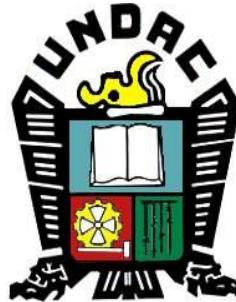


UNIVERSIDAD NACIONAL “DANIEL ALCIDES CARRION”

FILIAL LA MERCED



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

TESIS

**“EVALUACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL
AGUA DE CONSUMO HUMANO EN EL DISTRITO DE PALCA
PROVINCIA DE TARMA REGIÓN JUNÍN”**

PRESENTADO POR:

**Bach. Rogelio César Paredes Espinoza
Bach. Julio Franklin Quinto Peralta**

Chanchamayo - Perú

2016

Asesor

Mg. Fortunato C. Ponce Rosas

DEDICATORIA

A mis padres, **Rogelio César PAREDES VELA y Carmen Rosa ESPINOZA RUBIANES**, por su comprensión en todo y su apoyo incondicional que hicieron posible realizar nuestra tesis.

A mis hermanos que fueron incondicionales en mi largo caminar.

A mis padres, **Julio Cesar QUINTO HUATUCO y Luz Zenaida PERALTA ROMERO**, por brindarme su apoyo incondicional en todo momento de mi formación profesional.

A mi hermano **Cesar Antonio QUINTO PERALTA**, que fue incondicional en todo momento.

AGRADECIMIENTO

- A Dios, por darnos vida, salud y regalarnos cada maravilloso día para cumplir cada uno de nuestras metas.
- A nuestros padres, por su apoyo y comprensión durante nuestra formación profesional.
- Al Mg. Fortunato Candelario Ponce Rosas, asesor de nuestra tesis por brindarnos su apoyo en el desarrollo y culminación de nuestra tesis.
- A la empresa Selva Industrial S. A., por brindarnos sus instalaciones de su laboratorio en el área de control de calidad para realizar los análisis de la tesis.
- A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion, Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en industrias Alimentarias, por ser nuestra alma mater que nos permitió formarnos como ingenieros en Industrias Alimentarias.
- A nuestros catedráticos que nos forjaron desde el primer ciclo y nos orientaron a seguir adelante mediante sus enseñanzas y experiencias, y siempre han contribuido con nuestro aprendizaje en las innovaciones de nuestra carrera.
- A nuestros colegas de estudios y amigos que nos motivaron en todo momento para culminar la carrera y la tesis.

RESUMEN

La investigación se realizó en la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión Filial La Merced y tuvo como objetivo evaluar la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua de consumo humano que se distribuye en el Distrito de Palca Provincia de Tarma, Región Junín. Las muestras de agua fueron tomadas en cuatro zonas: Bocatoma (P₁), reservorio (P₂), vivienda en el sector de Santo Domingo de Huaruyoc (P₃) y vivienda en el sector de Palca centro (P₄), durante un periodo de dos meses, los análisis microbiológicos y fisicoquímicos fueron realizados en los laboratorios de la Universidad Nacional Agraria La Molina y la empresa Selva Industrial S.A. - Lima. En el aspecto microbiológico se realizó el recuento de heterótrofos (UFC/mL), la enumeración de coliformes totales (NMP/100 mL), coliformes fecales (NMP/100 mL) y de *Escherichia coli* ((NMP/100 mL), además se realizó el conteo de larvas y huevos de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos (N°/L); en el aspecto fisicoquímico se determinó la turbiedad (NTU), sólidos totales (mg/L), dureza total (mg CaCO₃/L), alcalinidad total (mg CaCO₃/L), pH y cloro residual (mg/L). De acuerdo a los resultados, en el aspecto microbiológico, se determinó la presencia de bacterias heterótrofos, coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*, y larvas y huevos de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos en todas las muestras analizadas y en cantidades que superan los límites máximos permisibles para agua de consumo humano. En cuanto a la calidad fisicoquímica de: turbiedad, sólidos totales, dureza total, alcalinidad total y pH se encontraron dentro de los límites establecidos, mientras que, el cloro residual no fue detectado en ninguna muestra, incumpliendo los límites exigidos. En términos generales, el agua de consumo que se distribuye en el distrito de Palca, en el aspecto microbiológico y en el contenido de cloro residual no cumple con los límites máximos establecidos en el reglamento de calidad del agua de consumo humano, debiendo tomarse las acciones necesarias e inmediatas para que en lo más breve posible se subsane estas deficiencias.

Palabras claves: Turbiedad, cloro residual, dureza, coliformes, heterótrofos y helmintos, quistes, ooquistes, protozoarios.

INDICE GENERAL

	Página
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	4
RESUMEN.....	5
INDICE GENERAL.....	6
INDICE DE CUADROS.....	8
INDICE DE FIGURAS	9
I. INTRODUCCIÓN	10
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	12
2.1. ANTECEDENTES.....	12
2.2. BASES TEÓRICAS.....	17
2.2.1. EL AGUA	17
A. Las aguas de origen superficial	21
B. Aguas subterráneas.....	23
2.2.2. CALIDAD DEL AGUA.....	24
2.2.3. TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO	25
A. Agua para consumo humano.....	25
B. Operaciones en el tratamiento del agua de consumo.....	25
C. Estándares de calidad del agua para consumo.....	30
2.2.4. CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO	32
A. Calidad del agua que se suministra para consumo humano.....	32
B. Peligros de tipo químico en el agua de consumo.....	33
C. Peligros microbiológicos relacionados con el agua de consumo..	35
D. Contaminación microbiológica.....	36
III. MATERIALES Y METODOS	40
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN.....	40
3.2. UNIDAD DE ANÁLISIS.....	40
3.3. EQUIPOS.....	40
3.4. MATERIALES.....	41
3.5. REACTIVOS.....	41

3.6. METODOLOGÍA.....	41
3.7. MÉTODOS ANALÍTICOS DE CONTROL.....	43
3.7.1. Análisis microbiológicos.....	43
3.7.2. Análisis fisicoquímicos.....	43
3.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	44
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	45
4.1. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.....	45
4.1.1. Recuento de heterótrofos.....	45
4.1.2. Enumeración de coliformes totales.....	48
4.1.3. Enumeración de coliformes termotolerantes.....	50
4.1.4. Enumeración de <i>Escherichia coli</i>	52
4.1.5. Conteo de larvas y huevos de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.....	53
4.2. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS	59
4.2.1. Análisis de la turbiedad	59
4.2.2. Análisis de los sólidos totales.....	61
4.2.3. Análisis de la dureza total.....	63
4.2.4. Análisis de la alcalinidad total	65
4.2.5. Análisis de pH.....	67
4.2.6. Análisis de cloro residual	69
V. CONCLUSIONES	75
VI. RECOMENDACIONES	76
VII. BIBLIOGRAFIA	77
ANEXOS.....	81

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y Parasitológicos.....	31
Cuadro 2. Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica....	32
Cuadro 3. Clasificación de los componentes químicos en función de su origen.....	35
Cuadro 4. Principales bacterias transmitidas por el agua	37
Cuadro 5. Principales virus transmitidos por el agua	38
Cuadro 6. Principales parásitos transmitidos por el agua	39
Cuadro 7. Resultados del recuento de heterótrofos (UFC/ml x 10 ³).....	45
Cuadro 8. Resultados de la enumeración de coliformes totales (NMP/100 mlx10 ²).	48
Cuadro 9. Resultados de la enumeración de coliformes termotolerantes (NMP/100x10ml).....	50
Cuadro 10. Resultados de la enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100ml).....	52
Cuadro 11. Resultados del conteo de larvas y huevos de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos (N°/L).....	53
Cuadro 12. Resultados del análisis de la turbiedad (N.T.U.).	59
Cuadro 13. Resultados del análisis de los sólidos totales (mg/L).	61
Cuadro 14. Resultados del análisis de la dureza total (mg CaCO ₃ /L).	63
Cuadro 15. Resultados del análisis de la alcalinidad total (mg CaCO ₃ /L).....	65
Cuadro 16. Resultados del análisis del pH (Adimensional).	67
Cuadro 17. Resultados del análisis de cloro residual (mg/L).	69

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Puntos de muestreo para el análisis de la calidad del agua de consumo que se distribuye en el distrito de Palca.....	42
Figura 2. Esquema para para la toma de muestra y análisis del agua de consumo que se distribuye en el distrito de Palca.. ..	42
Figura 3. Recuento de heterótrofos (UFC/ml x 10 ³) por meses y promedios.....	46
Figura 4. Coliformes totales (NMP/100ml x 10 ²) por meses y promedios.....	48
Figura 5. Coliformes termotolerantes (NMP/100ml x 10) por meses y promedios....	51
Figura 6. <i>Escherichia coli</i> (NMP/100 ml) por meses y promedios.....	52
Figura 7. Larvas y huevos de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios Patógenos (N°/L) por meses y promedios.....	54
Figura 8. Turbiedad (NTU) del agua por meses y promedios.	59
Figura 9. Sólidos totales (mg/L) por meses y promedios.....	61
Figura 10. Dureza total (mg CaCO ₃ /L) por meses y promedios.	63
Figura 11. Alcalinidad total (mg CaCO ₃ /L) por meses y promedios.	65
Figura 12. pH del agua por meses y promedios.....	67

I. INTRODUCCIÓN

Según la Organización Mundial de la Salud el agua es esencial para la vida y todas las personas deben disponer de un suministro satisfactorio (suficiente, inocuo y accesible). La mejora del acceso al agua potable puede proporcionar beneficios tangibles para la salud. Debe realizarse el máximo esfuerzo para lograr que la inocuidad del agua de consumo sea la mayor posible.

Sin embargo, existen diversos factores y condiciones que influyen en la calidad del agua de consumo, los cuales muchas veces no son controladas adecuadamente y por tanto la calidad del servicio no cumplen las exigencias de las normas técnicas. La contaminación fecal de las fuentes de aguas superficiales para abastecimiento de consumo humano es uno de los problemas más preocupantes en los países en vías de desarrollo.

Palca es un Distrito que se encuentra ubicada a 2739 msnm con una población de más de 7800 habitantes, cuyas poblaciones urbanas y rurales no cuentan con un sistema de tratamiento y abastecimiento de agua de calidad. En un análisis de aguas superficiales realizados en el 2014 se ha detectado la presencia de coliformes fecales, determinándose como no apta para el consumo humano, aún con esta evidencia, a la fecha no se ha realizado un monitoreo más completo en cuanto a la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua que se distribuye a los hogares del Distrito.

En este sentido, la investigación muestra evidencias con indicadores microbiológicos y fisicoquímicos del estado actual de la calidad del agua para consumo humano que se capta y distribuye en el Distrito de Palca, que según los resultados ponen en riesgo la salud de los usuarios, ya que no cuentan con sistemas de tratamientos ni de monitoreos que garanticen la calidad del agua.

Por ello, en la investigación se evaluó la calidad del agua de consumo que se distribuye en el Distrito de Palca Provincia de Tarma Región Junín, en los aspectos microbiológicos y fisicoquímicos, cuyos resultados fueron comparados con los límites máximos permisibles del Reglamento de la calidad del agua de consumo humano del **MINSA (2011)** y **SNSS (1995)**, a fin de contrastar su calidad y los riesgos que puede significar para la salud de esa población.

Los objetivos que condujeron el desarrollo del trabajo fueron:

- Evaluar la calidad del agua de consumo humano que se distribuye en el Distrito de Palca Provincia de Tarma, Región Junín.
- Determinar la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua de consumo humano que se distribuye en el Distrito de Palca.
- Comparar la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua de consumo humano que se distribuye en el distrito de Palca, con los límites establecidos por las normas técnicas.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. ANTECEDENTES

SILVA y MARTINEZ (2000), en su trabajo de investigación titulado “Determinación de huevos de helmintos en las operaciones unitarias de la planta de tratamiento de aguas residuales *Chapultepec*”, realizado en la Sección de Ingeniería Ambiental, División de Post Grado. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México; afirman que, la planta de tratamiento de aguas residuales *Chapultepec*, que trata descargas domésticas de la Ciudad de México, es un ejemplo representativo del sistema de lodos activados, por los que fue elegida para cuantificar el contenido de huevos de helminto por proceso y operación unitaria. Se encontró que la eficiencia de remoción de un proceso de sedimentación simple, como es el sedimentador primario es del 43% y, un proceso de sedimentación floculenta, como es el sedimentador, posterior al tanque de aireación de lodos activados, la eficiencia es del 100% en forma continua y uniforme. Para alcanzar, con sólo la sedimentación simple, remover el 100% de los huevos de helminto, el diseño debe incorporar una menor tasa de sobreflujo *vs* en el sedimentador primario, la cual no debe rebasar 30 m/d. Además, se aprovechó la información como ejemplo del cálculo de balance de masas en un sistema con recirculación.

MARCHAND (2002), en su tesis titulado “Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo en Lima Metropolitana”, realizado en la Universidad Nacional Mayor de san Marcos. Facultad de Ciencias Biológicas; afirma que, el peligro más común con relación al agua de consumo humano es el de su

contaminación, directa o indirectamente, debido a la acción de aguas residuales, excretas de hombres y animales, además de factores fisicoquímicos y ambientales; y tuvo como objetivos mejorar los requisitos existentes para perfeccionar los estándares de calidad del agua de consumo humano; aislar otros posibles microorganismos indicadores de la calidad microbiana del agua y evaluar la calidad microbiológica del agua de consumo humano en Lima Metropolitana. El trabajo se efectuó entre junio y diciembre del año 2000. Se analizaron 224 muestras de agua del sistema de almacenamiento y distribución de agua en inmuebles y 56 muestras de agua provenientes de pozo. De estas, 40 (17.86 %) de muestras de agua de inmuebles y 41 (73.68 %) muestras provenientes de pozos no cumplieron las normas microbiológicas. Además de los indicadores tradicionales se encontró *Pseudomonas aeruginosa* y Estreptococos fecales, hallándose estos microorganismos en muchos de los casos, en ausencia de coliformes. Se concluye que estos dos microorganismos indicadores pueden ser utilizados como indicadores complementarios de la calidad del agua de consumo humano.

REASCOS y YAR (2010), en la tesis “Evaluación de la calidad del agua para el consumo humano de las comunidades del Cantón Cotacachi y propuesta de medidas correctivas”, mencionan que, según los resultados obtenidos de los diferentes análisis se llegó a la conclusión, que los parámetros físico-químicos se encuentran dentro de las normas establecidas (INEN 1108 y TULAS); a diferencia de los análisis microbiológicos en su mayoría se encuentran contaminados por coliformes fecales (*Escherichia coli*) y coliformes totales, debido a la contaminación por pastoreo, mal estado de las tuberías y mal manejo de las conexiones internas de los usuarios.

PAREDES (2011), en la tesis “Estudio fisicoquímico y microbiológico del agua de consumo humano en la ciudad de Cerro de Pasco”, quien menciona que, evaluó la calidad microbiológica, fisicoquímica y la presencia de metales en el agua de consumo en la ciudad de Cerro de Pasco. En el aspecto microbiológico realizó la numeración de coliformes fecales y totales, recuento heterotrófico y análisis de huevos de helmintos; en el aspecto fisicoquímico se determinó el pH, turbiedad, alcalinidad total, dureza total, cloro residual y sólidos totales; y para la presencia de metales se realizó la determinación de arsénico, plomo y mercurio.

De acuerdo a los resultados obtenidos, en cuanto a los análisis microbiológicos, encontró presencia de coliformes fecales y totales en todas las muestras, no cumpliendo con lo establecido en la norma técnica peruana, de igual modo determinó la presencia de microorganismos heterótrofos superior al límite establecido por la norma; no encontrándose presencia de huevos de helmintos en ninguna muestra. En cuanto a los análisis fisicoquímicos, los valores de pH, turbiedad, dureza total y sólidos totales se encontraron dentro de los límites establecidos por la norma técnica peruana, en todas las muestras, sin embargo los resultados de la alcalinidad fue superior y en cuanto a cloro residual no fue detectado, por tanto estas dos últimas características no se encuentran dentro de los límites establecidos para agua de consumo humano. En cuanto a la presencia de arsénico, mercurio y plomo, estos no fueron detectados en ninguna muestra de agua analizada. En términos generales, el agua de consumo que se distribuye en la ciudad de Cerro de Pasco no cumple con los límites establecidos por la norma técnica peruana, en los aspectos microbiológicos y fisicoquímicos, además la calidad del servicio que presta la empresa es deficiente, principalmente en las horas de suministro a los usuarios.

GUILLEN, et al. (2013), en la investigación “Presencia de protozoarios intestinales en agua de consumo en la comunidad 18 de Mayo. Estado Aragua-Venezuela, 2011”, manifiestan que, la transmisión de parásitos intestinales a través del agua representa un problema de salud pública a nivel mundial. Considerando la importancia del agua como uno de los recursos renovables más importantes para el hombre por su utilidad, abundancia y amplia distribución en la naturaleza, la contaminación de ésta con excretas humanas y animales, favorecen la transmisión de infecciones parasitarias. A fin de determinar la presencia de protozoarios intestinales en el agua para consumo humano del pozo profundo en la comunidad 18 de Mayo, municipio Francisco Linares Alcántara y en 10 casas seleccionadas de la misma comunidad, tomaron muestras de 20 litros en cada punto, por duplicado, y se aplicó la técnica de concentración por floculación, para posteriormente realizar observación directa utilizando solución salina y lugol; y se empleó el método de Kinyoun. Adicionalmente, al agua del pozo se le realizó el análisis fisicoquímico. Se observó presencia de protozoarios patógenos y comensales en 90% de las muestras provenientes de las viviendas. En las muestras del pozo profundo se evidenciaron quistes de *Giardia intestinalis*, *Entamoeba coli* y *Endolimax nana*; no se observó la presencia de coccidios ni microsporidias intestinales. La desinfección del agua del pozo que surte esta comunidad es de suma importancia, además de recomendar a las comunidades el tratamiento del agua de consumo.

CÁZARES Y ALCÁNTARA (2014), en la investigación “Análisis microbiológico de la calidad del agua de ciudad Nezahualcóytl, acorde a la norma oficial mexicana NOM-127-SSA1-1994”; manifiestan que; las muestras analizadas alcanzaron ≥ 1100 NMP/100mL de organismos coliformes totales, esto indica que el agua que

llega a los domicilios de Ciudad Nezahualcóyotl no reúne la calidad microbiológica requerida para considerarse como potable, ya que la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, indica que el agua es potable y se considera para consumo humano si contiene >2 NMP/100mL de organismos coliformes totales.

MARTINEZ (2014), en la tesis “Evaluación del agua para consumo humano en las Veredas Calabazas y San José de la Selva, Riofrío – Valle del Cauca: aplicación de la metodología radwq y análisis de los factores de riesgo en el agua para consumo humano en el área rural”; menciona que; los resultados de los muestreos realizados en los hogares, los más altos resultados de colonias de coliformes termotolerantes se encontraron en los hogares cuya fuente de abastecimiento son los nacimientos. Para esto se debe implementar mejoras en las unidades de captación en las quebradas, mantener buenas prácticas sanitarias alrededor de las tomas de agua e implementar tratamientos individuales para el control microbiológico. En ninguno de los muestreos realizados en los hogares que se abastecen de agua de los acueductos Calabazas y Acuacalabazas, se cumplió con los valores recomendados por las guías de la OMS (2011), en relación al parámetro de coliformes termotolerantes, la cual es de 0 UFC/100mL. Esto no sólo es causado por deterioro de las fuentes, sino que también en parte influyen las prácticas sanitarias que se llevan a cabo en los hogares.

MENOCAL y CARABALLO (2014), en la investigación “Importancia de la vigilancia sanitaria de los parásitos en la calidad del agua, según su uso”; manifiestan que, el agua contaminada puede transmitir infinidad de patógenos con comportamientos y resistencias diversas. Dentro de los patógenos a determinar los

parásitos son de especial relevancia pues se destacan por su alta resistencia a los diversos factores ambientales además se encuentran relacionados con altos índices de morbilidad y mortalidad en los países en desarrollo, especialmente en la población infantil. El objetivo de este trabajo es destacar la importancia de la vigilancia sanitaria de los parásitos en la calidad del agua según su uso y en su relación con el ambiente. Los huevos de helmintos son el principal riesgo a la salud debido al uso seguro del agua residual o lodos en la agricultura. Los quistes de los protozoarios como *Giardia* y *Cryptosporidium*, son difíciles de eliminar del agua de consumo sin tratar, debido a su pequeño tamaño y resistencia a oxidantes usados comúnmente como el cloro. Aunque no se recomienda su monitoreo de rutina en el agua, sí es necesario realizar investigaciones para detectar su presencia y establecer normativas propias adecuadas a nuestras condiciones.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. EL AGUA

El agua es el constituyente más importante del organismo humano y del mundo en el que vivimos. Tiene una gran influencia en los procesos bioquímicos que ocurren en la naturaleza. Esta influencia no solo se debe a sus propiedades fisicoquímicas como molécula bipolar sino también a los constituyentes orgánicos e inorgánicos que se encuentran en ella. Se considera que el agua es un solvente universal, debido a que es capaz de disolver o dispersar la mayoría de sustancias con las que tiene contacto, sean estas sólidas, líquidas o gaseosas, y de formar con ellas iones, complejos solubles e insolubles, coloides o simplemente partículas dispersas de diferente tamaño y peso. Desde el punto de vista de la salud humana, el

agua ayuda a eliminar las sustancias resultantes de los procesos bioquímicos que se desarrollan en el organismo humano, a través de los órganos excretores, en especial la orina y el sudor. Sin embargo, por esta misma propiedad, puede transportar una serie de tóxicos al organismo que pueden afectar a diferentes órganos, de manera reversible o irreversible **(OPS/CEPIS, 2004)**.

El agua es un elemento vital en el organismo humano, como refiere, **BADUI (2005)**, el agua se distribuye ampliamente por el organismo y baña todas las partes de la célula, constituye el medio en el que transcurre el transporte de nutrientes, las reacciones del metabolismo y la transferencia de energía. Representa el principal componente del cuerpo humano y constituye del 50 al 70 % del peso corporal. Este porcentaje disminuye con la edad y con la cantidad de grasa corporal.

El agua es indispensable para las actividades humanas para lo cual debe ser tratado de acuerdo a las necesidades, como refieren **BELITZ y GROSCH (1988)**; **CHEFTEL y CHEFTEL (1980)**; **SENIOR y ASHURST (2001)**, el agua es una sustancia utilizada ampliamente en la industria desempeñando diversas funciones: producción de energía por vaporización, transferencia de calor, transporte de materias primas, fabricación de productos, lavado de productos, limpieza de fabrica, entre otros; por tal motivo esta tiene que someterse a una serie de procesos que la acondicionen.

En la alimentación humana el agua juega un papel muy importante, al que debe prestarse la debida atención en cuanto a su consumo, como afirma **PINTO y MARTINEZ (2007)**, el agua es un elemento tan común en nuestras vidas que parece que no fuera necesario hacer referencia a su importancia y beneficios. Sin embargo, y especialmente cuando hablamos de la alimentación, hemos de recordar que su aportación a una dieta saludable es, además de natural, absolutamente esencial. Por tanto, una educación nutricional coherente debe tener en cuenta este papel primordial del agua y la necesidad de que su consumo razonable sea incorporado a los hábitos alimentarios ya desde las primeras edades.

En cuanto a la relación entre la alimentación, el consumo de agua y la salud **PINTO y MARTINEZ (2007)**, mencionan que, el agua como alimento y el agua en los alimentos nos llevan a recordar su participación principal en la identidad de la dieta como en la naturaleza de los productos. Su cualidad de elemento no calórico le confiere un inestimable valor añadido en salud. La contribución del agua a una buena alimentación está más que justificada. Es una oportunidad el incluir el mayor conocimiento de su mejor aprovechamiento en todos aquellos programas y acciones en que se hable de educación nutricional, mejor en los años de la infancia y la juventud, cuando se conforman los hábitos.

Por otro lado, **ENKERLIN et al., (1997)**, reportan que, el agua es uno de los elementos más importantes de la naturaleza, es indispensable en los procesos de la vida y conforma el hábitat tanto de microorganismos como

de grandes comunidades acuáticas. Los seres humanos estamos constituidos por un 70 a 85 por ciento de agua; la utilizamos para la generación de energía mediante plantas hidroeléctricas, usos múltiples en la industria; en actividades agrosilvícolas, y para uso doméstico. El agua al igual que el suelo, es un elemento de enlace entre los factores bióticos y abióticos; desde el punto de vista de fuente de energía puede considerarse como recurso de flujo, en tanto que respecto a otros usos podría clasificarse como no renovable, tal como en la extracción de acuíferos fósiles. Por ello, el agua, al igual que el suelo, no puede definirse exactamente como un recurso biótico o abiótico, renovable o no renovable, es algo más complejo. A pesar de que aproximadamente el 71 por ciento de la superficie de nuestro planeta está cubierto por mares y océanos, la cantidad de agua disponible para usos industriales, agrícolas y domésticos es limitada, ya que no puede utilizarse agua salada.

La cantidad de agua con la que contamos en la Tierra no aumenta ni disminuye, pero la población humana ha crecido drásticamente, y por lo tanto se ha incrementado la necesidad de este recurso. En muchas regiones del mundo es un factor limitante para la salud humana, la producción de alimentos, el desarrollo industrial, el mantenimiento de los ecosistemas naturales y su biodiversidad, e incluso para la estabilidad social y política (LIMA y MAZARI, 2008).

A. Las aguas de origen superficial

Las principales fuentes de agua para el tratamiento con fines de consumo humano son de origen superficial. Por ello, la contaminación de los recursos hídricos superficiales es un problema cada vez más grave, debido a que estos se usan como destino final de residuos domésticos e industriales, sobre todo en las áreas urbanas e incluso en numerosas ciudades importantes del continente. Estas descargas son las principales responsables de la alteración de la calidad de las aguas naturales, que en algunos casos llegan a estar tan contaminadas que su potabilización resulta muy difícil y costosa. Debido a la amplia gama de contaminantes, a los diferentes niveles de contaminación, así como a la cinética química de las sustancias, elementos, materia orgánica y microorganismos que se incorporan en el cuerpo de agua, es indispensable conocer las características físicas, químicas y biológicas del agua antes de seleccionarla como fuente de agua cruda **(OPS/CEPIS, 2004)**.

Según **SEOÁNEZ (1998)**, el agua existente en la superficie de los continentes, tanto en arroyos y ríos como en los lagos y embalses, es la que es considerada como agua superficial.

Las características básicas de las aguas superficiales son:

- La mala distribución del recurso en volumen en relación con las necesidades de las zonas habitadas o con las áreas de gran consumo agrícola.
- Parámetros de escorrentía

- Parámetros de calidad del agua
- Riesgos por exceso
- Riesgos por defecto
- Contaminación
 - Aguas residuales urbanas
 - Aguas residuales industriales
 - Aguas residuales de actividades agrarias
 - Concentración en contaminación y en volumen a causa de:
 - Concentraciones industriales
 - Concentraciones urbanas
 - Concentraciones ganaderas
 - Concentraciones turísticas

Las aguas superficiales constituyen fronteras en muchas partes del mundo, y son también vías de comunicación de primer orden. Como ya se ha indicado, constituyen un recurso básico para la vida, y no cesamos de proclamar la urgencia de su protección en todos los sentidos. El tiempo nos da la razón, ya que el recurso es limitado y la capacidad de “mal hacer” del hombre es muy elevada. No solo se trata de resolver los problemas de sequía, pues los dramas permanentes provocados por la calidad sanitaria de las aguas “potables” o por las de uso agrario a la vista están en medio mundo.

B. Aguas subterráneas

Según **SEOÁNEZ (1998)**, la fase del ciclo del agua corresponde al subsuelo, en la que el agua se ha aportado a través del suelo, constituye las aguas subterráneas. El suelo retiene una parte de ese aporte en diferentes formas, como agua capilar, agua adsorbida, etc. El resto pasa a mantener o a engrosar el ciclo del agua en la naturaleza en su fase de acuíferos, cursos subterráneos de agua, aguas freáticas, etc.

- Uso de las aguas subterráneas
 - Alimentación humana
 - Alimentación animal
 - Uso industrial
 - Uso agrícola

Por lo que se refiere a la contaminación, la infiltración de los agentes contaminantes en el suelo provoca contaminación de las aguas subterráneas, pudiendo inutilizarlas para su explotación, tanto en consumo humano o animal como en riego.

Las causas principales de contaminación son:

- Infiltraciones de explotaciones mineras.
- Infiltraciones de balsas de lodos mineros.
- Infiltraciones de lixiviados de vertederos (rellenos sanitarios y tiraderos).
- Infiltraciones de escombreras.
- Fugas de tanques u depósitos de almacenamiento de hidrocarburos.

- Productos fitosanitarios utilizados en exceso.
- Fugas en fosas sépticas y pozos negros.

Cuando se ha producido la contaminación, la dirección (sentido) y la velocidad del flujo del agua subterránea serán los factores condicionantes del alcance (que lleguen los componentes contaminantes a los puntos de explotación y abastecimiento).

Debemos tener en cuenta que esta contaminación es lenta a causa de la lentitud de circulación del agua subterránea, por lo que si tarda en entrar, también tardará en salir.

Así pues, puede ocurrir que una contaminación que se detecta ahora corresponde a un vertido de hace años que ya se anuló, y que ello y por su complejidad, las actuaciones de corrección requieren estudios detallados multidisciplinares de hidrogeología, edafología, ingeniería del terreno, química y microbiología.

2.2.2. CALIDAD DEL AGUA

El término “calidad del agua” es relativo y solo tiene importancia universal si está relacionado con el uso del recurso. Esto quiere decir que una fuente de agua suficientemente limpia que permita la vida de los peces puede no ser apta para la natación y un agua útil para el consumo humano puede resultar inadecuada para la industria. Para decidir si un agua califica para un propósito particular, su calidad debe especificarse en función del uso que se

le va a dar. Bajo estas consideraciones, se dice que un agua está contaminada cuando sufre cambios que afectan su uso real o potencial. Es importante anotar que la evaluación de la calidad del agua se realiza usando técnicas analíticas adecuadas para cada caso. Para que los resultados de estas determinaciones sean representativos, es necesario dar mucha importancia a los procesos de muestreo, a las unidades y terminología empleadas (OPS/CEPIS, 2004).

2.2.3. TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

A. Agua para consumo humano

Según OPAZO (1991), el agua, pocas veces se puede encontrar pura en la naturaleza. Siempre lleva consigo gran cantidad de sustancias disueltas que van desde gases hasta compuestos químicos, de alto peso molecular, además de numerosas partículas en suspensión.

Por ello, es necesario someter las aguas a una serie de operaciones unitarias con la finalidad de alcanzar las características sensoriales, fisicoquímicas y microbiológicas, establecidas como aptas para el consumo humano.

B. Operaciones en el tratamiento del agua de consumo

Según la OPS/CEPIS (2004), para la adecuada selección de una fuente de agua cruda con fines de potabilización, es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El origen de la fuente de agua cruda y la identificación de los principales afluentes y/o probables aportes de contaminación.
- La calidad del agua cruda, teniendo en cuenta todos los parámetros que pueden influir en la salud de los consumidores.
- El comportamiento de los constituyentes del agua, teniendo en cuenta los factores ambientales que pueden influir en él.
- La eficiencia del tratamiento empleado en la remoción de los tóxicos identificados.
- Los límites máximos de cada parámetro establecidos por las normas de calidad para el agua de consumo humano.

Por otro lado, el manejo racional de la calidad del agua requiere el conocimiento básico de los procesos que controlan la composición química del agua, a fin de estar en condiciones de decidir y planificar un adecuado tratamiento.

- **Abastecimiento**

Tres aspectos son fundamentales para seleccionar una fuente de abastecimiento:

- Demanda de agua de la población
- La capacidad de suministro de la fuente.
- Las condiciones sanitarias o calidad sanitaria del agua en la fuente de abastecimiento.

- **Sistemas de captación**

Los sistemas de captación del agua de una fuente dependen básicamente de la naturaleza de la fuente seleccionada. Generalmente las fuentes de abastecimiento de agua son la superficial y subterránea.

En una fuente superficial el agua se puede captar en forma gravitacional, aprovechando las diferencias del nivel del terreno, por impulsión, bombeo y por golpe de ariete, torres en lagos, embalses y lagunas, a diferentes niveles ya sea en forma gravitacional o mecánica.

De fuentes subterráneas se puede captar por medio de bombas, galerías infiltrantes (Drenes) o captando el agua emergente, también puede extraerse por medios mecánicos simples como los molinos de viento o bombas manuales aspirantes e impelentes y como último recurso, en forma manual o cualquiera que sea el sistema de captación de agua, la condición en lo posible debe ser por gravedad si lo permiten las características topográficas del terreno, los recursos con los que se cuente y la tecnología que se haya seleccionado como la más apropiada (**OPAZO, 1991**).

- **Tratamiento mediante procesos químicos**

Según **OPAZO (1991)**, la dosificación de productos químicos, por lo general, se utiliza para reducir la turbidez del agua cuando ésta es

producida por sólidos coloidales, corregir su pH y desinfectar, entre otros.

Para la reducción de la turbidez principalmente se utilizan agentes coagulantes de sales de aluminio o hierro de los ácidos sulfúricos y clorhidratos. Entre los más utilizados están los alumbres, el sulfato de aluminio cristalizado $AL_2(SO_4)_3$, cuya aplicación hace posible la sedimentación de materias suspendidas, finamente divididas o al estado coloidal, por medio del proceso de coagulación.

- **Coagulación**

La coagulación es el proceso o tratamiento que envuelve una serie de operaciones mecánicas y químicas mediante las cuales el agente coagulante se torna más efectivo. Este proceso comprende tres fases:

- Agregado de la sustancia química.
- Mezcla difusión, etapa en la cual el coagulante disuelto se dispersa rápidamente y en forma turbulenta en el agua cruda.
- Floculación, proceso que comprende una agitación lenta del agua por un periodo relativamente largo, durante el cual las partículas divididas o al estado coloidal, van neutralizándose, juntándose o aglomerándose para formar un “flóculo” hidratado de tamaño tal que pueda sedimentarse bajo la acción de su propio peso. Sin embargo, los flóculos más finos no son eliminados por sedimentación, y por lo tanto se hace necesario

recurrir a la filtración como proceso complementario posterior a las etapas de coagulación y sedimentación (OPAZO, 1991).

- **Desinfección**

Entre los desinfectantes químicos más importantes están los halógenos y entre ellos el más conocido es el cloro.

La cloración es el proceso de desinfección que hasta el presente reúne las mayores ventajas: es eficiente, económico y mantiene efecto residual que se puede medir por sistemas muy simples. Tiene en cambio la desventaja de ser corrosivo y especialmente en algunos casos de producir sabor desagradable al gusto. La utilización más corriente del cloro es a través de sus sales. Las más conocidas son el hipoclorito de calcio y el hipoclorito de sodio, que son expandidas en el comercio en polvo o en solución con concentraciones entre 12 y 70 %. El cloro y los hipocloritos producen reacciones similares en el agua y su eficacia bactericida es idéntica; la única diferencia es el pH, ya que el gas cloro baja el pH y los hipocloritos lo suben ligeramente (OPAZO, 1991).

- **Almacenamiento y distribución**

El almacenamiento y la regulación tienen por objeto transformar el régimen de alimentación de agua, que generalmente es constante, en régimen de demanda que es variable en todos los casos. Se almacena agua, cuando la demanda es mayor que el gasto de llegada, la cual se

utilizará cuando la demanda sea mayor. El almacenamiento también se hace para disponer de una cantidad de agua como reserva, con objeto de no suspender el servicio en caso de desperfectos en la captación o en la conducción, así como para satisfacer demandas extraordinarias (incendios).

La localización de los depósitos se hará tomando en cuenta la presión que deberá tener el agua para poder llegar a todos los puntos de la red de distribución, con la presión adecuada. Por lo anterior, los depósitos se situarán en lugares naturalmente altos, o tendrán que elevarse en forma artificial (**OPAZO, 1991**).

C. Estándares de calidad del agua para consumo

- Agua potable

Se conoce con este nombre al agua que ha sido tratada con el objetivo de hacerla apta para el consumo humano, teniendo en cuenta todos sus usos domésticos (**OPS/CEPIS, 2004**).

Es aquella apta para consumo humano y que cumple con los requisitos físicos, químicos, organolépticos y microbiológicos descritos en la norma **INTITEC (1987)**

- **Agua apta para el consumo humano**

Es toda agua inocua para la salud que cumple los requisitos de calidad establecidos en el presente Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano (MINSA, 2011).

Es agua apta para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal (MINSA, 2011).

- **Límites permisibles para agua de consumo humano**

Según MINSA (2011), los límites permisibles para ser considerado agua de consumo humano se muestran en los cuadros 1 y 2.

Cuadro 1. Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Bacterias coliformes totales	UFC/100 ml a 35 °C	0 (*)
<i>E. coli</i>	UFC/100 ml a 44.5 °C	0 (*)
Bacterias coliformes termotolerantes o fecales	UFC/100 ml a 44.5 °C	0 (*)
Bacterias Heterotróficas	UFC/100 ml a 35 °C	500
Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N° org/L	0
Virus	UFC/ml	0
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estadios evolutivos.	N° org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias, (*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1.8/100 ml.

Fuente: MINSA (2011).

Cuadro 2. Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Olor	---	Aceptable
Sabor	---	Aceptable
Color	UCV escala Pt/Co	15
Turbiedad	UNT	5
pH	Valor de pH	6.5 a 8.5
Conductividad (25 °C)	µmho/cm	1500
Sólidos totales disueltos	mg/L	1000
Cloruros	mg Cl/L	250
Sulfatos	mg SO ₄ /L	250
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	500
Amoniaco	mg N/L	1.5
Hierro	mg Fe/L	0.3
Manganeso	mg Mn/L	0.4
Aluminio	mg Al/L	0.2
Cobre	mg Cu/L	2.0
Zinc	mg Zn/L	3.0
Sodio	mg Na/L	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: **MINSA (2011)**.

2.2.4. CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO

A. Calidad del agua que se suministra para consumo humano

El conocimiento de la calidad del agua es de vital importancia para todas las personas que la utilizan tanto en sus hogares como en la industria, ya que puede ocasionar severos daños a la salud de los consumidores o a los equipos industriales (**GRAMAJO, 2004**).

Según **OPAZO (1991)**, la calidad del agua suministrada depende de la fuente, la efectividad del tratamiento a que se le someta y del buen

funcionamiento y operación en el sistema de distribución. En consecuencia es necesario y prioritario el control de su calidad al terminar de tratarla, como de comprobar que sus características sean mantenidas al momento de su distribución.

De acuerdo al **MINSA (2011)**, se considera que toda agua destinada para el consumo humano, debe estar exenta de:

- Bacterias coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli*.
- Virus.
- Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.
- Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos y nematodos en todos sus estadios evolutivos; y
- Para el caso de Bacterias Heterotróficas menos de 500 UFC/ml a 35°C.

B. Peligros de tipo químico en el agua de consumo

Según la **OMS (2008)**, se ha demostrado que cierto número de contaminantes químicos causan efectos adversos para la salud de las personas como consecuencia de una exposición prolongada por el agua de consumo. No obstante, se trata sólo de una proporción muy pequeña de las sustancias químicas que pueden estar presentes en el agua de consumo procedentes de diversas fuentes.

Ciertas sustancias consideradas peligrosas para la salud afectan a la aceptabilidad del agua de consumo de modos que, por lo general, conllevarían el rechazo del agua que contiene concentraciones bastante menores que las consideradas peligrosas para la salud. Los contaminantes químicos del agua de consumo se pueden clasificar de varias maneras; sin embargo, la más adecuada es considerar la fuente principal del contaminante, es decir, agrupar las sustancias químicas en función del factor que se puede controlar con mayor eficacia. Esta clasificación facilita el desarrollo de métodos concebidos para evitar o reducir al mínimo la contaminación, en lugar de métodos basados primordialmente en la medición de las concentraciones de contaminantes en las aguas finales. Es posible que las categorías no estén siempre bien delimitadas. El grupo de contaminantes de origen natural, por ejemplo, comprende muchas sustancias químicas inorgánicas presentes en el agua de consumo como consecuencia de su liberación, por la acción de la lluvia, de rocas y suelos, algunas de las cuales pueden convertirse en un problema cuando existe perturbación medioambiental, como en las zonas mineras.

Cuadro 3. Clasificación de los componentes químicos peligrosos en función de su origen

Origen de componentes químicos	Ejemplos de orígenes
Origen natural	Rocas, suelos y efectos del marco geológico y el clima
Fuentes industriales y núcleos habitados	Minería (industrias extractivas) e industrias de fabricación y procesamiento, aguas residuales, residuos sólidos, escorrentía urbana, fugas de combustibles
Actividades agropecuarias	Estiércoles, fertilizantes, prácticas de ganadería intensiva y plaguicidas
Tratamiento del agua o materiales en contacto con el agua de consumo	Coagulantes, SPD, materiales de tuberías
Plaguicidas añadidos al agua por motivos de salud pública	Larvicidas utilizados en el control de insectos vectores de enfermedades
Cianobacterias	Lagos eutróficos

Fuente: OMS (2008).

C. Peligros microbiológicos relacionados con el agua de consumo

El mayor riesgo microbiano del agua es el relacionado con el consumo de agua contaminada con excrementos humanos o animales, aunque puede haber otras fuentes y vías de exposición significativas. Los riesgos para la salud relacionados con el agua de consumo más comunes y extendidos son las enfermedades infecciosas ocasionadas por agentes patógenos como bacterias, virus y parásitos (por ejemplo, protozoos y helmintos). La carga para la salud pública es función de la gravedad de la enfermedad o enfermedades relacionadas con los agentes patógenos, de su infectividad y de la población expuesta **OMS (2008).**

Un fallo general del sistema de protección de la seguridad del abastecimiento de agua puede ocasionar una contaminación a gran escala del agua y, potencialmente, epidemias detectables. Otras averías y la contaminación leve, posiblemente en ocasiones repetidas, pueden ocasionar brotes esporádicos significativos de enfermedades, pero no es probable que las autoridades de vigilancia de la salud pública los asocien con la fuente de abastecimiento de agua de consumo. La evaluación y cuantificación de los riesgos puede ayudar a comprenderlos y gestionarlos, sobre todo los relacionados con casos de enfermedad esporádicos **OMS (2008)**.

D. Contaminación microbiológica

Las afecciones que se propagan por el agua se conocen como "enfermedades transmitidas por el agua". Sus agentes patógenos son biológicos, más que químicos, y los males que provocan casi siempre son contagiosos. Por lo general, los agentes patógenos pertenecen al grupo de los microorganismos, que se transmiten en las heces excretadas por individuos infectados o por ciertos animales. De forma que estas enfermedades se suelen contraer al ingerirlos en forma de agua o de alimentos, contaminados por esas heces (vía fecal-oral). Los patógenos humanos transmitidos por el agua incluyen muchos tipos de microorganismos tales como: bacterias, virus, protozoos y, en ocasiones, helmintos (lombrices), todos ellos muy diferentes en tamaño, estructura y composición (**CYTED-RIPDA-CIRA, 2011**).

- Bacterias transmitidas por el agua

Cuadro 4. Principales bacterias transmitidas por el agua

Bacterias	Fuente	Periodo de incubación	Duración	Síntomas clínicos
<i>Salmonella typhi</i>	Heces, orina	7 - 28 días	5 - 7 días (semanas – meses)	Fiebre, tos, náusea, dolor de cabeza, vómito, diarrea
<i>Salmonella sp.</i>	Heces	8 - 48 horas	3 - 5 días	Diarrea acuosa con sangre
<i>Shigellae sp.</i>	Heces	1 - 7 días	4 - 7 días	Disentería (diarrea con sangre), fiebres altas, síntomas tóxicos, retortijones, pujos intensos e incluso convulsiones.
<i>Vibrio cholerae</i>	Heces	9 - 72 horas	3 - 4 días	Diarrea acuosa, vómito, deshidratación
<i>V. cholerae</i> No.-01	Heces	1 - 5 días	3 - 4 días	Diarrea acuosa
<i>Eschericia coli enterohemorrágica</i> O157:H7	Heces	3 - 9 días	1 - 9 días	Diarrea acuosa con sangre y moco, dolor abdominal agudo, vómitos, no hay fiebre
<i>Eschericia coli enteroinvasiva</i>	Heces	8 - 24 horas	1 - 2 semanas	Diarrea, fiebre, cefalea, mialgias, dolor abdominal, a veces las heces son mucosas y con sangre
<i>Eschericia coli enterotoxígena</i>	Heces	5 - 48 horas	3 - 19 días	Dolores abdominales, diarrea acuosa, fiebre con escalofríos, náusea, mialgia
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Heces, orina	1- 11 días (24 - 48 horas)	1 - 21 días	Dolor abdominal, diarrea con moco, sangre, fiebre, vómito
<i>Campylobacter jejuni</i>	Heces	2 - 5 días (42 - 72 horas)	7 - 10 días	Diarrea, dolores abdominales, fiebre y algunas veces heces fecales con sangre, dolor de cabeza
<i>Plesiomonas shigelloides</i>	Heces	20 - 24 horas	1 - 2 días	Fiebre, escalofríos, dolor abdominal, náusea, diarrea o vómito
<i>Aeromonas sp.</i>	Heces	Desconocido	1 - 7 días	Diarrea, dolor abdominal, náuseas, dolor de cabeza y colitis, las heces son acuosas y no son sanguinolentas

Fuente: CYTED-RIPDA-CIRA (2011).

- Virus transmitidas por el agua

Cuadro 5. Principales virus transmitidos por el agua

Bacterias	Fuente	Periodo de incubación	Duración	Síntomas clínicos
Enterovirus (Poliovirus 1, 2, 3, Cocksackie A y B, Echovirus).	Heces	3 - 14 días	Variable	Gastrointestinales (vómitos, diarrea, dolor abdominal y hepatitis). encefalitis, enfermedades respiratorias, meningitis, hiperangina, conjuntivitis
Astrovirus	Heces	1 - 4 días	2 - 3 días	Nausea, vómito, diarrea, dolor abdominal, fiebre
Virus de la Hepatitis A (VHA)	Heces	15 - 50 días	1 - 2 semanas hasta meses	Cansancio, debilidad muscular, síntomas gastrointestinales como pérdida de apetito, diarrea y vomito, o síntomas parecidos a la gripe como dolor de cabeza, escalofríos y fiebre, sin embargo, los síntomas más llamativos de esta enfermedad son la ictericia, es decir, el cambio que se produce en el color de los ojos y la piel hacia un tono amarillo (a veces intenso), las heces pálidas y la coloración intensa de la orina. A diferencia de los adultos, en niños se presentan signos más atípicos y síntomas gastrointestinales como náusea, vómito, dolores abdominales y diarrea.
Virus de la Hepatitis E (VHE)	Heces	15 - 65 días	Similar a lo descrito para VHA	Similar a lo descrito para VHA
Rotavirus (Grupo A)	Heces	1 - 3 días	5 - 7 días	Gastroenteritis con náusea y vómito
Rotavirus (Grupo B)	Heces	2 - 3 días	3 - 7 días	Gastroenteritis
Calicivirus	Heces	1 - 3 días	1 - 3 días	Gastroenteritis
Virus Norwalk-like	Heces	1 - 2 días	1 - 4 días	Diarrea, nausea, vómito, dolor de cabeza, dolor abdominal

Fuente: CYTED-RIPDA-CIRA (2011).

- Parásitos transmitidas por el agua

Cuadro 6. Principales parásitos transmitidos por el agua

Bacterias	Fuente	Periodo de incubación	Duración	Síntomas clínicos
<i>Giardia lamblia</i>	Heces	5 - 25 días	Meses - años	Puede ser asintomática (hasta un 50%) o provocar una diarrea leve. También puede ser responsable de diarreas crónicas con mala absorción y distensión abdominal.
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Heces	1 - 2 semanas	4 - 21 días	Provoca diarrea acuosa, con dolor abdominal y pérdida de peso. Es un cuadro grave en un huésped comprometido y una infección oportunista en otros pacientes.
<i>Entamoeba histolytica</i> / <i>Amebiasis</i>	Heces	2 - 4 semanas	Semanas - meses	Dolor abdominal, estreñimiento, diarrea con moco y sangre
<i>Cyclospora var. cayetanensis</i>	Heces (oocistes)	3 - 7 días	Semanas - meses	Diarrea acuosa con frecuentes deposiciones, náuseas, anorexia, dolor abdominal, fatiga, pérdida de peso, dolores musculares, meteorismo, y escasa fiebre.
<i>Balantidium coli</i>	Heces	Desconocido	Desconocido	Dolor abdominal, diarrea con moco y sangre, pujo y tenesmo
<i>Dracunculus medinensis</i>	Larva	8 - 14 meses	Meses	El parásito eventualmente emerge (del pie en el 90% de los casos), causando edema intenso y doloroso al igual que úlcera. La perforación de la piel se ve acompañada de fiebre, náuseas y vómitos.

Fuente: CYTED-RIPDA-CIRA (2011).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

El trabajo de investigación se realizó en el Distrito de Palca Provincia de Tarma Región Junín, se tomó muestras de agua de consumo humano en los puntos de muestreo considerados para el estudio. Luego las muestras fueron sometidas a análisis microbiológicos y fisicoquímicos en los laboratorios de la Universidad Nacional Agraria La Molina y la empresa Selva Industrial S.A. – Lima.

3.2. UNIDAD DE ANÁLISIS

Se analizaron muestras de agua de consumo humano tomadas en la bocatoma (P₁), reservorio (P₂), vivienda en el sector Santo Domingo de Huaruyoc (P₃) y vivienda en Palca centro (P₄).

3.3. EQUIPOS

- Espectrofotómetro modelo Genesys 6 (Thermo Electrón Corporation).
- Centrífuga. Modelo MIKRO 22R 1000 rpm/10 min.
- Microscopio binocular BBS LED Novex B
- Cuenta colonias modelo FE-500
- Balanza analítica modelo AE 163 (METLER TOLEDO, Switzerland).
- pH metro digital. Modelo Pentype pH meter marca Pometer.
- Estufa. Modelo Memmert marca Cimatec, 30 – 300 °C.
- Turbidímetro portátil 2100 P
- Termómetro escala de -10 a 150 °C

- Comparador de cloro La Motle
- Desionizador modelo D 7035 (Barnstead).
- Refrigeradora Icebeam Door Cooling
- Baño de maría a $44.5^{\circ} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$.
- Incubadora a $35^{\circ} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$.
- Horno para esterilizar material de vidrio a $160-180^{\circ}\text{C}$
- Autoclave

3.4. MATERIALES

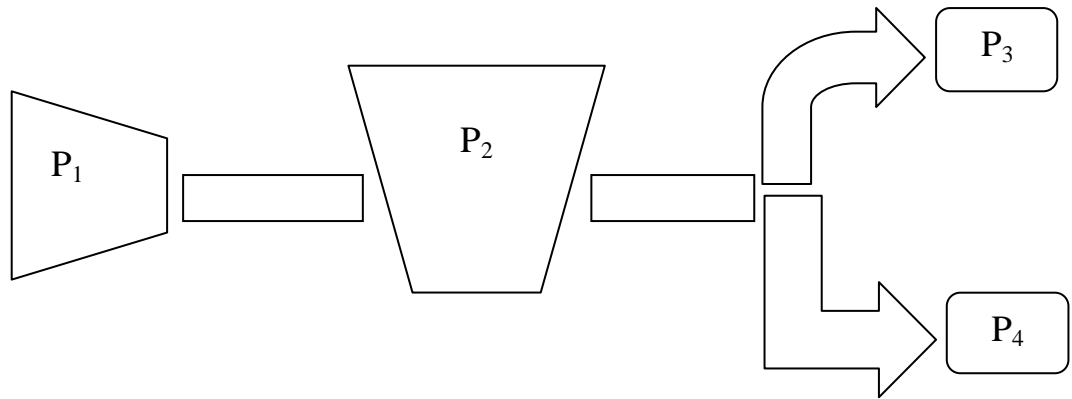
- Recipientes para toma de muestras
- Materiales de acero inoxidable diversos
- Materiales de vidrio diversos

3.5. REACTIVOS

- Medios y reactivos para análisis microbiológicos
- Reactivos para análisis fisicoquímicos
- Tabletas de R-Chemical DPD

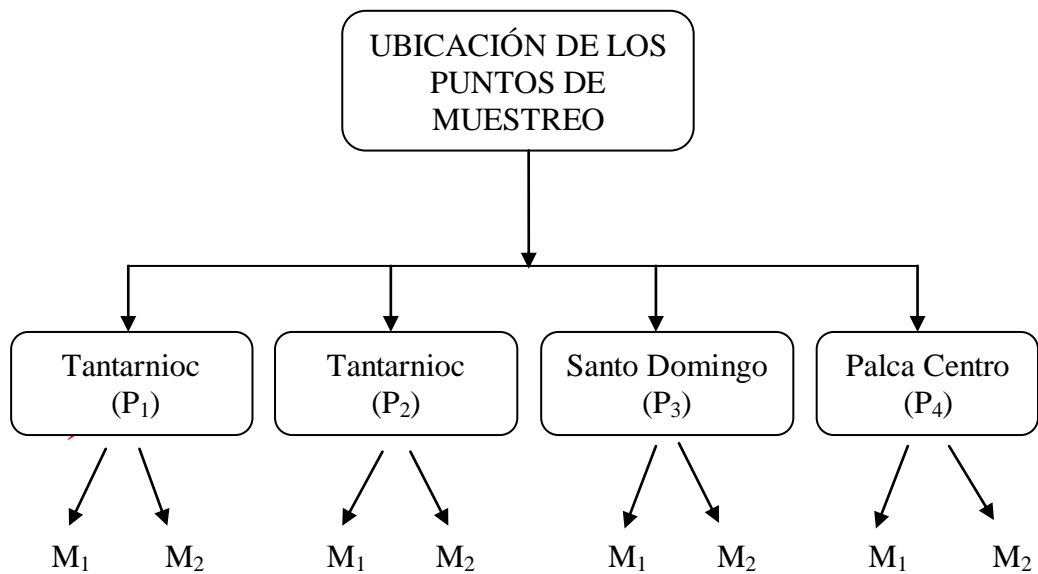
3.6. METODOLOGÍA

La investigación se realizó siguiendo el diagrama de la figura 1. Primero se tomó muestras del agua de consumo que se distribuye en el Distrito de Palca, en frascos esterilizados y estandarizados para muestras de agua, los cuales fueron codificadas y enviadas a los laboratorios de la Universidad Nacional Agraria La Molina y de la empresa Selva Industrial S.A. para los análisis microbiológicos y fisicoquímicos.



- P₁: Bocatoma o ingreso de agua (Tantarniuc)
- P₂: Reservorio de agua (Tantarniuc)
- P₃: Vivienda en el sector de Santo Domingo de Huaruyoc
- P₄: Vivienda en el sector Palca centro

Figura 1. Puntos de muestreo para el análisis de la calidad del agua de consumo que se distribuye en el Distrito de Palca.



M₁, M₂: Muestras que se tomaron en los meses de enero (M1) y febrero (M2).

Figura 2. Esquema para la toma de muestras y análisis del agua de consumo que se distribuye en el Distrito de Palca.

3.7. MÉTODOS ANALÍTICOS DE CONTROL

3.7.1. Análisis microbiológicos

- **Recuento de Heterotrófico;** Standar Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Ed. Part. 9215, APHA/AWWA (2005), citado por **UNALM (2016)**.
- **Numeración de Coliformes Totales;** Standar Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Ed. Part. 9221, APHA/AWWA (2005), citado por **UNALM (2016)**.
- **Numeración de Coliformes termotolerante;** Standar Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Ed. Part. 9221, APHA/AWWA (2005), citado por **UNALM (2016)**.
- **Numeración de *Escherichia coli*;** Standar Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Ed. Part. 9221, APHA/AWWA (2005), citado por **UNALM (2016)**.
- **Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos;** Standar Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Ed. Part. 10750, APHA/AWWA (2005), citado por **UNALM (2016)**.

3.7.2. Análisis fisicoquímicos

- **Turbiedad,** Methods for chemical Analysis of Water and Wastes, Turbidity (Nephelometric). Revised March 1993, citado por **UNALM (2016)**.

- **Sólidos Totales**, Methods for chemical Analysis of Water and Wastes. Revised March 1983, citado por **UNALM (2016)**.
- **Dureza total**, Methods for chemical Analysis of Water and Wastes. Revised March 1983, descrito por **UNALM (2016)**.
- **Alcalinidad total**, SM Method 2320-B APHA AWWA, WEF 21 st 2005. Titration Method, citado por **UNALM (2016)**.
- **pH**, Methods for chemical Analysis of Water and Wastes, pH (electrometric). Revised March 1983, citado por **UNALM (2016)**.
- **Cloro residual**, método según el Manual Merck, citado por **GCG (2010)**.

3.8. ANALISIS ESTADISTICO

Para la comparación de resultados de los análisis de las muestras del agua de consumo del Distrito de Palca se determinó la media y desviación estándar, con el cual se realizó la comparación de medias entre sectores y puntos de muestreo. Asimismo, se realizó los gráficos de comparación entre sectores, meses y promedios. Finalmente las medias encontradas fueron comparadas con los estándares establecidos en las normas técnicas, para verificar el cumplimiento de los valores exigidos por las normas.

IV.RESULTADOS Y DISCUSIONES

A continuación se presentan los resultados, se analizan, discuten y comparan con los límites máximos permisibles establecidos por las normas.

4.1. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

4.1.1. Recuento de heterótrofos

Cuadro 7. Resultados del recuento de heterótrofos (UFC/ml x 10³).

Meses de muestreo	Puntos de muestreo			
	Tantarnioc (P ₁)	Tantarnioc (P ₂)	Santo Domingo (P ₃)	Palca centro (P ₄)
Enero	20	28	39	20
Febrero	6.6	83	1.2	0.95
Promedio	13.3	55.5	20.1	10.475
DS	9.475	38.891	26.729	13.470

DS: Desviación standar

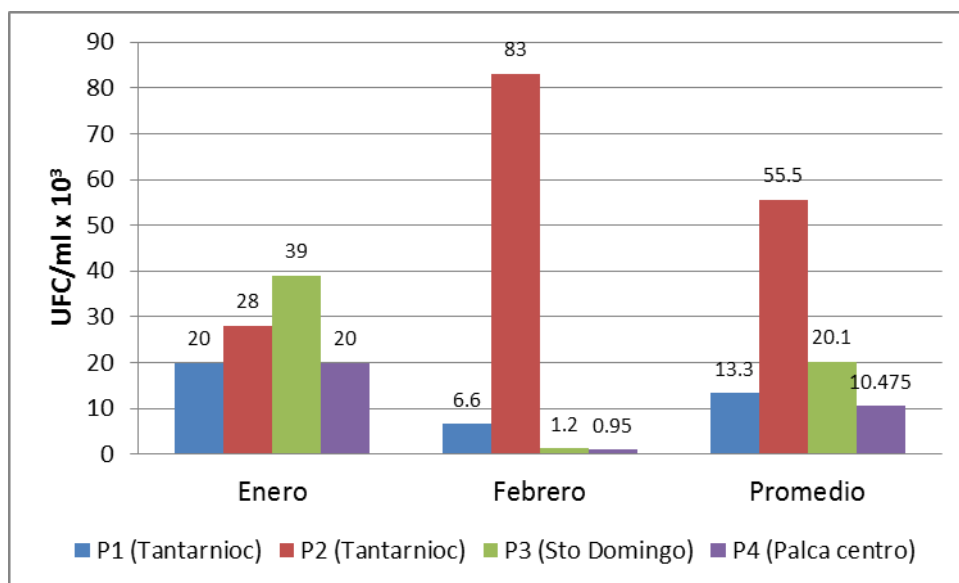


Figura 3. Recuento de heterótrofos (UFC/ml x 10³) por meses y promedios.

Según el cuadro 7 y la figura 3, todas las muestras de agua analizadas de los cuatro puntos de muestreo presentan colonias heterótrofas con valores que van desde 0.95 x 10³ hasta 83 x 10³ UFC/ml, siendo mayor en las muestras tomadas en el reservorio (P2 de Tantarnioc) cuyo valor promedio fue 55.5 x 10³ UFC/ml, seguido de las muestras tomadas en vivienda en el sector Santo Domingo (P3) (promedio 20.1 x 10³ UFC/ml) y en la Bocatoma (Tantarnioc P1) (promedio 13.3 x 10³ UFC/ml), y con menor número de colonias en las muestras tomadas en vivienda (promedio 10.475 x 10³ UFC/ml) en Palca centro (P4). Estos resultados muestran que todas las muestras de agua de consumo tomadas de los cuatro puntos de muestro presentan valores de colonias heterótrofas muy superior al límite establecido en el Reglamento de Calidad de Agua de Consumo Humano en el Perú por **SNSS (1995)**, y **MINSA (2011)** que indica como concentración máxima 500 colonias heterótrofas por mililitro, para ser considerado apta para el consumo

humano; estándar similar reporta **ITINTEC (1987)**, norma técnica nacional para Agua potable, que indica como valor máximo admisible 500 UFC/ml.

Las bacterias heterotróficas (heterótrofas) son aquellas bacterias que usan compuestos del carbono orgánico como fuente de energía y para su crecimiento, en contraposición con las bacterias autotróficas que utilizan los compuestos inorgánicos como fuente de energía y el CO₂, como fuente de carbono. Esta definición de bacteria heterótrofa es amplia e incluye tanto a las bacterias saprofitas como a las patógenas. Por ello, tanto las bacterias que causan como las que no causan enfermedades son heterótrofas (**REASONER, 1998**).

La determinación de bacterias heterótrofas es un requisito para establecer la calidad del agua de consumo humano y la efectividad de los tratamientos a los que son sometidos, como indica **REASONER (1998)**, la medición de bacterias heterótrofas en el agua potable puede proporcionar información útil a los operadores de plantas de agua, ingenieros sanitarios, supervisores de la calidad del agua y analistas de laboratorios de calidad del agua. Durante el tratamiento la densidad bacteriana varía y en la red de distribución se puede monitorear el deterioro de la calidad a través de los métodos de recuento heterotrófico en placas (RHP). La aplicación constante del método de RHP seleccionado proporcionará datos básicos para evaluar cambios en la calidad bacteriana del agua potable.

4.1.2. Enumeración de coliformes totales

Cuadro 8. Resultados de la enumeración de coliformes totales (NMP/100 ml x 10²).

Meses de muestreo	Puntos de muestreo			
	Tantarnioc (P ₁)	Tantarnioc (P ₂)	Santo Domingo (P ₃)	Palca centro (P ₄)
Enero	16	16	16	16
Febrero	16	16	0.49	1.7
Promedio	16	16	8.2	8.9
DS	0.000	0.000	10.967	10.112

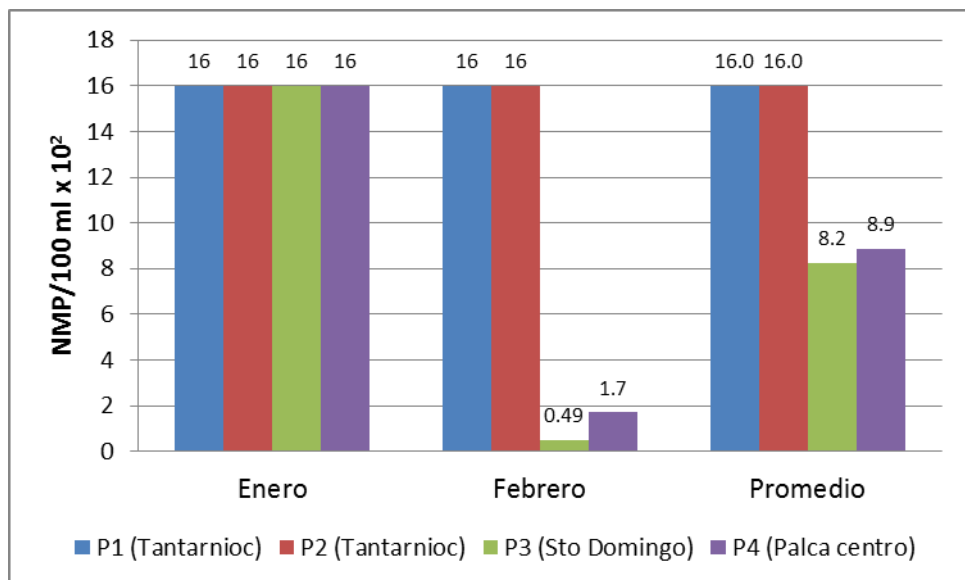


Figura 4. Coliformes totales (NMP/100ml x 10²) por meses y promedios.

En el cuadro 8 y figura 4, se observa que todas las muestras de agua analizadas presentan coliformes totales, con valores promedios de 8.2×10^2 hasta 16×10^2 NMP/100 ml; siendo menor los valores promedios encontrados en las viviendas en Santo Domingo y Palca (8.2 y 8.9×10^2 NMP/100 ml) frente a los determinados en la boca toma de Tantarnioc y reservorio de Tantarnioc (16 y 16×10^2 NMP/100 ml). Estos resultados muestran que el agua de consumo analizado no cumple con el límite máximo permisible establecido en el Reglamento de Calidad de Agua de Consumo Humano del **MINSA (2011)** que indica 0 UFC/100 ml ó < 1.8 NMP/100ml. De Igual modo la **SNSS (1995)**, en el Reglamento de Calidad de Agua de Consumo Humano Perú, reporta como concentración máxima de coliformes totales 0. Mientras que en los límites establecidos por el **ITINTEC (1987)**, norma técnica nacional para Agua potable, indica que no debe haber presencia de este microorganismo (ausencia) para considerarse agua apta para el consumo humano.

De acuerdo a los resultados, todas las muestras analizadas tuvieron presencia de Coliformes totales y en cantidades muy elevadas, por el cual indica que estas aguas estuvieron en contacto con excretas de animales o humanos; como hace referencia la **OMS (1989)** citado por **SILVA y MARTINEZ (2000)**, que la evaluación del nivel de calidad microbiológica utiliza indicadores de contaminación fecal, que son aquellos microorganismos cuya presencia da clara evidencia que existe contaminación asociada con excretas humanas y de animales de sangre caliente, son organismos que normalmente viven en el tracto intestinal de

los huéspedes y sirven como parámetro para evaluar la calidad microbiológica de las aguas residuales. Los análisis principalmente incluyen: coliformes totales, coliformes fecales y estreptococos fecales.

Por ello, se concluye que las muestras de agua analizadas de los cuatro puntos de muestreo Bocatoma y reservorio (Tantarnioc) así como de las viviendas (Santo Domingo y Palca centro) tuvieron algún tipo de contaminación fecal y que microbiológicamente según el reglamento del **MINSA (2011)** es no apta para el consumo humano.

4.1.3. Enumeración de coliformes termotolerantes

Cuadro 9. Resultados de la enumeración de coliformes termotolerantes (NMP/100 ml x 10).

Meses de muestreo	Puntos de muestreo			
	Tantarnioc (P ₁)	Tantarnioc (P ₂)	Santo Domingo (P ₃)	Palca centro (P ₄)
Enero	17	17	22	13
Febrero	7.9	160	3.3	1.3
Promedio	12.5	88.5	12.7	7.2
DS	6.435	101.116	13.223	8.273

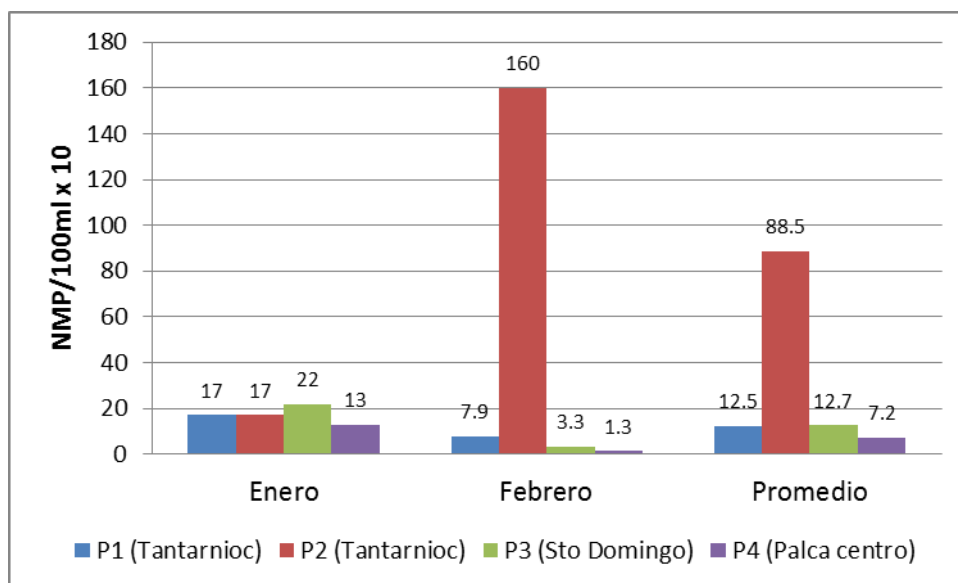


Figura 5. Coliformes termotolerantes (NMP/100ml x 10) por meses y promedios.

Según el cuadro 9 y la figura 5, se observa que todas las muestras de agua analizadas presentan coliformes termotolerantes en promedio de 7.2 a 88.5 x 10 NMP/100 ml, siendo mayor en las muestras tomadas en el reservorio (Tantarnioc), cuyo valor promedio fue de 88.5 x 10. Estos resultados indican que las aguas de consumo analizadas no cumplen con los límites establecidos por el **MINSA (2011)** que indica 0 UFC/100 ml ó < 1.8 NMP/100ml; de igual modo el **ITINTEC (1987)**, norma técnica nacional para Agua potable, indica que no debe haber presencia de estos microorganismos para que el agua sea apta para el consumo humano.

Según estos resultados, el 100 % de las muestras analizadas tuvieron presencia de Coliformes termotolerantes.

4.1.4. Enumeración de *Escherichia coli*

Cuadro 10. Resultados de la enumeración de *Escherichia coli* (NMP/100 ml).

Meses de muestreo	Puntos de muestreo			
	Tantarnioc (P ₁)	Tantarnioc (P ₂)	Santo Domingo (P ₃)	Palca centro (P ₄)
Enero	170	170	140	27
Febrero	79	220	33	7.8
Promedio	124.5	195.0	86.5	17.4
DS	64.347	35.355	75.660	13.576

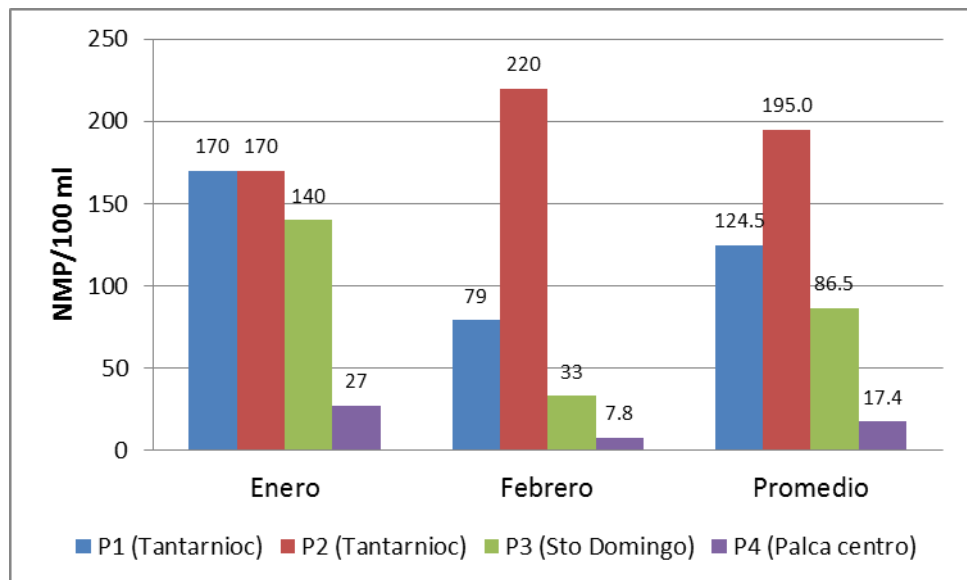


Figura 6. *Escherichia coli* (NMP/100ml) por meses y promedios

Según el cuadro 10 y la figura 6, se observa que todas las muestras de agua analizadas presentan *Escherichia coli* (*E. coli*) en promedio de 17.4 a 195.0

NMP/100 ml, la mayor presencia de *E. coli* se observó en las muestras tomadas en el reservorio (Tantarnioc), cuyo valor promedio fue de 195 NMP/100 ml. Estos resultados demuestran que las aguas no cumplen con los límites establecidos por el **MINSA (2011)** que indica 0 UFC/100 ml ó < 1.8 NMP/100ml, para agua de consumo humano; de igual modo el **ITINTEC (1987)**, norma técnica nacional para Agua potable, indica que debe mostrarse ausencia de este microorganismos para que el agua sea apta para el consumo humano.

Según estos resultados, el 100 % de las muestras analizadas tuvieron presencia de *Escherichia coli*.

4.1.5. Conteo de larvas y huevos de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos

Cuadro 11. Resultados del conteo de larvas y huevos de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos (N°/L).

Meses de muestreo	Puntos de muestreo			
	Tantarnioc (P ₁)	Tantarnioc (P ₂)	Santo Domingo (P ₃)	Palca centro (P ₄)
Enero	0	6	8	4
Febrero	2	3	0	0
Promedio	1.0	4.5	4.0	2.0
DS	1.414	2.121	5.657	2.828

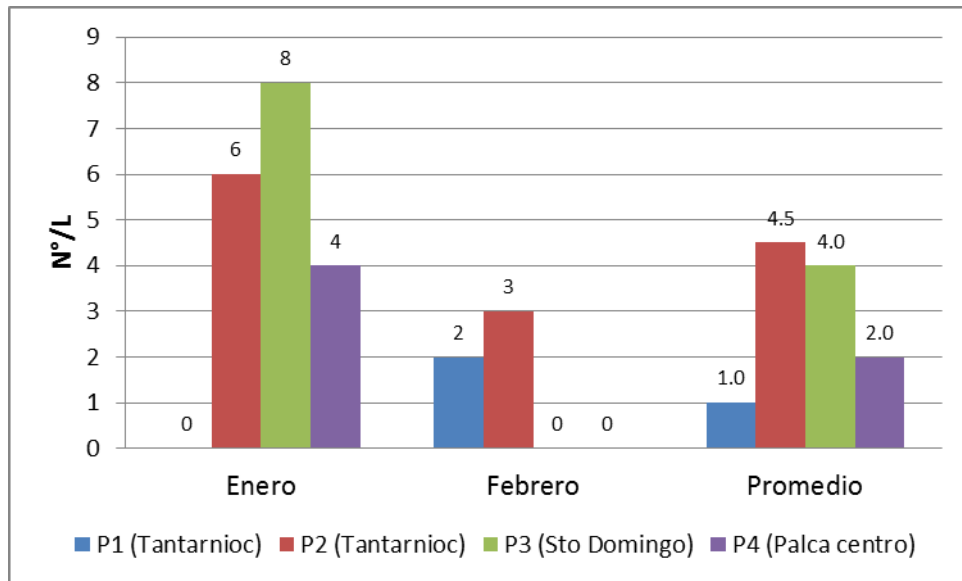


Figura 7. Larvas y huevos de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos (N°/L) por meses y promedios

Según el cuadro 11 y la figura 7, en promedio todas las muestras analizadas presentan larvas y huevos de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos en promedio de 1.0 a 4.5 org/L, el cual indica que la calidad agua de consumo que se distribuye en Santo Domingo y Palca centro, no se encuentra de acuerdo a los límites máximos permisibles establecidos por el **MINSA (2011)**, que indica 0 org/L para agua de consumo humano; de igual modo el **ITINTEC (1987)**, Norma técnica nacional para Agua potable, indica que debe mostrarse ausencia de parásitos y protozoarios.

Según estos resultados, en promedio todas las muestras de agua que se capta y distribuye en el Distrito de Palca para consumo humano tuvieron

presencia de larvas y huevos de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.

La presencia de larvas y huevos de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos son indicadores de contaminación fecal que ocasionan riesgos a la salud, como menciona **MENOCAL** y **CARABALLO (2014)**, los huevos de helmintos son el principal riesgo a la salud debido al uso seguro del agua residual o lodos en la agricultura. Los quistes de los protozoarios como *Giardia* y *Cryptosporidium*, son difíciles de eliminar del agua de consumo sin tratar, debido a su pequeño tamaño y resistencia a oxidantes usados comúnmente como el cloro.

Por otro lado **SILVA y MARTINEZ (2000)**, afirman que los helmintos son una agrupación no taxonómica, que se refiere al conjunto de parásitos obligatorios del tracto intestinal (y de órganos relacionados) del hombre y otros vertebrados; pertenecen al grupo de los nematodos. En los seres humanos las helmintiasis intestinales representan colectivamente las infecciones parasitarias más predominantes.

Según **MENOCAL y CARABALLO (2014)**, los huevos de helminto son el principal riesgo a la salud debido al uso seguro de agua residual o de lodos en la agricultura, a causa de la existencia de fases altamente resistentes de estos microorganismos y el bajo control que sobre ellas hacen las prácticas tradicionales de desinfección.

Diversos autores concuerdan en que los huevos de helmintos, particularmente el género *Ascaris* spp, son los indicadores más apropiados para estudios de inactivación de parásitos en agua y lodo residual, ya que a diferencia de las bacterias y otros organismos patógenos, como virus y protozoarios, éstas estructuras son capaces de permanecer en estado latente en suelos por períodos prolongados (por lo menos 7 años), bajo condiciones ambientales adversas (temperatura inferior a 10 °C), pueden conservar su viabilidad durante meses, además de ser resistentes a desinfectantes como el cloro y a pH extremos. Aunado a esto, los huevos de *Ascaris* spp, generalmente se encuentran en altas concentraciones de aguas y lodos residuales **(RHYNER, 1995; MARA Y ALABASTER, 1995; MEHLHORN, 1988)**, citado por **SILVA y MARTINEZ (2000)**.

Comúnmente la literatura reporta las siguientes especies de huevos de helmintos en aguas residuales: *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, *Toxocara sp.* y *Enterobius vermicularis*, cuya transmisión es por la ingestión de los huevos; *Strongiloides stercoralis* en etapa larvaria penetra por la piel y los huevos de uncinarias liberan una larva que penetra por la piel. Los estodos (solitarias) son adquiridos a través de la ingestión de huevos o carne infectada **(GENTA, 1996)**, citado por **SILVA y MARTINEZ (2000)**.

También **MENOCAL y CARABALLO (2014)**, refieren que las enfermedades infecciosas provocadas por agentes patógenos como bacterias, virus y parásitos (por ejemplo, protozoos y helmintos) constituyen

los riesgos para la salud más frecuentes y extendidos relacionados con el agua. Las infecciones parasitarias como la balantidiosis (*Balantidium coli*) y algunos helmintos (especies de los géneros *Fasciola*, *Fasciolopsis*, *Echinococcus*, *Spirometra*, *Ascaris*, *Trichuris*, *Toxocara*, *Necator*, *Ancylostoma* y *Strongyloides*, y la especie *Taenia solium*) pueden hallar en el agua de consumo contaminada con tierra o heces una vía para su difusión.

Finalmente, los resultados de los análisis microbiológicos del agua de consumo que se distribuye en el Distrito de Palca Provincia de Tarma, región Junín, presenta valores similares a los análisis microbiológicos del agua de inmuebles en Lima, como reporta **MARCHAND (2002)**, quien afirma que, el 17.86 % de muestras presentó contaminación microbiana superior a los límites establecidos por la NTN 214.003 ITINTEC (1987); los microorganismos indicadores predominantes fueron bacterias heterotróficas (70 %), coliformes totales (70 %) y coliformes termotolerantes (52.50 %). La existencia de fuga y filtraciones entre los sistemas de almacenamiento y distribución de agua en el interior de los inmuebles y los sistemas de drenaje domiciliarios hacen posible la contaminación por coliformes totales y fecales.

Estos resultados demuestran que el agua para consumo humano que se distribuye en el Distrito de Palca, según el Reglamento de la calidad del agua para consumo humano del **MINSA (2011)**, no es apta para el consumo humano y por tanto, genera un riesgo para la salud de su población, debido a que, como refiere **MARCHAND (2002)**, el peligro más común con relación

al agua de consumo humano es el de su contaminación, directa o indirecta, debido a la acción de aguas residuales, excretas de hombres y animales, además de factores fisicoquímicos y ambientales. De igual modo, **GUILLEN *et al.*, (2013)**, afirma que, la transmisión de parásitos intestinales a través del agua representa un problema de salud pública a nivel mundial. Considerando la importancia del agua como uno de los recursos renovables más importantes para el hombre por su utilidad, abundancia y amplia distribución en la naturaleza, la contaminación de ésta con excretas humanas y animales, favorecen la transmisión de infecciones parasitarias. Asimismo, la **OMS (2008)**, afirma que, los mayores riesgos microbianos son los derivados del consumo de agua contaminada con excrementos humanos o animales (incluidos los de las aves). Los excrementos pueden ser fuente de patógenos, como bacterias, virus, protozoos y helmintos.

4.2. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

4.2.1. Análisis de turbiedad

Cuadro 12. Resultados del análisis de la turbiedad (NTU).

Meses de muestreo	Puntos de muestreo			
	Tantarnioc (P ₁)	Tantarnioc (P ₂)	Santo Domingo (P ₃)	Palca centro (P ₄)
Enero	2.34	2.81	1.82	1.94
Febrero	2.14	5.52	1.81	1.46
Promedio	2.24	4.17	1.82	1.70
DS	0.141	1.916	0.007	0.339

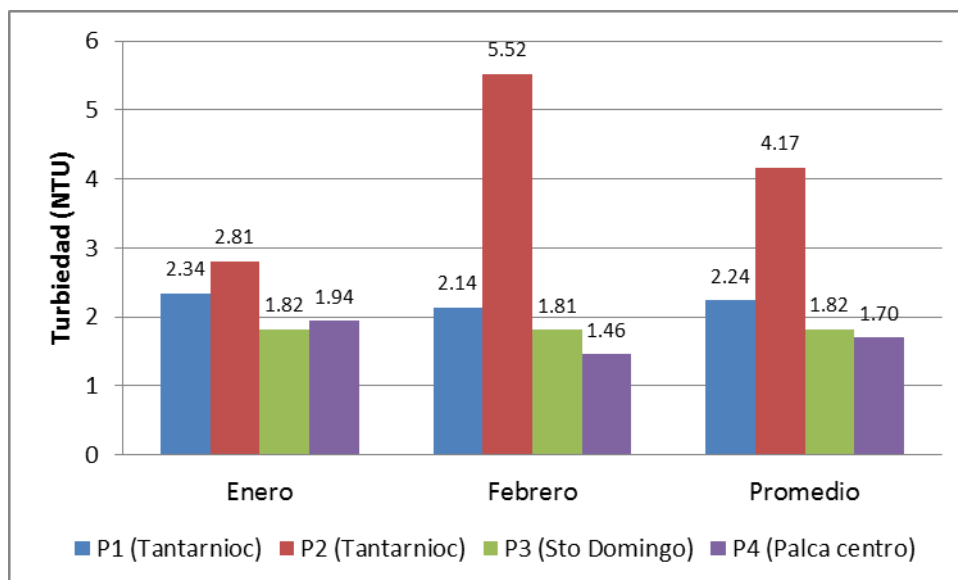


Figura 8. Turbiedad (NTU) del agua por meses y promedios.

Según el cuadro 12 y la figura 8, los valores de turbiedad (UNT – Unidades nefelométrica de turbiedad) en promedio se encuentran dentro del límite máximo permisible establecido por el **MINSA (2011)**, que señala 5 UNT límite permisible; asimismo, la norma técnica Peruana **ITINTEC (1987)**, que indica para *aguas tratadas con proceso de filtración* como valor recomendable de 3 NTU y como valor máximo admisible 5 NTU, también indica para *aguas sin proceso de filtración* como valor máximo admisible 15 NTU. Valores similares señala la **SNSS (1995)**, en el Reglamento de Calidad de Agua de Consumo Humano en el Perú, para agua superficial 5 NTU y para agua subterránea 15 NTU.

Según estos resultados en promedio el 100 % de las muestras analizadas tuvieron valores dentro de los límites permisibles.

Por tanto, la turbidez no es un problema en el agua de consumo que se distribuye en el distrito de Palca; sin embargo, según la **OMS (2008)**, la turbidez es un parámetro operativo importante en el control de los procesos de tratamiento, y puede indicar la existencia de problemas, sobre todo en la coagulación, sedimentación y en la filtración. Aun cuando no se ha propuesto ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para la turbidez; idóneamente, la turbidez mediana debe ser menor que 0,1 UNT para que la desinfección sea eficaz.

4.2.2. Análisis de sólidos totales

Cuadro 13. Resultados del análisis de los sólidos totales (mg/L).

Meses de muestreo	Puntos de muestreo			
	Tantarnioc (P ₁)	Tantarnioc (P ₂)	Santo Domingo (P ₃)	Palca centro (P ₄)
Enero	50.0	61.5	60.5	54.5
Febrero	173	74.5	60.5	67.5
Promedio	111.5	68.0	60.5	61.1
DS	86.974	9.192	0.000	9.334

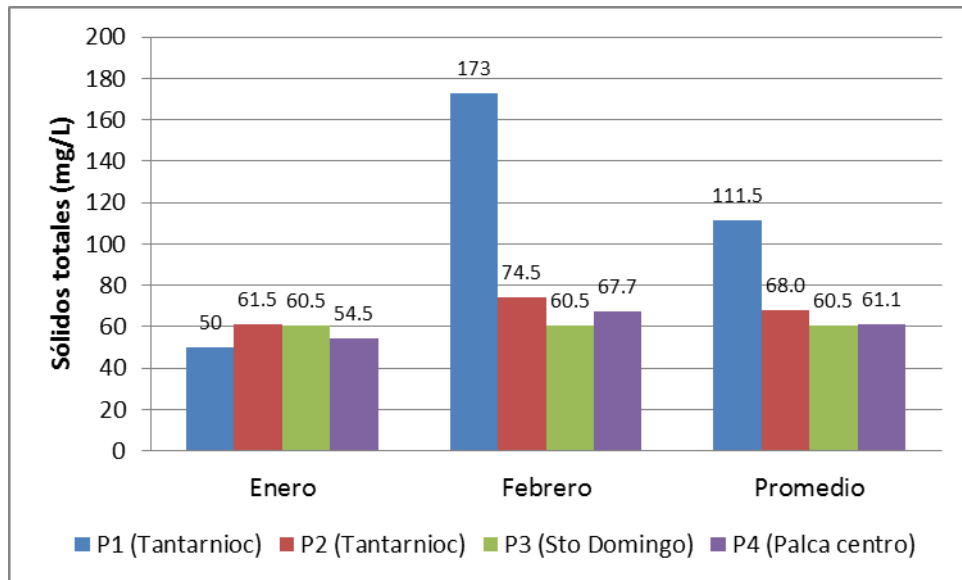


Figura 9. Sólidos totales (mg/L) por meses y promedios.

En el cuadro 13 y la figura 9, se muestran los valores de sólidos totales (mg/L), donde se puede observar que los valores individuales se encuentran

desde 50 hasta 173 mg/L, y los promedios desde 60.5 a 111.5 mg/L. Estos resultados tanto individuales como promedios se encuentran dentro de los límites establecidos por la **SNSS (1995)** y el **MINSA (2011)**, que indican como límite máximo permisible 1000 mg/L. De igual modo, la Norma Técnica Peruana **ITINTEC (1987)**, establece como valor máximo recomendable 500 mg/L y como valor máximo admisible de 1000 mg/L.

Según estos resultados el 100 % de las muestras analizadas tuvieron valores de sólidos totales dentro de los límites permisibles.

Al respecto, la **OMS (2008)**, menciona que, la palatabilidad del agua con una concentración de sólidos disueltos totales (SDT) menor a 600 mg/L suele considerarse buena, pero a concentraciones mayores que aproximadamente 1000 mg/L la palatabilidad del agua de consumo disminuye significativa y progresivamente. Los consumidores también pueden considerar inaceptable la presencia de concentraciones altas de SDT debido a que genera excesivas incrustaciones en tuberías, calentadores, calderas y electrodomésticos. No se ha propuesto ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para los SDT.

4.2.3. Análisis de la dureza total

Cuadro 14. Resultados del análisis de la dureza total (mg CaCO₃/L).

Meses de muestreo	Puntos de muestreo			
	Tantarnioc (P ₁)	Tantarnioc (P ₂)	Santo Domingo (P ₃)	Palca centro (P ₄)
Enero	27.08	27.02	26.90	26.85
Febrero	190.34	179.39	182.99	182.69
Promedio	108.71	103.21	104.95	104.77
DS	115.442	107.742	110.372	110.196

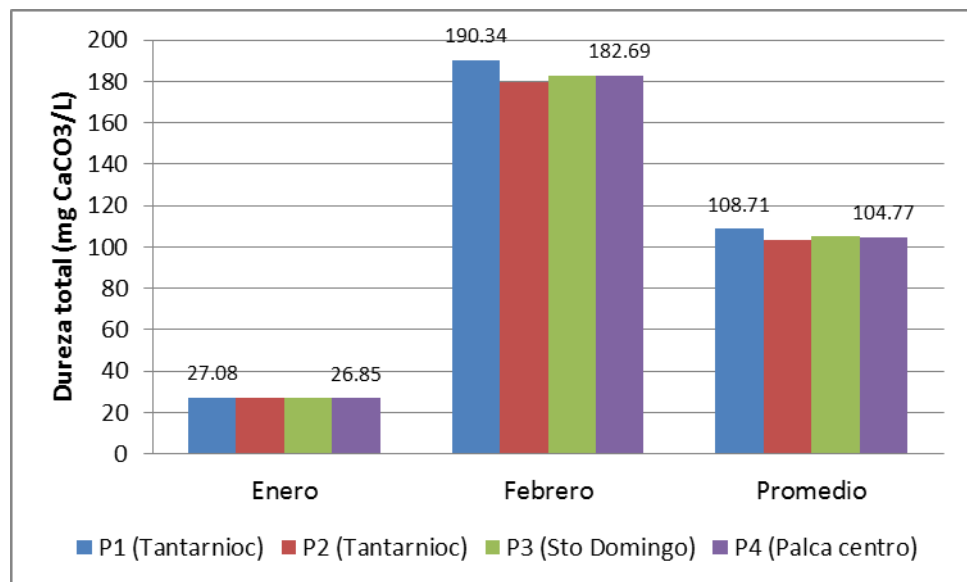


Figura 10. Dureza total (mg CaCO₃/L) por meses y promedios.

En el cuadro 14 y la figura 10, se muestran los valores de dureza total, individuales y promedios, se observa una mayor dureza en las muestras

tomadas en el mes de febrero; Sin embargo, estos resultados tanto individuales como promedios se encuentran dentro del rango establecido por **SNSS (1995)**, de 100 a 500 mg/L, y por debajo del límite máximo permisible establecido por el **MINSA (2011)**, 500 mg CaCO₃/L. Según la Norma Técnica Peruana **ITINTEC (1987)**, establece como valor máximo recomendable 200 mg/L.

La dureza no es un problema en el agua de consumo que se distribuye en el Distrito de Palca, ya que según la **OMS (2008)**, la dureza del agua derivada de la presencia de calcio y magnesio; y la aceptabilidad por la población del grado de dureza del agua puede variar en gran medida de una comunidad a otra, en función de las condiciones locales. El valor del umbral gustativo del ión calcio se encuentra entre 100 y 300 mg/l, dependiendo del anión asociado, mientras que el del magnesio es probablemente menor que el del calcio. En algunos casos, los consumidores toleran una dureza del agua mayor que 500 mg/l.

La dureza del agua si no es controlada puede ocasionar diversos problemas en el sistema de tratamiento y distribución, como refiere la **OMS (2008)**, las aguas duras, al calentarlas, forman precipitados de carbonato cálcico. Por otra parte, las aguas blandas, con una dureza menor que 100 mg/l, pueden tener una capacidad de amortiguación del pH baja y ser, por tanto, más corrosivas para las tuberías.

4.2.4. Análisis de la alcalinidad total

Cuadro 15. Resultados del análisis de la alcalinidad total (mg CaCO₃/L).

Meses de muestreo	Puntos de muestreo			
	Tantarnioc (P ₁)	Tantarnioc (P ₂)	Santo Domingo (P ₃)	Palca centro (P ₄)
Enero	39.76	36.07	34.43	36.07
Febrero	42.22	44.27	46.73	47.96
Promedio	40.99	40.17	40.58	42.02
DS	1.739	5.798	8.697	8.407

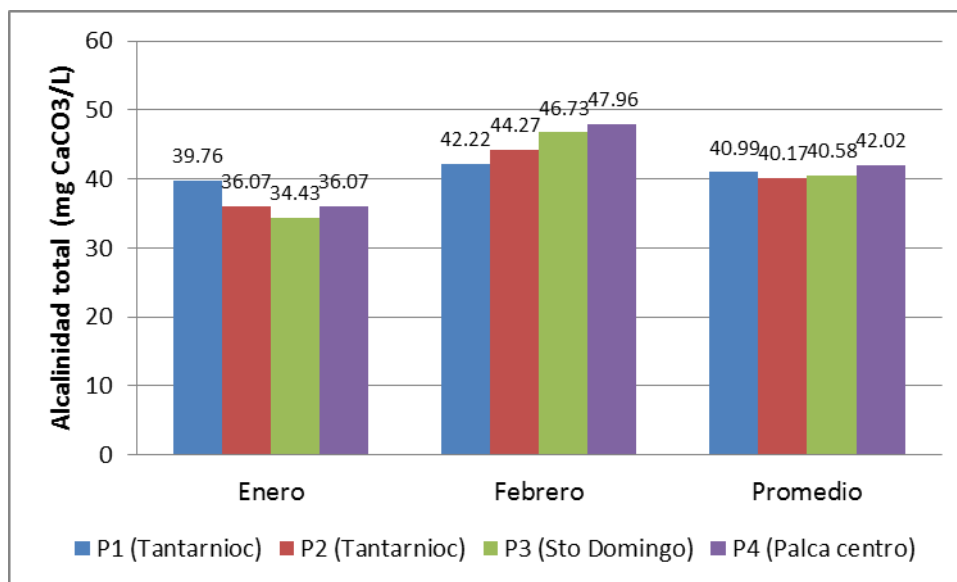


Figura 11. Alcalinidad total (mg CaCO₃/L) por meses y promedios.

En el cuadro 15 y la figura 11, se muestran que los valores de alcalinidad total fueron homogéneos con muy poca diferencia, se observa que en promedio se encuentran entre 40.17 a 42.02 mg/L; Estos resultados en promedio se encuentran por encima del valor establecido en el Reglamento de Calidad de Agua de Consumo Humano en el Perú de la **SNSS (1995)**, en el, que indica 25 mg/L. Sin embargo, se encuentran dentro de los límites descritos por la **MPS-MAVDT (2007)**, en su Resolución 2115-2007, donde refiere como valor máximo aceptable 200 mg/L. Asimismo, **ORELLANA (2005)**, reporta que como límite recomendado una alcalinidad total mayor de 30 y menor de 200 mg/L.

El control de la alcalinidad es importante, como indica la **OMS (2008)**, el agua con una dureza mayor que aproximadamente 200 mg/l, en función de la interacción de otros factores, como el pH y la alcalinidad, puede provocar la formación de incrustaciones en las instalaciones de tratamiento, el sistema de distribución, y las tuberías y depósitos de los edificios.

De igual modo la **OPS/CEPIS (2004)**, refiere que, la alcalinidad es importante en el tratamiento del agua porque reacciona con coagulantes hidrolizables (como sales de hierro y aluminio) durante el proceso de coagulación. Además, este parámetro tiene incidencia sobre el carácter corrosivo o incrustante que pueda tener el agua y, cuando alcanza niveles altos, puede tener efectos sobre el sabor. Durante el tratamiento, las aguas

crudas de muy baja alcalinidad pueden requerir la adición de un alcalinizante primario (como el hidróxido de calcio).

4.2.5. Análisis del pH

Cuadro 16. Resultados del análisis del pH (Adimensional).

Meses de muestreo	Puntos de muestreo			
	Tantarnioc (P ₁)	Tantarnioc (P ₂)	Santo Domingo (P ₃)	Palca centro (P ₄)
Enero	6.77	6.81	6.87	6.89
Febrero	6.80	6.75	6.85	6.85
Promedio	6.79	6.78	6.86	6.87
DS	0.021	0.042	0.014	0.028

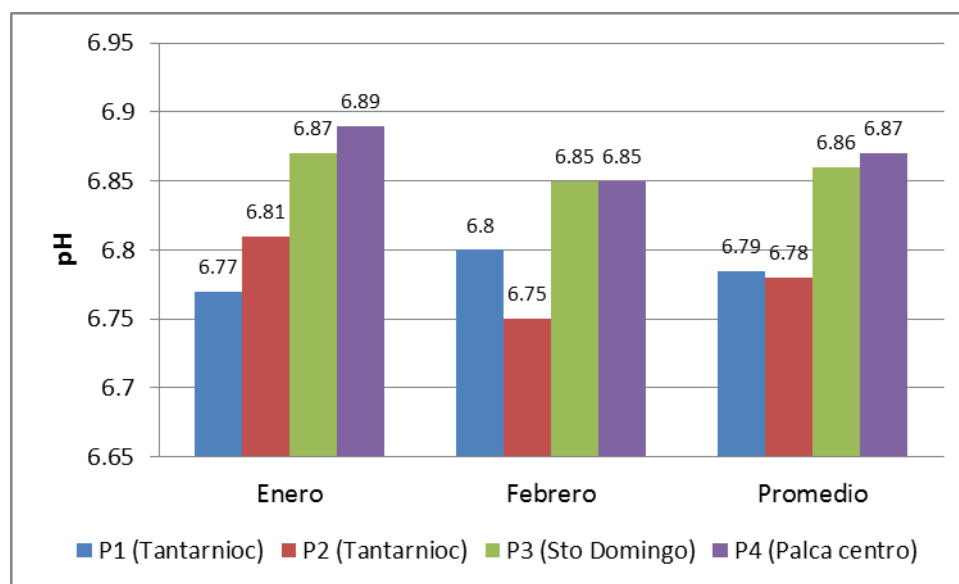


Figura 12. pH del agua por meses y promedios.

Según el cuadro 16 y la figura 12, los valores de pH tanto individuales y promedios se encuentran dentro del rango establecido por la Norma Técnica

Peruana **ITINTEC (1987)**, que indica como valor recomendable entre 6.5 a 8.5. De igual modo, el **SNSS (1995)** y el **MINSA (2011)** indica como límites permisibles entre 6.5 a 8.5.

Al respecto, la **OMS (2008)** menciona que el pH óptimo necesario variará en distintos sistemas de abastecimiento en función de la composición del agua y la naturaleza de los materiales empleados en el sistema de distribución, pero suele oscilar entre 6.5 y 8.

Al respecto, **ROSAS (2001)**, refiere que el pH es un parámetro importante en el agua. Un agua con pH menor que 6 es fuertemente corrosiva para los metales, también puede provocar reacciones de disolución de las sales presentes en las rocas. El valor del pH en las aguas superficiales viene influenciado por causas naturales como el ácido carbónico disuelto, y el sustrato litogénico por donde atraviesan. En lo que respecta a la polución antropogénica, el pH del agua varía debido a vertidos de determinadas industrias.

Asimismo, la **OMS (2008)**, reporta que, aunque el pH no suele afectar directamente a los consumidores, es uno de los parámetros operativos más importantes de la calidad del agua. Se debe prestar mucha atención al control del pH en todas las fases del tratamiento del agua para garantizar que su clarificación y desinfección sean satisfactorias. Para que la desinfección con cloro sea eficaz, es preferible que el pH sea menor que 8; no obstante, el agua con un pH más bajo será probablemente corrosiva. El

pH del agua que entra en el sistema de distribución debe controlarse para reducir al mínimo la corrosión del sistema de fontanería en las instalaciones domésticas. El control de la alcalinidad y del contenido de calcio también contribuye a la estabilidad del agua y a controlar su capacidad corrosiva de tuberías y electrodomésticos. Si no se reduce al mínimo, la corrosión puede provocar la contaminación del agua de consumo y efectos adversos en su sabor y aspecto. No se ha propuesto ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el pH.

4.2.6. Análisis de cloro residual

Cuadro 17. Resultados del análisis de cloro residual (mg/L).

Meses de muestreo	Puntos de muestreo			
	Tantarnioc (P ₁)	Tantarnioc (P ₂)	Santo Domingo (P ₃)	Palca centro (P ₄)
Enero	ND	ND	ND	ND
Febrero	ND	ND	ND	ND

ND: No detectado

Según los resultados mostrados en el cuadro 17, el 100 % de las muestras analizadas reportan resultados de ND, el cual indica que durante los meses del estudio, el agua de consumo que se capta y distribuye en el distrito de Palca no ha recibido tratamiento de cloración.

Estos resultados demuestran porque el agua de consumo analizado presenta un alto contenido de microorganismos contaminantes, debido a que no se ha detectado cloro residual como exige la norma, como indica la **OMS (2008)**, la desinfección es una operación de importancia incuestionable para el suministro de agua potable. La destrucción de microorganismos patógenos es una operación fundamental que muy frecuentemente se realiza mediante productos químicos reactivos como el cloro. La desinfección constituye una barrera eficaz para numerosos patógenos (especialmente las bacterias) durante el tratamiento del agua de consumo y debe utilizarse tanto en aguas superficiales como en aguas subterráneas expuestas a la contaminación fecal. La desinfección residual se utiliza como protección parcial contra la contaminación con concentraciones bajas de microorganismos y su proliferación en el sistema de distribución.

Para garantizar la calidad microbiológica del agua, la **OMS (2008)**, en guías para la calidad del agua potable reporta como valor de referencia del cloro de 5 mg/L, y para que la desinfección sea eficaz, debe haber una concentración residual de cloro libre $\geq 0,5$ mg/L tras un tiempo de contacto de al menos 30 minutos a pH <8,0. De igual modo, **MINSA (2011)**, establece como límite máximo permisible 5 mg/L de cloro; y para una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mg/L.

También **DIGESA (2010)**, reporta valores para Cloro residual ≥ 0.5 mg/L y como contenido mínimo aceptable: 0.3 mg/L; además refiere que se debe tener en cuenta como requisito, que el 80 % de las muestras deben tener un contenido de cloro residual ≥ 0.5 mg/L.

Además, para garantizar la calidad microbiológica del agua de consumo humano, **DIGESA (2010)**, reporta rangos de dosificación de cloro residual en red, como se menciona a continuación:

- De 0.0 a < 0.3 mg/L: Dosificación mínima (riesgo)
- De 0.3 a < 0.5 mg/L : Dosificación baja
- Mayor a 0.5 mg/L: Dosificación adecuada (seguro)
- Rangos aceptables 0.5 a 0.8 mg/L.

Según la **OMS (2008)**, la mayoría de las personas pueden detectar, mediante el olfato o el gusto, la presencia en el agua de consumo de concentraciones de cloro bastante menores que 5 mg/L, y algunas incluso pueden detectar hasta 0.3 mg/L. Si la concentración de cloro libre residual alcanza valores de 0.6 a 1.0 mg/L, aumenta la probabilidad de que algunos consumidores encuentren desagradable el sabor del agua. El umbral gustativo del cloro es menor que su valor de referencia basado en efectos sobre la salud.

Finalmente, según los resultados de los análisis del agua que se distribuye en el Distrito de Palca no cumplen con estándares microbiológicos y contenido de cloro residual, concluyéndose que no es apta para el consumo humano.

Los resultados de los análisis microbiológicos y fisicoquímicos confirman las versiones de los usuarios entrevistados durante la toma de muestras, quienes manifestaron que la calidad del agua de consumo que se distribuye a la población es deficiente por la falta de tratamiento.

Esta información fue corroborada durante el estudio de campo, observándose que el Distrito de Palca no cuenta con un sistema de tratamiento de agua para consumo humano, ya que sólo cuentan con un sistema muy rustico que comienza con una bocatoma que capta el agua del río Tantaranio y lo lleva a un reservorio y de ahí lo distribuye a la población, en dicho reservorio, no tienen un sistema de floculación, regulación de la alcalinidad, ni tratamiento con cloro para reducir la carga microbiana, también se ha observado que no cuentan con personal capacitado y permanente que realice el tratamiento y control diario de los parámetros de calidad del agua, todo ello nos confirma los resultados obtenidos en la presente investigación, en el cual el 100 % de las muestras analizadas no se detectó presencia de cloro residual, los indicadores de calidad microbiológica están por encima de los límites máximos permisibles detectándose la presencia de coliformes totales, termotolerantes, *E. coli*, así como larvas y huevos de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.

El agua es uno de los bienes más importantes y escasos que tienen las personas alrededor del mundo, nuestro país no es una excepción; muchas de nuestras poblaciones se ven obligados a beber de fuentes cuya calidad deja mucho que desear y produce un sin fin de enfermedades a niños y adultos. El acceso al agua potable es una necesidad primaria y por lo tanto un derecho humano fundamental de las personas (MINSA, 2011), por ello, urge la necesidad de que la autoridad competente busque el financiamiento para la elaboración y construcción de un sistema integral de tratamiento y distribución de agua de consumo a los hogares, que incluya un programa de tratamiento y vigilancia del todo el sistema a cargo de personal capacitado y calificado, con el cual se dé cumplimiento a los parámetros máximos permisibles del Reglamento de la Calidad del agua de consumo humano, que garantice la calidad del servicio a su población.

El sistema de agua para consumo humano que se distribuye en el Distrito de Palca está a cargo de la Municipalidad de ese Distrito, por ello, es la entidad responsable de asumir el rol que le corresponde en cuanto a garantizar la calidad de un servicio fundamental como es el abastecimiento de agua para consumo humano.

Al respecto, OMS (2008), menciona que la garantía de la inocuidad microbiana del abastecimiento de agua de consumo se basa en la aplicación, desde la cuenca de captación al consumidor, de barreras múltiples para evitar la contaminación del agua de consumo o para reducirla a niveles que

no sean perjudiciales para la salud. La seguridad del agua se mejora mediante la implantación de barreras múltiples, como la protección de los recursos hídricos, la selección y aplicación correctas de una serie de operaciones de tratamiento, y la gestión de los sistemas de distribución (por tuberías o de otro tipo) para mantener y proteger la calidad del agua tratada. La estrategia preferida es un sistema de gestión que hace hincapié en la prevención o reducción de la entrada de patógenos a los recursos hídricos y que reduce la dependencia en las operaciones de tratamiento para la eliminación de patógenos.

Según el **MINSA (2011)**, en el artículo 19, del Reglamento de calidad del agua de consumo, menciona que, el control de calidad del agua para consumo humano es ejercido por el proveedor en el sistema de abastecimiento de agua potable. En este sentido, el proveedor a través de sus procedimientos garantiza el cumplimiento de las disposiciones y requisitos sanitarios del presente reglamento, y a través de prácticas de autocontrol, identifica fallas y adopta las medidas correctivas necesarias para asegurar la inocuidad del agua que provee. De igual modo, en el artículo 20, refiere que, la Autoridad de Salud, la SUNASS, y las Municipalidades en sujeción a sus competencias de ley, supervisan en los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano de su competencia el cumplimiento de las disposiciones y los requisitos sanitarios del presente reglamento.

V. CONCLUSIONES

- Se realizó el análisis de la calidad del agua de consumo humano que se distribuye en el Distrito de Palca Provincia de Tarma Región Junín, mediante muestras tomadas en la bocatoma, reservorio y viviendas.
- En el aspecto microbiológico, se determinó la presencia de bacterias heterótrofos, coliformes totales, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*, larvas y huevos de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos en todas las muestras analizadas y en cantidades que superan los límites máximos permisibles para agua de consumo humano.
- En cuanto la calidad fisicoquímica la turbiedad, sólidos totales, dureza total, alcalinidad total y pH se encuentran dentro de los límites establecidos, mientras que, el cloro residual no fue detectado en ninguna muestra.
- En términos generales se puede afirmar que el agua de consumo que se distribuye en el Distrito de Palca, en el aspecto microbiológico y en el contenido de cloro residual no cumple con los límites máximos establecidos en el reglamento de calidad del agua de consumo humano.

VI. RECOMENDACIONES

- La entidad responsable debe declarar en emergencia el sistema de abastecimiento de agua para consumo humano del Distrito de Palca, a fin de que se priorice el estudio, la disposición de un financiamiento y la construcción de un sistema de tratamiento de agua que cuente con las condiciones básicas para garantizar el abastecimiento y distribución de un agua para consumo humano de acuerdo la calidad que exige las normas.
- Considerar en dicho proyecto el presupuesto de funcionamiento, mantenimiento y el personal capacitado que tendrá a su cargo la vigilancia y control de todo el sistema.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. **AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA)/AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA). 2005.** Standar Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Ed.
2. **BADUI, D. S. 2005.** Química de los alimentos. Editorial Alhambra. México. 660 p.
3. **BELITZ, H. y GROSCH, W. 1988.** Química de alimentos. Zaragoza. Acribia. 813 p.
4. **CÁZARES, M. I. G. y ALCÁNTARA, A. J. J. 2014.** Análisis microbiológico de la calidad del agua de ciudad nezahualcóytl, acorde a la norma oficial mexicana NOM-127-SSA1-1994. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. Buenos Aires Argentina.
5. **CHEFTEL, J. C. y CHEFTEL H. 1980.** Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza. V I.
6. **CYTED-RIPDA-CIRA. 2011.** Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua, Centro Interamericano de Recursos del Agua. <http://tierra.rediris.es/hidrored/> (08/07/2011).
7. **DIGESA. 2010.** Vigilancia de la calidad de agua de consumo humano. Región Arequipa. Dirección Regional de Salud de Arequipa. Curso de capacitación.
8. **ENKERLIN, H. E.; CANO, C. G.; GARZA, C. R. y VOGEL, M. E. 1997.** Ciencia ambiental y desarrollo sostenible. Internacional Thomson Editores. México. 690 p.

9. **ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). 1983.** Methods for chemical Analysis of Water and Wastes. Unites States.
10. **GRAMAJO, C. B. M. 2004.** Determinación de la calidad del agua para consumo humano y uso industrial, obtenida de pozos mecánicos en la zona 11, Mixco, Guatemala. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.
11. **GUILLEN, A; GONZALES, M.; GALLEGO, L.; SUÁREZ, B.; HEREDIA, H. L.; HERNANDEZ, T.; NARANJO, M. y SALAZAR, J. (2013).** Presencia de protozoarios intestinales en agua de consumo en la comunidad 18 de Mayo. Estado Aragua-Venezuela, 2011. Bol. Mal. y Salud. Amb. Vol. 53, N° 1.
12. **ITINTEC. 1987.** Norma técnica nacional. 214.003. Agua potable. Requisitos.
13. **LIMA, M. A. J. y MAZARI, H. M. 2008.** Evaluación bacteriológica de la calidad del agua en el río Lerma. Instituto de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México.
14. **MARCHAND, P. E. O. 2002.** Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo en Lima Metropolitana. Tesis para optar el título de Biólogo. Universidad Nacional Mayor de san Marcos. Facultad de Ciencias Biológicas. Lima. Perú.
15. **MARTINEZ, A. D. F. 2014.** Evaluación del agua para consumo humano en las Veredas Calabazas y San José de la Selva, Riofrío – Valle del Cauca: aplicación de la metodología radwq y análisis de los factores de riesgo en el agua para consumo humano en el área rural. Universidad del Valle. Facultad de Ingeniería. Santiago de Cali.
16. **MENOCAL, H. L. T. y CARABALLO, S. Y. I. (2014).** Importancia de la vigilancia sanitaria de los parásitos en la calidad del agua, según su uso. Rev.

17. **MINSA. 2011.** Reglamento de la calidad del agua para consumo humano. Dirección General de Salud Ambiental. Lima Perú.
18. **MPS-MAVDT. 2007.** Características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Ministerio de Protección de la Salud-Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución 2115-2007. Diario Oficial No 46.679 de 4 de julio de 2007.
19. **OMS. 2008.** Guías para la calidad del agua potable. Tercera edición. Volumen 1. 408 p. http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es/index.html
20. **OPAZO, G. M. 1991.** Tecnología apropiada para agua potable. Asociación medio ambiente y desarrollo en América Latina (ENDA AMERICA LATINA). Bogotá. Colombia. 197p.
21. **OPS/CEPIS. 2004.** Tratamiento de agua para consumo humano. Plantas de filtración rápida. Manual I. Teoría Tomo I. Lima Perú.
22. **ORELLANA, 2005. J. A.** Características del agua potable. Ingeniería Sanitaria. UNT. FRRO. Disponible: www.frro.utn.edu.ar/.../Ingenieria_Sanitaria (consultado 20-07.2011).
23. **PAREDES, E. M. J. 2011.** Estudio fisicoquímico y microbiológico del agua de consumo humano en la ciudad de Cerro de Pasco. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Junín Perú.
24. **PINTO, F. J. A. y MARTINEZ, A. J. R. 2007.** Nutrición y salud. El agua en la alimentación. Servicio de Promoción de la Salud. Instituto de Salud Pública.

- Dirección General de Salud Pública y Alimentación. Consejería de Sanidad.
Madrid. España.
25. **SENIOR, D. A. G. y ASHURST. P. 2001.** Tecnología del agua embotellada. Editorial Acribia. Zaragoza. 303 p.
 26. **SEOÁNEZ, C. M. 1998.** Medio ambiente y desarrollo: Manual para responsables, gestores y enseñantes. Soluciones a problemas medioambientales. Editorial Mundi-Prensa. España. 592 p.
 27. **SILVA, A. E. y MARTINEZ, P. P. 2000.** Determinación de huevos de helmintos en las operaciones unitarias de la planta de tratamiento de aguas residuales *Chapultepec*. Sección de Ingeniería Ambiental, División de Post Grado. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
 28. **SNSS. 1995.** Normas oficiales para la calidad del agua Perú. Reglamento de Calidad del agua de consumo humano. Superintendencia Nacional de Servicio de Saneamiento. Intendencia de normas y fiscalización. Laboratorio de referencia y control.
 29. **REASCOS, C. B. y YAR, S. B. 2010.** Evaluación de la calidad del agua para el consumo humano de las comunidades del cantón cotacachi y propuesta de medidas correctivas. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Técnica del Norte. Ibarra - Ecuador.
 30. **REASONER, D. J. 1998.** Recuento heterotrófico en placas. Curso de Certificación de Microbiología (OPS). División de Contaminantes Microbiológicos. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. Cincinnati, Ohio.
 31. **ROSAS, R. H. 2001.** Estudio de la contaminación por metales pesados en la cuenca del Llobregat. Tesis de Doctoral. Universidad Politécnica de Catalunya. Departamento de Ingeniería Minera y Recurso Naturales. España.

ANEXO 1. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS



INFORME DE ENSAYO N° 1601001 - LMT

SOLICITANTE : ROGELIO PAREDES ESPINOZA
JULIO QUINTO PERALTA

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : AGUA PARA CONSUMO HUMANO
1601001) P1

PROCEDENCIA : Palma – Tarma – Junin
TIPO DE ENVASE : Botella de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 3 000 mL aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 01 - 03
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 01 - 04
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 01 - 04
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 01 - 14

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1601001	Agua de Consumo (DIGESA)*
¹ Recuento de heterótrofos (UFC/mL)	20 x 10 ³	50 x 10
² Enumeración de coliformes totales (NMP/100mL)	> 16 x 10 ²	< 2.2
² Enumeración de coliformes fecales (NMP/100mL)	17 x 10	< 2.2
² Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	17 x 10	< 2.2
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/L)	0	0

(*)Especificaciones dadas por DIGESA para agua de consumo, en la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. XVI.4 Agua y hielo para consumo humano.

Nota: Los valores <1.8 y <2.2 indican ausencia de microorganismos en ensayo.

Método:

- ¹SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9215. APHA-AWWA-WEF.
- ²SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9221. APHA-AWWA-WEF.
- ³SMEWW 21st Ed. 2005, Part 10750. APHA-AWWA-WEF.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio, en muestra proporcionada por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento: Este documento es válido solo para la muestra descrita.

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología "Marino Tabusso" Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 614 7800 anexo 274
E-mail: lmt@lamolina.edu.pe



La Molina, 15 de enero de 2016

LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

+ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe



INFORME DE ENSAYO N° 1601002 - LMT

SOLICITANTE : ROGELIO PAREDES ESPINOZA

JULIO QUINTO PERALTA

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : AGUA PARA CONSUMO HUMANO

1601002) P2

PROCEDENCIA : Palma – Tarma – Junin
 TIPO DE ENVASE : Botella de plástico
 CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 3 000 mL aprox.
 ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
 FECHA DE MUESTREO : 2016 - 01 - 03
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 01 - 04
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 01 - 04
 FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 01 - 14

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1601002	Agua de Consumo (DIGESA)*
¹ Recuento de heterótrofos (UFC/mL)	28 x 10 ³	50 x 10
² Enumeración de coliformes totales (NMP/100mL)	> 16 x 10 ²	< 2.2
² Enumeración de coliformes fecales (NMP/100mL)	17 x 10	< 2.2
² Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	17 x 10	< 2.2
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/L)	6	0

(*)Especificaciones dadas por DIGESA para agua de consumo, en la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. XVI.4 Agua y hielo para consumo humano.

Nota: Los valores <1.8 y <2.2 indican ausencia de microorganismos en ensayo.

Método:

¹SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9215. APHA-AWWA-WEF.

²SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9221. APHA-AWWA-WEF.

³SMEWW 21st Ed. 2005, Part 10750. APHA-AWWA-WEF.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio, en muestra proporcionada por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento: Este documento es válido solo para la muestra descrita.



La Molina, 15 de enero de 2016

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 614 7800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

+ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

**INFORME DE ENSAYO N° 1601003 - LMT****SOLICITANTE : ROGELIO PAREDES ESPINOZA****JULIO QUINTO PERALTA****DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO****MUESTRA : AGUA PARA CONSUMO HUMANO****1601003) P3**

PROCEDENCIA : Palma – Tarma – Junin
TIPO DE ENVASE : Botella de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 3 000 mL aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 01 - 03
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 01 - 04
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 01 - 04
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 01 - 14

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1601003	Agua de Consumo (DIGESA)*
¹ Recuento de heterótrofos (UFC/mL)	39 x 10 ³	50 x 10
² Enumeración de coliformes totales (NMP/100mL)	> 16 x 10 ²	< 2.2
² Enumeración de coliformes fecales (NMP/100mL)	22 x 10	< 2.2
² Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	14 x 10	< 2.2
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/L)	8	0

(*)Especificaciones dadas por DIGESA para agua de consumo, en la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. XVI.4 Agua y hielo para consumo humano.

Nota: Los valores <1.8 y <2.2 indican ausencia de microorganismos en ensayo.

Método:

¹SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9215. APHA-AWWA-WEF.

²SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9221. APHA-AWWA-WEF.

³SMEWW 21st Ed. 2005, Part 10750. APHA-AWWA-WEF.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio, en muestra proporcionada por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento: Este documento es válido solo para la muestra descrita.

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 614 7800 anexo 274

E-mail: lmt@lamolina.edu.pe



La Molina, 15 de enero de 2016

LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

+ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

**INFORME DE ENSAYO N° 1601004 - LMT****SOLICITANTE** : ROGELIO PAREDES ESPINOZA
JULIO QUINTO PERALTA

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : AGUA PARA CONSUMO HUMANO
1601004) P4

PROCEDENCIA : Palma – Tarma – Junin
TIPO DE ENVASE : Botella de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 3 000 mL aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 01 - 03
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 01 - 04
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 01 - 04
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 01 - 14

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1601004	Agua de Consumo (DIGESA)*
¹ Recuento de heterótrofos (UFC/mL)	20 x 10 ³	50 x 10
² Enumeración de coliformes totales (NMP/100mL)	> 16 x 10 ²	< 2.2
² Enumeración de coliformes fecales (NMP/100mL)	13 x 10	< 2.2
² Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	27	< 2.2
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y oquistes de protozoarios patógenos. (N°/L)	4	0

(*)Especificaciones dadas por DIGESA para agua de consumo, en la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. XVI.4 Agua y hielo para consumo humano.

Nota: Los valores <1.8 y <2.2 indican ausencia de microorganismos en ensayo.

Método:

- ¹SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9215. APHA-AWWA-WEF.
²SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9221. APHA-AWWA-WEF.
³SMEWW 21st Ed. 2005, Part 10750. APHA-AWWA-WEF.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio, en muestra proporcionada por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento: Este documento es válido solo para la muestra descrita.

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 614 7800 anexo 274

E-mail: imt@lamolina.edu.pe

La Molina, 15 de enero de 2016

LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

+ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: imt@lamolina.edu.pe



INFORME DE ENSAYO N° 1602093 - LMT

SOLICITANTE : ROGELIO PAREDES ESPINOZA – JULIO QUINTO PERALTA

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : AGUA PARA CONSUMO HUMANO

1602093) P1

PROCEDENCIA : Palco – Tarma – Junín
 TIPO DE ENVASE : Botella de plástico
 CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 3 000 mL aprox.
 ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
 FECHA DE MUESTREO : 2016 - 02 - 08
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 02 - 09
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 02 - 09
 FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 02 - 17

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1602093	Agua de Consumo (DIGESA)*
¹ Recuento de heterótrofos (UFC/mL)	66 x 10 ²	50 x 10
² Enumeración de coliformes totales (NMP/100mL)	> 16 x 10 ²	< 2.2
² Enumeración de coliformes fecales (NMP/100mL)	79	< 2.2
² Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	79	< 2.2
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/L)	2	0

(*)Especificaciones dadas por DIGESA para agua de consumo, en la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. XVI.4 Agua y hielo para consumo humano.

Nota: El valor <2.2 indica ausencia de microorganismos en ensayo.

Método:

- ¹SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9215. APHA-AWWA-WEF.
- ²SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9221. APHA-AWWA-WEF.
- ³SMEWW 21st Ed. 2005, Part 10750. APHA-AWWA-WEF.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio, en muestra proporcionada por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento: Este documento es válido solo para la muestra descrita.

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 614 7800 anexo 274
E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

La Molina, 23 de febrero de 2016



LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

+ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

**INFORME DE ENSAYO N° 1602094 - LMT****SOLICITANTE : ROGELIO PAREDES ESPINOZA – JULIO QUINTO PERALTA**

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

**MUESTRA : AGUA PARA CONSUMO HUMANO
1602094) P2**

PROCEDENCIA : Palco – Tarma – Junín
 TIPO DE ENVASE : Botella de plástico
 CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 3 000 mL aprox.
 ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
 FECHA DE MUESTREO : 2016 - 02 - 08
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 02 - 09
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 02 - 09
 FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 02 - 17

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1602094	Agua de Consumo (DIGESA)*
¹ Recuento de heterótrofos (UFC/mL)	83 x 10 ³	50 x 10
² Enumeración de coliformes totales (NMP/100mL)	> 16 x 10 ²	< 2.2
² Enumeración de coliformes fecales (NMP/100mL)	> 16 x 10 ²	< 2.2
² Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	22 x 10	< 2.2
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/L)	3	0

(*)Especificaciones dadas por DIGESA para agua de consumo, en la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. XVI.4 Agua y hielo para consumo humano.

Nota: El valor <2.2 indica ausencia de microorganismos en ensayo.

Método:

- ¹SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9215. APHA-AWWA-WEF.
²SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9221. APHA-AWWA-WEF.
³SMEWW 21st Ed. 2005, Part 10750. APHA-AWWA-WEF.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio, en muestra proporcionada por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento: Este documento es válido solo para la muestra descrita.

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 614 7800 anexo 274
E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

La Molina, 23 de febrero de 2016



LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

+ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe



INFORME DE ENSAYO N° 1602095 - LMT

SOLICITANTE : ROGELIO PAREDES ESPINOZA – JULIO QUINTO PERALTA

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

**MUESTRA : AGUA PARA CONSUMO HUMANO
1602095) P3**

PROCEDENCIA : Palco – Tarma – Junín
TIPO DE ENVASE : Botella de plástico
CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 3 000 mL aprox.
ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
FECHA DE MUESTREO : 2016 - 02 - 08
FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 02 - 09
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 02 - 09
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 02 - 17

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1602095	Agua de Consumo (DIGESA)*
¹ Recuento de heterótrofos (UFC/mL)	12 x 10 ²	50 x 10
² Enumeración de coliformes totales (NMP/100mL)	49	< 2.2
² Enumeración de coliformes fecales (NMP/100mL)	33	< 2.2
² Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	33	< 2.2
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/L)	0	0

(*)Especificaciones dadas por DIGESA para agua de consumo, en la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. XVI.4 Agua y hielo para consumo humano.

Nota: El valor <2.2 indica ausencia de microorganismos en ensayo.

Método:

- ¹SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9215. APHA-AWWA-WEF.
- ²SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9221. APHA-AWWA-WEF.
- ³SMEWW 21st Ed. 2005, Part 10750. APHA-AWWA-WEF.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio, en muestra proporcionada por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento: Este documento es válido solo para la muestra descrita.

La Molina, 23 de febrero de 2016

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología "Marino Tabusso" Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 614 7800 anexo 274
E-mail: lmt@lamolina.edu.pe



LABORATORIO DE ECOLOGIA MICROBIANA Y BIOTECNOLOGIA "MARINO TABUSSO"

+ (511) 6147800 anexo 274 - E-mail: lmt@lamolina.edu.pe

**INFORME DE ENSAYO N° 1602096 - LMT****SOLICITANTE : ROGELIO PAREDES ESPINOZA – JULIO QUINTO PERALTA**

DESCRIPCIÓN DEL OBJETO ENSAYADO

MUESTRA : AGUA PARA CONSUMO HUMANO**1602096) P4**

PROCEDENCIA : Palco – Tarma – Junín
 TIPO DE ENVASE : Botella de plástico
 CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra x 01 und. x 3 000 mL aprox.
 ESTADO Y CONDICIÓN : En buen estado y cerrado
 FECHA DE MUESTREO : 2016 - 02 - 08
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2016 - 02 - 09
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 2016 - 02 - 09
 FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 2016 - 02 - 17

RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Análisis Microbiológico	Muestra 1602096	Agua de Consumo (DIGESA)*
¹ Recuento de heterótrofos (UFC/mL)	95 x 10	50 x 10
² Enumeración de coliformes totales (NMP/100mL)	17 x 10	< 2.2
² Enumeración de coliformes fecales (NMP/100mL)	13	< 2.2
² Enumeración de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	7.8	< 2.2
³ Conteo de larvas y huevos de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. (N°/L)	0	0

(*)Especificaciones dadas por DIGESA para agua de consumo, en la NTS N° 071-MINSA/DIGESA-V.01, Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. XVI.4 Agua y hielo para consumo humano.

Nota: El valor <2.2 indica ausencia de microorganismos en ensayo.

Método:

- ¹SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9215. APHA-AWWA-WEF.
²SMEWW 21st Ed. 2005, Part 9221. APHA-AWWA-WEF.
³SMEWW 21st Ed. 2005, Part 10750. APHA-AWWA-WEF.

Observaciones:

Informe de ensayo emitido sobre la base de resultados de nuestro laboratorio, en muestra proporcionada por el solicitante.

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin nuestra autorización escrita.

Validez del documento: Este documento es válido solo para la muestra descrita.

DRA. DORIS ZÚÑIGA DÁVILA

Jefe del Laboratorio de Ecología Microbiana
y Biotecnología "Marino Tabusso"
Universidad Nacional Agraria La Molina

Teléfono: 614 7800 anexo 274
E-mail: lmnt@lamolina.edu.pe

La Molina, 23 de febrero de 2016



ANEXO 2. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS



Nº 002880

ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUA

SOLICITANTE : ROGELIO CESAR PAREDES ESPINOZA
PROYECTO : Determinación de la calidad Microbiologica y Fisico
Quimico del Agua de Consumo Humano en el Distrito
de Palca, Provincia de Tarma, Región Junín
PROCEDENCIA : Distrito de Palca, Provincia de Tarma, Región. Junín
RESPONSABLE ANALISIS : Ing. Nore Arévalo Flores
FECHA DE ANALISIS : La Molina, 12 de Enero del 2016

Nº LABORATORIO	2880
Nº DE CAMPO	P-1
Turbiedad NTU	2.34
Solidos totales mg/L	50.00
Dureza total mg CaCO3/L	27.08
Alcalinidad Tota mg CaCO3/L	39.76
pH	6.77

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO


ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
JEFE DE LABORATORIO





Nº 002881

**ANALISIS FISICO-QUIMICO
 DE AGUA**

SOLICITANTE : ROGELIO CESAR PAREDES ESPINOZA
PROYECTO : Determinación de la calidad Microbiologica y Fisico
 Quimico del Agua de Consumo Humano en el Distrito
 de Palca, Provincia de Tarma, Región Junín
PROCEDENCIA : Distrito de Palca, Provincia de Tarma, Región. Junín
RESPONSABLE ANALISIS : Ing. Nore Arévalo Flores
FECHA DE ANALISIS : La Molina, 12 de Enero del 2016

Nº LABORATORIO	2881
Nº DE CAMPO	P-2
Turbiedad NTU	2.81
Solidos totales mg/L	61.50
Dureza total mg CaCO3/L	27.02
Alcalinidad Tota mg CaCO3/L	36.07
pH	6.81

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO


 ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
 JEFE DE LABORATORIO





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
 Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe



Nº 002882

**ANALISIS FISICO-QUIMICO
 DE AGUA**

SOLICITANTE : ROGELIO CESAR PAREDES ESPINOZA
PROYECTO : Determinación de la calidad Microbiologica y Fisico
 Quimico del Agua de Consumo Humano en el Distrito
 de Palca, Provincia de Tarma, Región Junín
PROCEDENCIA : Distrito de Palca, Provincia de Tarma, Región. Junín
RESPONSABLE ANALISIS : Ing. Nore Arévalo Flores
FECHA DE ANALISIS : La Molina, 12 de Enero del 2016

Nº LABORATORIO	2882
Nº DE CAMPO	P-3
Turbiedad NTU	1.82
Solidos totales mg/L	60.50
Dureza total mg CaCO3/L	26.90
Alcalinidad Tota mg CaCO3/L	34.43
pH	6.87

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO


 ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
 JEFE DE LABORATORIO





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe




Nº 002883

**ANALISIS FISICO-QUIMICO
DE AGUA**

SOLICITANTE : ROGELIO CESAR PAREDES ESPINOZA
PROYECTO : Determinación de la calidad Microbiologica y Fisico
Quimico del Agua de Consumo Humano en el Distrito
de Palca, Provincia de Tarma, Región Junín
PROCEDENCIA : Distrito de Palca, Provincia de Tarma, Región. Junín
RESPONSABLE ANALISIS : Ing. Nore Arévalo Flores
FECHA DE ANALISIS : La Molina, 12 de Enero del 2016

Nº LABORATORIO	2883
Nº DE CAMPO	P-4
Turbiedad NTU	1.94
Solidos totales mg/L	54.50
Dureza total mg CaCO3/L	26.85
Alcalinidad Tota mg CaCO3/L	36.07
pH	6.89

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO

ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
JEFE DE LABORATORIO





Av. Víctor Andrés Belaunde 801 - 803
Carmen de la Legua, Callao - Perú
Central (511) 562-2700
www.selva.com.pe

ANALISIS FISICO-QUIMICOS

MUESTRA: AGUA POTABLE
PROCEDENCIA: DISTRITO DE PALCA
LUGAR DE ANALISIS: LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD SELVA INDUSTRIAL S.A.
TOMAS: TOMA N°1 (P1)
TOMA N°2 (P2)
TOMA N°3 (P3)
TOMA N°4 (P4)
FECHA DE ANALISIS: 12 DE ENERO DEL 2016

MES DE ENERO				
	P1	P2	P3	P4
Cloro residual (ppm)	0.00	0.00	0.00	0.00



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH

LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO

Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe



Nº 002960

**ANALISIS FISICO-QUIMICO
DE AGUA**

SOLICITANTE : JULIO QUINTO P.
PROYECTO : Evaluacion fisico quimico y microbiologica del agua de consumo humano en el distrito de palca Provincia de Tarma, Region Junin
PROCEDENCIA : Palca - Tarma
RESPONSABLE ANALISIS : Ing. Nore Arévalo Flores
FECHA DE ANALISIS : La Molina, 23 de Febrero del 2016

Nº LABORATORIO	2960
Nº DE CAMPO	P - 1
Solidos totales mg/L	173.00
Dureza total mg CaCO3/L	190.34
Alcalinidad Tota mg CaCO3/L	42.22

Turbiedad	NTU	2.14
-----------	-----	------

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO


ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
JEFE DE LABORATORIO





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe



Nº 002961

ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUA

SOLICITANTE : JULIO QUINTO P.
PROYECTO : Evaluacion fisico quimico y microbiologica del agua de consumo humano en el distrito de palca Provincia de Tarma, Region Junin
PROCEDENCIA : Palca - Tarma
RESPONSABLE ANALISIS : Ing. Nore Arévalo Flores
FECHA DE ANALISIS : La Molina, 23 de Febrero del 2016

Nº LABORATORIO	2961
Nº DE CAMPO	P - 2
Solidos totales mg/L	74.50
Dureza total mg CaCO3/L	179.39
Alcalinidad Tota mg CaCO3/l	44.27
Turbiedad NTU	5.52

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO

ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
JEFE DE LABORATORIO





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DRH
LABORATORIO DE AGUA, SUELO, MEDIO AMBIENTE Y FERTIRRIEGO
Av. La Molina s/n. Telefax: 6147800 Anexo 226 Lima. E-mail: las-fia@lamolina.edu.pe



Nº 002962

**ANALISIS FISICO-QUIMICO
DE AGUA**

SOLICITANTE : JULIO QUINTO P.
PROYECTO : Evaluacion fisico quimico y microbiologica del agua de consumo humano en el distrito de palca Provinca de Tarma, Region Junin
PROCEDENCIA : Palca - Tarma
RESPONSABLE ANALISIS : Ing. Nore Arévalo Flores
FECHA DE ANALISIS : La Molina, 23 de Febrero del 2016

Nº LABORATORIO	2962
Nº DE CAMPO	P - 3
Solidos totales mg/L	60.50
Dureza total mg CaCO3/L	182.99
Alcalinidad Tota mg CaCO3/l	46.73
Turbiedad NTU	1.81

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO


ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
JEFE DE LABORATORIO





ANALISIS FISICO-QUIMICO DE AGUA

SOLICITANTE : JULIO QUINTO P.
PROYECTO : Evaluacion fisico quimico y microbiologica del agua de consumo humano en el distrito de palca Provincia de Tarma, Region Junin
PROCEDENCIA : Palca - Tarma
RESPONSABLE ANALISIS : Ing. Nore Arévalo Flores
FECHA DE ANALISIS : La Molina, 23 de Febrero del 2016

Nº LABORATORIO	2963
Nº DE CAMPO	P - 4
Solidos totales mg/L	67.50
Dureza total mg CaCO3/L	182.69
Alcalinidad Tota mg CaCO3/L	47.96
Turbiedad NTU	1.46

LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA Y SUELO


ING. ANTONIO ENCISO GUTIERREZ
JEFE DE LABORATORIO





Av. Víctor Andrés Belaunde 801 - 803
Carmen de la Legua, Callao - Perú
Central (511) 562-2700
www.selva.com.pe

ANALISIS FISICO-QUIMICOS

MUESTRA: AGUA POTABLE
PROCEDENCIA: DISTRITO DE PALCA
LUGAR DE ANALISIS: LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD SELVA INDUSTRIAL S.A.
TOMAS: TOMA Nº1 (P1)
TOMA Nº2 (P2)
TOMA Nº3 (P3)
TOMA Nº4 (P4)
FECHA DE ANALISIS: 23 DE FEBRERO DEL 2016

MES DE FEBRERO				
	P1	P2	P3	P4
pH	6.80	6.75	6.85	6.85
Cloro residual (ppm)	0.00	0.00	0.00	0.00

ANEXO 3. IMÁGENES DE LA INVESTIGACIÓN
MUESTREO MES DE ENERO 2016



FOTO 01. ACONDICIONAMIENTO DE LOS ENVASES



FOTO 02. ESTERILIZACION DE LOS ENVASES DE VIDRIO EN AUTOCLAVE



FOTO 03. TANTARNIOC – BOCATOMA



FOTO 04. TOMA DE MUESTRA PUNTO N°1 (TANTARNIOC- BOCATOMA)



FOTO 05. TANTARNIOC - RESERVORIO



FOTO 06. TOMA DE MUESTRA PUNTO N°2 (TANTARNIOC – RESERVORIO)



FOTO 07. DISTRITO DE PALCA - PUNTO DE MUESTREO 3 Y 4



FOTO 08. TOMA DE MUESTRA DEL PUNTO N°3 (SANTO DOMINGO)

MUESTREO MES DE FEBRERO 2016



FOTO 11. ACONDICIONAMIENTO DE LAS MUESTRAS CON GEL PACK



FOTO 12. MUESTRAS PARA ANALISIS



FOTO 13. RIO TANTARNIOC (TURBIO POR LAS LLUVIAS)



FOTO 14. RESERVORIO (AGUA CON TURBIEDAD)



FOTO 15. ENVASES DE PLASTICO PARA LA 2° TOMA DE MUESTRA



FOTO 16. ACONDICIONAMIENTO DE LOS MUESTRAS



FOTO 17. MUESTRAS ROTULADAS



FOTO 18. MUESTRAS PARA ANALISIS

ANALISIS DE CLORO Y pH



FOTO 19. ACONDICIONAMIENTO EN TUBO DE ENSAYO



FOTO 20. REACTIVO DPD PARA ANALISIS DE CLORO RESIDUAL



FOTO 21. ADICION DEL REACTIVO DPD

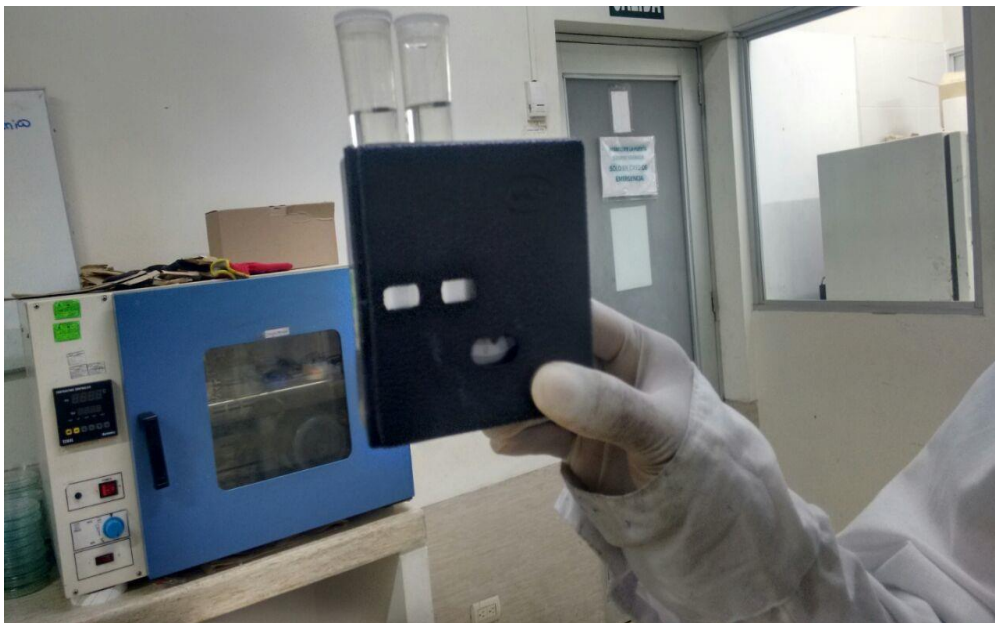


FOTO 22. LECTURA DEL CLORO RESIDUAL



FOTO 23. PREPARACION DE MUESTRA PARA ANALISIS DE pH



FOTO 24. POTENCIOMETRO PARA ANALISIS DE pH

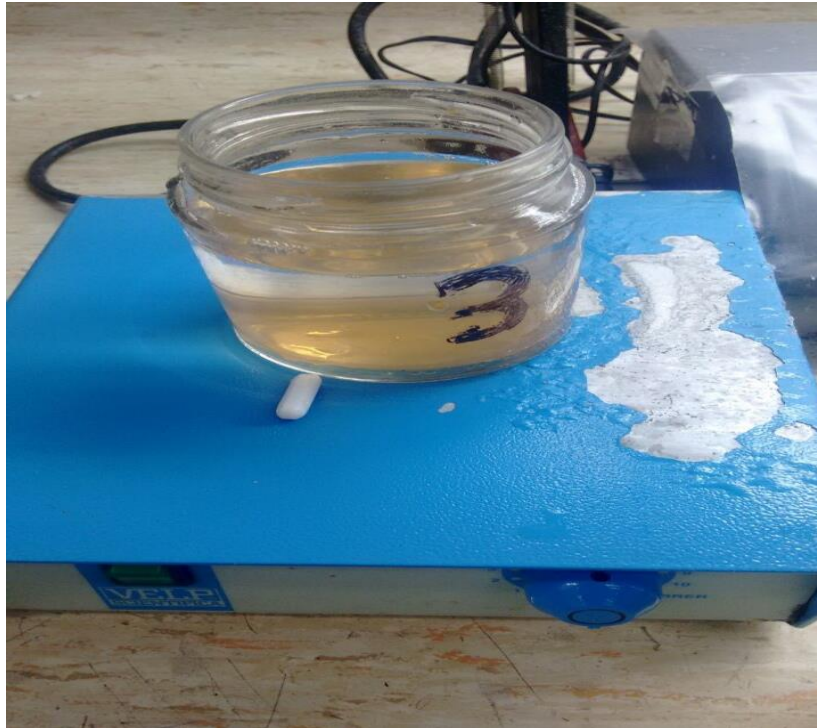


FOTO 25. ANALIZANDO LA MUESTRA N °3

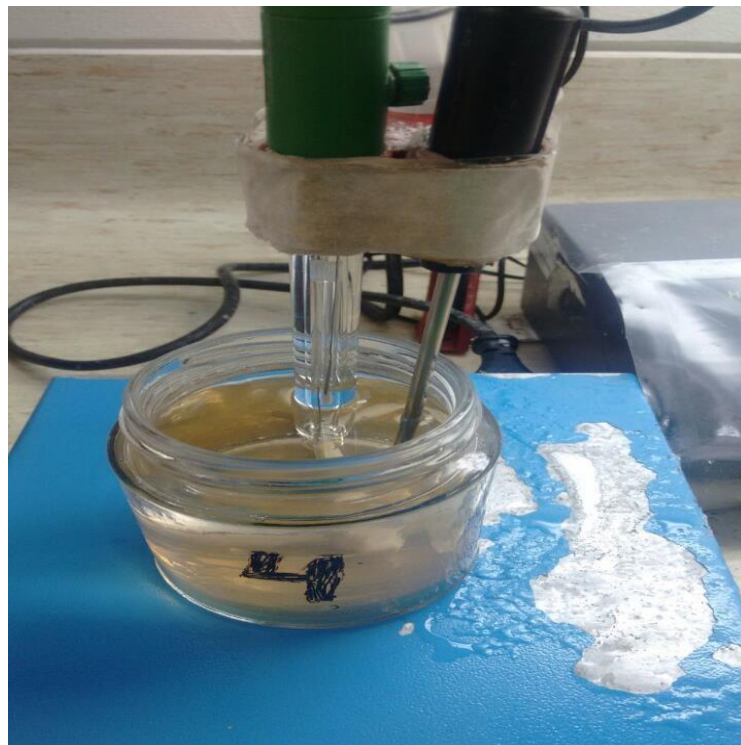


FOTO 26. ANALIZANDO LA MUESTRA N °4