



# **FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL

**“Calidad del agua potable en los pozos de acumulación y distribución de agua de la  
ciudad de Piura, 2019”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Industrial

**AUTOR:**

Br. Morocho Palacios, Carlos Enrique (ORCID: 0000-0002-5514-2618)

**ASESOR:**

Msc. Seminario Atarama, Mario Roberto (ORCID: 0000-0002-9210-3650)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistemas de Gestión Seguridad y Calidad

PIURA – PERÚ

2019

## **DEDICATORIA**

A mi familia, mis padres, esposa e hijo, quienes han sido parte fundamental a lo largo de este camino para poder culminar con éxito mi carrera profesional,

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, a Dios, por bendecirme todos los días de mi vida y guiarme a lo largo de mi vida y en especial de mi carrera profesional.

A mi familia, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

A los docentes de esta prestigiosa Universidad César Vallejo, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de mi carrera profesional, por su valioso aporte para cumplir mi meta y culminar con éxito mi carrera.

A la Universidad César Vallejo, por brindarme la formación académica para lograr ser un profesional con valores.

## **PÁGINA DEL JURADO**

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

### DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **Carlos Enrique Morocho Palacios**, con DNI: 02792954, a efectos de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presentan en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Piura, de junio del 2019.



---

Carlos Enrique Morocho Palacios

DNI N°02792954

## ÍNDICE

Carátula .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del jurado .....	iv
Declaratoria de autenticidad .....	v
Índice .....	vi
Índice de tablas .....	viii
Índice de figuras .....	viii
<b>RESUMEN</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. MÉTODO</b> .....	14
2.1. Diseño de Investigación .....	14
2.2. Variables, Operacionalización .....	14
2.3. Población y muestra .....	16
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	16
2.5. Métodos de análisis de datos .....	16
2.6. Aspectos éticos .....	16
<b>III. RESULTADOS</b> .....	17
<b>IV. DISCUSIÓN</b> .....	22
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	23
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	25
<b>REFERENCIAS</b> .....	26
<b>ANEXOS</b>	
Anexo 1. Matriz de consistencia .....	28
Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos .....	29
Anexo 3. Validación de los instrumentos de recolección de datos .....	34
Anexo 4. Límites permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos .....	40
Anexo 5. Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica .....	41
Anexo 6. Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos e inorgánicos .....	42
Anexo 7. Distribución de pozos en la ciudad de Piura, Castilla y 26 de Octubre .....	45
Anexo 8. Muestras Fotográficas .....	46
Anexo 9. Acta de Originalidad Turnitin .....	54

Anexo 10. Captura de Pantalla.....	55
Anexo 11. Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV .....	56
Anexo 12. Autorización de la versión final del trabajo de investigación.....	57

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de Operacionalización de las variables.....	15
Tabla 2. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos .....	16

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. PH de 8 pozos de la ciudad de Piura.....	17
Figura 2. Dureza de 8 pozos de la ciudad de Piura.....	17
Figura 3. Presencia de cloruros en 8 pozos de la ciudad de Piura .....	18
Figura 4. Presencia de sulfatos en 8 pozos de la ciudad de Piura.....	18
Figura 5. Presencia de nitratos en 8 pozos de la ciudad de Piura .....	19
Figura 6. Coliformes presentes en 8 pozos de la ciudad de Piura .....	20
Figura 7. Escherichia Coli presentes en 8 pozos de la ciudad de Piura .....	20
Figura 8. Bacterias Heterotróficas (UFC/ml) presentes en 8 pozos de la ciudad de Piura.....	21



## RESUMEN

En la presente investigación se muestran las condiciones físico - químicas y microbiológicas del agua distribuida en los distritos de Piura, 26 de Octubre y Castilla, para lo que se seleccionó 8 pozos de acumulación (reservorios) y de distribución de distintos sectores de los distritos mencionados a fin de agrupar la mayor cantidad de usuarios atendidos.

El objetivo principal de esta investigación es determinar la calidad del agua en los sectores indicados, para lo cual se presentan resultados de análisis de muestras tomadas en cada uno de los puntos de muestreo y en distintas fechas con el fin de garantizar la idoneidad de los resultados, verificando si las condiciones de calidad son iguales en los distintos sectores.

Siendo la presente un sistema de gestión y calidad con una población que agrupo a usuarios de tres distritos nos regimos a muestra de puntos estratégicos en los que se evidencia la diversificación de características socioeconómicas que nos permitirá evaluar la calidad de agua y la igualdad de condiciones en el servicio en cada sector. Las muestras tomadas son analizadas y comparadas con los parámetros mínimos requeridos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-SA que es el que rige hasta la actualidad.

En conclusión luego de comparar los resultados con las tablas de límites permitidos para que el agua sea de calidad para el consumo humano podemos indicar que esta apta pero esta condición puede variar de un momento a otro si no se tienen los controles necesarios para verificar el adecuado tratamiento para conservar estas características, función que cae sobre el ente regulador, el proveedor y nosotros como usuarios denunciando cualquier anomalía visible o palpable del recurso hídrico, además de tener un control adecuado de conservación y uso del recurso por ser fuente de vida y salud de la comunidad.

**Palabras Claves:** Calidad del agua, propiedades físico-químicas del agua, pozos de acumulación y distribución

## ABSTRACT

In the present investigation the physical and chemical microbiological conditions of the water distributed in the districts of Piura, October 26 and Castilla are shown, for which wells of accumulation (reservoirs) and of distribution of different sectors of the mentioned districts were selected. In order to group the largest number of users served.

The main objective of this research is to determine the quality of the water in the indicated sectors, for which results of analysis of samples taken at each of the sampling points and on different dates are presented in order to guarantee the suitability of the results , verifying if the quality conditions are the same in the different sectors.

This being a management and quality system with a population that grouped users of three districts, we follow a sample of strategic points in which the diversification of socioeconomic characteristics is evidenced that will allow us to evaluate the quality of water and the equality of conditions in the service in each sector.

The samples taken are analyzed and compared with the minimum parameters required by the Regulation of Water Quality for Human Consumption D.S. No. 031-2010-SA. Which is what governs to the present.

In conclusion after comparing the results with the tables of permitted limits so that the water is of quality for human consumption we can indicate that it is suitable but this condition can vary from one moment to another if you do not have the necessary controls to verify the adequate treatment to conserve these characteristics function that falls on the regulating entity, the provider and we as users denouncing any visible or palpable anomaly of the hydric resource, besides having an adequate control of conservation and use of the resource for being source of life and health of the community.

**Keywords:** Water quality, physicochemical properties of water, accumulation and distribution wells.

## I. INTRODUCCIÓN

Alrededor del mundo, la demanda por el agua ha ido creciendo cerca de 1% al año en relación al incremento de población, el crecimiento económico y las variaciones en el consumo, entre otros factores, y continuará creciendo significativamente en las dos próximas décadas. La necesidad doméstica e industrial del agua se ampliará más rápidamente que la demanda agrícola, siendo este último el que consume más cantidad de agua a nivel mundial. La mayor cantidad de esta demanda se ubica en países de economía emergente y en pleno desarrollo. Al mismo tiempo, el ciclo global del agua está en aumento debido al cambio climático, las zonas húmedas están incrementando su humedad y las zonas más secas están acrecentando su grado de sequedad. Actualmente se calcula que hay 3.600 millones de personas (aproximadamente la mitad del mundo) que viven en suelos con riesgo de aguantar escasez de agua como mínimo una vez al año, y este número podría incrementarse entre 4.800 y 5.700 millones al 2050. (UNESCO, 2018)

El agua es un elemento en todos los procesos naturales del planeta, teniendo una influencia en cada aspecto vital, convirtiéndose en el eje fundamental del progreso de la sociedad. Un elemento limitado es el agua, muy sensible e insuficiente en la última década, y no consta una razón globalizada de preocupación sobre su administración. Esto ocasiona crisis por su uso, que induce enfermedades de origen hídrico, desnutrición, inestabilidad social, lento crecimiento económico, desastres ambientales y problemas por su uso, siendo necesario conservar un constante monitoreo respecto a su calidad y tener conocimiento del uso de tecnologías que pueden afectar su calidad. (UNESCO, 2015).

Desde los años noventa, el problema de contaminación del agua, ha incrementado en la mayoría de los ríos de Asia, África y América Latina. Se prevé que la calidad del agua incremente su deterioro en los próximos años, aumentando las amenazas para la salud del ser humano, el medio ambiente y el desarrollo sostenible.”(UNESCO, 2018).

El Niño Costero trajo como consecuencias la indisposición de la red de desagüe y agua, en las respectivas ciudades de Castilla, Sullana, Catacaos y Piura. Continúa presentando fallas en el servicio de alcantarillado y agua potable no tiene funcionamiento en varios

sectores. La población se ha quejado continuamente de las limitaciones del servicio de agua y de los deficientes servicios básicos. (Zapata, 2017).

En la actualidad, los distritos de Piura, Castilla y 26 de octubre presentan variaciones en la calidad del agua potable por la mezcla que se produce del agua de la planta Curumuy con la de los diferentes pozos subterráneos que operan en las ciudades en mención, y esta variación sumada a las instalaciones de distribución del recurso hídrico que soportó el último niño costero pueden presentar riesgos de contaminación. El Ministerio de Salud, mediante su reglamento en la Calidad de Agua con respecto al Consumo Humano, señala los parámetros con aquello que debe considerar este recurso, con la finalidad de dar garantías a la inocuidad, prevenir riesgos relacionados a la sanidad, así mismo también proteger y promover la salud y el bienestar.” (Ministerio de Salud, 2011).

El desconocimiento de la calidad del agua potable en los puntos de consumo final de la población como medida de control, podría estar contaminándose y ocasionar enfermedades patológicas que pondrán en riesgo la salud y vidas humanas en los distritos de Piura, Castilla y 26 de octubre, viéndose afectado el desempeño normal de actividades laborales y familiares de la población afectada.

Es necesario realizar llevar a cabo una evaluación respecto de la calidad de agua potable que puede proveer en distritos de Castilla, Piura y 26 de octubre en relación al Reglamento de Calidad del Agua para consumo humano en los puntos finales de consumo (viviendas) de acuerdo a la ubicación geográfica de los pozos que alteran la calidad de agua de la planta Curumuy.

Para la presente investigación se tomaron los trabajos de investigación previos de Ramírez (2016), Quispe (2014), Calderón (2015), Cifuentes (2014).

Ramírez (2016) realizó una investigación relacionada a la calidad del agua potable en Taparachi III - Juliaca, provincia de San Román entre febrero y junio del 2016. Con la finalidad de encontrar parámetros físicos de: temperatura, turbidez, conductividad, sólidos totales disueltos, y hallar parámetros químicos de: ph, nitratos, sulfatos, cloruros y dureza; señalando al final los ratios de coliformes totales, bacteriológicos, los coliformes fecales y las bacterias heterotróficas encontradas en las aguas subterráneas.

Se efectuaron estudios diferentes de 70 pozos (38 tubulares y 32 artesianos) creando métodos del manual de análisis de agua HACH (2000), la Norma Técnica Peruana (2012) y el Reglamento de Calidad de Agua para el Consumo Humano MINAM (2012) en el laboratorio del control de calidad de EPS. SEDAJULIACA.S.A. La información se realizó haciendo uso del paquete estadístico “SAS versión 9.2”. Los resultados determinaron una temperatura de  $14.49 \pm 0.38^{\circ}\text{C}$  en pozo artesanal y en pozo tubular  $14.52 \pm 0.40^{\circ}\text{C}$ , ANDEVA ( $P > 0.05$ ); la total conductividad determinada fue  $1636.25 \pm 86.39 \mu\text{S/cm}$  en los pozos tubulares y en los pozos artesanales fue de  $1082.18 \pm 81.79 \mu\text{S/cm}$ , ANDEVA ( $P \leq 0.05$ ); en su totalidad se encontraron en un total de  $785.03 \pm 41.12 \text{ mg/L}$  sólidos totales disueltos en los pozos artesanales y en tubulares  $509.82 \pm 41.20 \text{ mg/L}$ , ANDEVA ( $P \leq 0.05$ ); las concentraciones de sulfatos en los pozos artesanales es de  $324.00 \pm 35.75 \text{ mg/L}$  y en los pozos tubulares es de  $226.18 \pm 34.16 \text{ mg/L}$ , ANDEVA ( $P \leq 0.05$ ); respecto a la concentración de nitratos fueron de  $34.10 \pm 3.22 \text{ mg/L}$  en los diferentes pozos artesanales y en cuanto a los pozos tubulares es de  $28.40 \pm 3.70 \text{ mg/L}$ , ANDEVA ( $P > 0.05$ ). Los parámetros totales de bacteriología de coliformes fueron de  $226.21 \pm 62.60 \text{ UFC / 100 mL}$  ANDEVA ( $P > 0.05$ ) en pozos tubulares y  $378.16 \pm 96.03 \text{ UFC/100 mL}$  en los pozos artesanales; el coliforme fecal fue de  $107.22 \pm 43.16 \text{ UFC / 100 mL}$  en pozo artesanal y en pozo tubular  $27.79 \pm 6.67 \text{ UFC / 100 mL}$  ANDEVA ( $P \leq 0.05$ ) y la bacteria heterotrófica fue en pozos tubulares de  $217.79 \pm 56.98 \text{ UFC / 100 mL}$  ANDEVA ( $P > 0.05$ ) y de  $303.47 \pm 74.58 \text{ UFC / 100 mL}$  en los pozos artesanales. Se concluye que el parámetro excedió el LMP fue: dureza total, coliforme fecal, sulfato y total, por tanto el agua de pozo tubular y artesanal es óptima para el consumo humano.

Quispe (2014) efectuó sus estudios en un sistema de cuencas endorreicas en el Lago Titicaca, específicamente en el río Suchez se ubica entre el margen de Bolivia y Perú. Donde se ubica el aurífero potencial en este territorio es uno de los más grandes en la Región debido a que está conformado con el oro en el ordovícico de las cordilleras de Palomani. En esta cuenca hay poblados dedicados a la agricultura y ganadería en menor escala; también extraen oro, en este lugar los problemas de derecho son de orden internacional; incluye la contaminación por mercurio incluso en áreas donde hay población, puesto que este metal de alta toxicidad se usa para separar minerales en los sedimentos del oro. La investigación cubre 35 km de la ruta del río Suche a partir de su desembocadura, con una altura que oscila entre los 3904 msnm. y 3844 msnm. El

cuerpo de agua es caracterizado a su eléctrica conducción, contenido de sólidos suspendidos, iones mayores (sodio, sulfatos, calcio, potasio y magnesio) y pH. En aguas del río Suchez se encontraron sólidos suspendidos bajos ( $< 5 \text{ mg / L}$ ), posibles de aumentar cuando hay pendiente menor, en las desembocaduras; sin embargo los sólidos totales tienen valores más altos respecto a otras zona del sector  $240 \text{ mg/L}$ . El calcio es el catión dominante ( $24.0\text{-}16.0 \text{ mg/L}$ ) y el anión importante es el de los sulfatos ( $32.0\text{-}24.0 \text{ mg/L}$ ), otros iones cuantificados fueron sodio ( $6.4\text{-}6.9 \text{ mg/L}$ ) y magnesio ( $5.1\text{-}3.4 \text{ mg/L}$ ). Según Navarro y Maldonado (2004) el agua contiene un elevado nivel de bicarbonatos y sulfatos, el sodio, sílice y calcio son secundarios en importancia. La contaminación que representa el mercurio para la población incrementa los conflictos en la región. Hay una necesidad de identificación sobre el grado de contaminación en los ecosistemas locales, y el riesgo de la salud del ser humano. En este panorama la ONG Agua Sustentable ha tomado los servicios de la Asociación Fauna Agua con la finalidad de analizar la información secundaria habilitada en función al estado de contaminación de la cuenca.

Calderón (2015) dice que a pesar de que la Cuenca posee la mejor calidad de agua potable del país con sustento en la certificación ISO 9001 dada el 2012 a la empresa ETAPA, y debido a que esta es la principal empresa que abastece a la ciudad, es de vital importancia tener en consideración varios factores de importancia que pueden determinar la calidad de agua potable distribuida a todos los campus de la Universidad de Cuenca, ya que viene a ser el recurso natural más utilizado para labores de limpieza en general y para ser ingerido directamente por estudiantes y personal que en esta institución labora. Es importante resaltar que luego del tratamiento del agua hay factores externos que pueden alterar su calidad, puede ser debido al tiempo de uso de tuberías o a la corrosión producto del agua misma, acumulación de sustancias suspendidas dentro de la red de distribución, etc.

La necesidad de investigar el control de calidad del agua que abastece la Universidad de Cuenca, reside en la antigüedad de sus infraestructuras y de las tuberías de distribución a las facultades, siendo las más antiguadas las creadas por decreto ejecutivo el 15 de Octubre de 1867. Uno los problemas latentes presentados en las instalaciones hidráulicas es la corrosión de las tuberías metálicas, ya que pueden darse obstrucciones y perforaciones de las líneas de agua. Las estructuras de cemento también están abiertas

a sufrir desperfectos por mecanismos biológicos y fisicoquímicos donde de la misma manera, la corrosión, es la causante de la destrucción y puede proteger a los microorganismos de los desinfectantes y purificantes empleados en la potabilización.

Todas las aguas tienen un grado de corrosión y su tendencia estará atada a sus características físicas y químicas. También se debe considerar el material con el que el agua tiene contacto. Para hacer el control de calidad y se pueda realizar el análisis de todas las posibilidades de defectos que pudiera tener el agua potable suministrada en los diferentes campus de la Universidad de Cuenca, deben realizarse análisis físicos, microbiológicos, químicos y ensayos, tomando en cuenta las especificaciones y requisitos propuestos por la NTE INEN 1108:2014 y en las necesidades de ensayos específicos extras observados por parte de las investigadoras.

Cifuentes (2014) determinó la calidad de agua destinada al consumo humano y su utilización industrial en cuatro pozos mecánicos en el sector zona 11 ubicado en Mixco, puntualmente en colonias de Lo de Fuentes, Molina y 1ero de mayo. Para ello se determinaron las características químicas, bacteriológicas y físicas del agua por pozo, después de comparar estos valores con la norma dada para el manejo del agua potable NGO29001 procedente de la Comisión Guatemalteca en Normas de COGUANOR, y de igual manera se efectuará la comparación sobre la calidad del agua con fin industrial incorporando la norma de CATIE. Respecto el análisis bacteriológico se hizo uso del método denominado tubo múltiple de fermentación.

Cada uno de los parámetros en evaluación puede hallarse en los límites aceptados en la norma para agua potable, concluyendo que el agua de estos pozos es potable y apta para consumo humano. Respecto a la calidad del agua para uso industrial, se definió como adecuada para la industria de alimentos en general, pero no para la industria de bebidas carbonatadas, cervecerías, destilerías y calderas; ya que no cumplen con los requerimientos. En promedio, el agua de estos pozos se clasifica como dura y ligeramente corrosiva.

Las teorías que sustentan la presente investigación toman como referencia los distintos parámetros microbiológicos y otros organismos que debe estar exenta el agua de

consumo humano, parámetro de calidad organoléptica, parámetro inorgánico e orgánico, parámetro de control obligatorio y respecto a los adicionales de controles obligatorios. La totalidad del agua orientada al consumo humano (Anexo 4), debe encontrarse exenta de:

- Virus;
- Bacteria coliforme total, termo tolerante y Escherichia coli,
- Larvas y huevos de helmintos, o quistes y quiste de protozooario patógeno;
- En cuanto a las bacterias heterotróficas inferior a 500 UFC / mL a 35 °C.
- Organismos con vida libre como por ejemplo, las algas, los copépodos, los protozoarios, nematodos y rotíferos en todos los estadios evolutivos.

El noventa por ciento de las muestras tomadas en esta red de distribución en cada concreto monitoreo con el control de plan, convenientes a parámetros químicos que decrecen la calidad estética y organoléptica de agua para el consumo humano, no se deben aumentar la concentración o valor señalado en el Anexo 02. Del diez por ciento restantes al proveedor analizará determinadas causas que causan el no cumplimiento y determinarán medidas con la finalidad de lograr valores preestablecidos.

Toda agua orientada al uso de consumo humano, no deben pasar a los máximos límites permitidos para los parámetros orgánicos e inorgánicos estipulados en la Anexo 03.

Son parámetros de control obligatorios para la totalidad de los proveedores de agua, los que se presentan a continuación:

- Coliformes totales
- Residual de desinfectante
- pH
- Color
- Turbiedad
- Coliforme termotolerante

De dar resultado positivo, la prueba de coliforme termotolerante, el proveedor deberá llevar a cabo el análisis de la bacteria escherichia coli, como prueba confirmativa de una contaminación de carácter fecal.



Se agregan adicionales parámetros, de darse comprobación de la presencia de parámetros establecidos en el futuro, en los diferentes puntos críticos de controles o muestreos del plan de control en calidad (PCC) de agua que aventaja los máximos límites permisibles (LMP) determinados en el reglamento, o a través de supervisar y vigilar las actividades de la cuencas, éstos Parámetros Adicionales de Control (PACO) Obligatorios a lo indicado en el artículo precedente.

- Parámetro inorgánico de mercurio, plomo, arsénico, cadmio, cromo total, antimonio, níquel, selenio, bario, nitratos y flúor, clorito clorato, cianuros, molibdeno, boro y uranio.
- Parámetro radiactivo
- Parámetro microbiológico de bacteria heterotrófica; huevos; virus y larvas de helminto, o quistes y quiste de protozoarios patógeno; y organismos de vida libre, como protozoarios, algas, nematodos, rotíferos y copépodos en su estado evolutivo.
- Parámetro organoléptico sólido total disuelto, cloruro, amoniac, dureza total, sulfatos, hierro, conductividad, aluminio, cobre, sodio y zinc, manganeso.

La condición se considerará de carácter permanente hasta que el proveedor pueda demostrar que los parámetros alcanzados cumplen con los lineamientos establecidos en la norma, en un determinado tiempo que la Autoridad de Salud de la jurisdicción plantee. De requerirse un análisis de parámetro orgánico apreciado en el Anexo 03 y que no exista una asistencia técnica para determinarse en el país, el proveedor de servicios tiene la responsabilidad de hacer cumplir con dichas características, las veces que las autoridades de salud lo hayan determinado. Si el proveedor incurre en exceder los plazos dispuestos por la autoridad, para cumplir con los LMP respecto al parámetro agregado de control, la Autoridad de Salud determinará medidas correctivas y de prevención que puedan cumplir con la ley respecto al proveedor, y tiene que determinar las coordinaciones necesarias con autoridades establecidas según el Reglamento, para poder tomar medidas que puedan proteger la salud y prevean brotes de enfermedades adquiridas por consumir de dicha agua.

Los heterótrofos son el grupo de microorganismos, en los que son incluidos en las levaduras, los hongos y las bacterias, que hacen uso de carbono orgánico como única fuente de energía y carbono. Confrontando la clasificación a la del organismo autótrofo, como por ejemplo el alga, que hacen uso de la luz del sol y del carbono inorgánico para

poder satisfacer las necesidades. La innumerable cantidad de especies conocidas de bacterias, tanto aerobia como anaerobia, son heterótrofa. Varios organismos heterótrofos absorben compuestos de carbono, como el alcohol, los azúcares utilizándolos como fuente de alimento; no obstante existen otros organismos con la capacidad de descomponer la quitina, la lignina, la queratina, la celulosa, el fenol, hidrocarburos complejos y otras sustancias. Los organismos heterótrofos acostumbran encontrarse en el agua, el suelo, los alimentos y los lechos en los suelos de masas de agua.

Por lo general, los microorganismos crecerán en el agua y como biopelículas en las superficies que están en contacto con el agua. El crecimiento de estos organismos después de tratar el agua suele entenderse como un rebrote. La aparición de un rebrote normalmente se caracteriza por el aumento de los valores del recuento heterotrófico en placas (HPC) de las muestras de agua. Suelen encontrarse valores elevados del HPC en las zonas estancadas de los sistemas de distribución, en las instalaciones del agua de uso doméstico y en las aguas embotelladas; además, se asocian con el plomo de dispositivos tales como los descalcificadores y filtros de carbono, y las máquinas expendedoras de bebidas. Los test de HPC se llevan utilizando desde hace mucho tiempo para verificar la calidad de los proveedores de agua. En un principio, estos test se aplicaban como una comprobación de los procesos de tratamiento de las aguas, en concreto de la filtración de arena, y como tal eran un indicador de la seguridad de las aguas. Debido a que se empezó a disponer de técnicas de monitorización de indicadores más específicos, por ejemplo, de *Escherichia coli* y de coliformes totales, el HPC dejó de utilizarse con estos fines. El HPC sigue desempeñando una función en muchas normativas y directrices, y también sigue siendo una valiosa herramienta de control de procesos. (Kroll, Dan, 2017)

Las mediciones de HPC se utilizan:

- Para comprobar la posibilidad de que pueda existir una interferencia en medición coliformes en medio de lactosa.
- Para poder señalar la eficacia de procesos de tratamientos de agua como indicador no directo para eliminar patógenos.
- Con el objetivo sanitario que es basado en la protección de salud pública y prevenir enfermedades, que son parte de los planes de seguridad del agua.
- Para comprobar la presencia y el número de organismos con un rebrote que no puede o si tener trascendencias sanitarias.

- Para evaluar la capacidad de toda la cadena de suministro de agua para proporcionar agua con una calidad que cumpla los objetivos definidos;
- Para supervisar los pasos de la cadena de suministro que son especialmente importantes para garantizar la seguridad del agua potable;
- Para garantizar que la instalación local de las aguas, lo que incluye los depósitos de almacenamiento, se limpia y mantiene de un modo que reduce el riesgo para la salud pública;
- Para medir el rendimiento de los procesos de filtración y desinfección;
- Para mantener un control de los sistemas de distribución en los que se asume que las mediciones de HPC responden fundamentalmente a las condiciones que pueden darse en el sistema de distribución: desde estancamiento, pérdida de desinfectante residual, niveles elevados de carbono orgánico asimilable y mayores temperaturas del agua hasta la disponibilidad de nutrientes;
- Para supervisar los sistemas cloraminados y los sistemas que contienen amoníaco en la fuente de agua como posible indicador de la aparición de nitrificación;
- Como indicador potencial de la aparición de problemas de sabor u olor, o de problemas de otra índole estética.

El término Generalidades Helmintos, no hace referencia clasificar el tipo biológico, debido a que reúne dos diferentes grupos de organismos metazoos con profundas biología diferentes. Los helmintos es un conjunto de gusanos que de manera única comparten características de cualquier invertebrado y que son considerados parásitos del hombre. No obstante se puede generalizar que los adultos se consideran macroscópicos alargados y tienen simetría bilateral, no cuentan con extremidades y dañan muchos seres humanos. Son varios tamaños entre milímetros y metros, depende de cada especie. Los helmintos son subdivididos en 02 grupos, los Nemtyhelmintes o gusanos redondeados (nematodos) y los Platyhelmintes o gusanos aplanados (platelmintos).

Las diferencias principales de estos grupos son:

- Los nematodos son evolutivamente organismos más "modernos" y cuentan con estructuras corporales más avanzadas, como por ejemplo se cuentan con sistemas digestivos completos con boca, ano y órganos internos aislados en un pseudoceloma, son diferentes de los platelmintos los cuales no tienen estos sistemas. En el caso de

los cestodos, una clase de platelmintos, absorben los nutrientes directamente por su cubierta externa.

- Los nematodos tiene una cubierta protectora externa y gruesa, cumple una función similar a la epidermis humana, llamada cutícula. Los platelmintos no tienen esta protección y su capa es mucho menos resistente (tegumento), está especializada en el intercambio de sustancias con el medio externo.
- Otras de las diferencias es su sistema de reproducción, mientras que el dimorfismo sexual es importante en todos los nematodos, cuando se habla de los platelmintos es común el hermafroditismo (Palacio).

En el sistema digestivo de la mayoría de la población coexisten muchos protozoos que incluyen flagelados, amibas, ciliados y coccidias. Los *Endolimax nana*, *Trichomonashominis* y *Entamoebacoli*, son llamados comensales, mientras que los *Giardaintestinalis*, *Iodamoebabuetschlii*, *Ent. Hartmanni*, *Dientamoebafragilis*, *Ent. Histolytica*, *Cryptosporidiumparvum* y *Balantidiumcoli* son llamados protozoarios patógenos.

También existen otras especies de protozoos capaces de causar desórdenes gástricos ya sea en individuos inmunocompetentes como inmunosuprimidos, estas son los *Blastocystishominis*, *Chilomastixmesnili*, *Isospora belli*, *Cyclosporacayetanensis*. Son parásitos causantes de diarreas en la población humana, los grupos más sensibles a estos, son los adultos mayores de setenta años y los niños menores de cinco años; este segmento presenta 5% en los enfermos que requieren hospitalización y una mortalidad de 3%.

En general los patógenos (i.e., virus, bacterias y protozoos) son causantes principalmente de gastroenteritis y 50% de estos casos son causados por agua corrompida por heces humanas y de animales y se atribuyen a microorganismos puntuales o toxinas generadas por ellos. En EEUU es posible que los parásitos protozoos sean los responsables de cerca de 7% de las 672 epidemias originadas entre 1946 a 1980 por el consumo de agua. Cabe resaltar que existen otras formas de transmisión de estos microorganismos (i.e., alimentos, auto-infección), no obstante nos centraremos únicamente en la ruta de transmisión mediante del agua.

Otros protozoos considerados de vida libre (i.e., amibas), pueden en ciertas circunstancias transformarse en patógenos y causar problemas de salud, como es el caso

de *Naegleria fowleri*, *Vahlkampfi* spp, *Acanthamoeba griffini*, *A. Castellani*, *A. Culbertsoni* y *Hartmannella vermiformis*.

Es por ello que los protozoos son importantes en la industria del agua, ya que transmite la mayoría de parásitos. Las principales formas de transmisión son la ingestión de agua contaminada, la re-contaminación por la mala limpieza doméstica y el contacto del agua. Los protozoarios patógenos más importantes respecto a la calidad del agua para diversos usos (i.e., agua para consumo humano, agua para recreación y agua para irrigación de vegetales frescos de consumo directo) son el *Cryptosporidium* sp y la *Giardia* sp. Por eso nos centramos en dos microorganismos y el peligro potencial que conllevan, no olvidando que otros protozoarios patógenos tienen la capacidad de ser las causas de diarreas e incluso causar la muerte.

Los virus son elementos de carácter genético capaces de replicarse independientemente de los cromosomas de una célula, pero únicamente en su interior. Tienen una forma infecciosa extracelular, que les da la facilidad de ingresar a un hospedante y multiplicarse por sí solo a través de un medio capaz de destruir la célula que lo alberga. En el estado extracelular, un virus es aquella partícula microscópica metabólicamente inerte contenedora de ácido nucleico cubierto de proteína y en ocasiones dependiendo del virus tendría otras partes macromoleculares. Al momento que el ácido nucleico viral es introducido en una célula, da inicio al estado intracelular y se da la replicación del virus mediante la producción de otras copias del genoma y la síntesis de los compuestos de la cubierta.

El virus es muy pequeño y codifica las funciones que no puede tomar del hospedante, tiene la capacidad de redirigir la maquinaria preexistente en el hospedante para permitir la replicación y ensamblaje de las nuevas partículas virales. Los virus pueden tener ADN o ARN bicatenario o mono; siendo unos pocos los tienen ambos tipos de ácido nucleico, ubicado en diferentes estados del ciclo reproductivo, por ejemplo el virus de hepatitis contiene un ARN intermediario en la célula y ADN en la partícula extracelular. Los virus similares al Norwalk, son pequeños y de redonda estructura, son los agentes más conocidos de los brotes de gastroenteritis transferida mediante los alimentos y el agua, enfermedad se caracteriza por vómitos, diarrea y náuseas con una duración de uno a tres días. El modo de transmisión más común es el consumo de alimentos contaminados, por ejemplo hielo, agua, mariscos crudos y cocidos, productos de

panadería congelados, varios tipos de ensaladas y alimentos fríos. Pueden también ser transmitidos por los manipuladores asintomáticos, infectados o incluso enfermos. La hepatitis A es transmitida por los alimentos y el agua, mediante la vía fecal-oral. La incubación dura de 2 a 6 semanas y la enfermedad inicia con síntomas no específicos, luego se muestra la ictericia; la gravedad está ligada a la edad. Los polio virus y enterovirus, los tipos Norwalk y el de la hepatitis A se esparcen en el ambiente con la materia fecal. El más peligroso es el polio virus, cuya forma nativa es considerada como extinta en varias partes de la tierra. Los tratamientos de purificación pueden neutralizar los virus que viven por largos periodos de tiempo en el agua, por ejemplo 0,6 ppm de cloro libre. Los virus entéricos son muy estables a pH poco ácido pero muy sensibles a la desecación. (Carrillo, 2007)

Para poder encaminar la investigación se debe formular el problema el cual será abarcado por una pregunta general, que vendría a ser, ¿cuál es la calidad del agua en los pozos de acumulación y distribución de agua de la ciudad de Piura?, la que conlleva a la necesidad de responder las siguientes preguntas específicas: ¿cuáles son las características físico químicas de cada uno de los pozos de acumulación y distribución de agua?, ¿cuáles son las características microbiológicas de cada uno de los pozos de acumulación y distribución de agua?.

Por otro lado el presente trabajo de investigación, se justifica desde el punto de vista social para la población que tiene el derecho de conocer las condiciones del servicio que recibe del proveedor EPS Grau con la finalidad de exigir que se le brinde un producto aceptable según parámetros establecidos en el Reglamento por el MINSA. Así mismo la prevención de brotes colectivos de enfermedades cuyo medio de contagio puede ser el agua de consumo bajo la responsabilidad a la EPS Grau, siendo de su interés el presentar datos que no salgan de los parámetros establecidos. Existe una justificación económica al repercutir en el desarrollo de las actividades laborales si la población llegase a estar infectada por microbios o parásitos cuyo medio de traslado sea el agua potable. El gasto que se generará en la subsanación del estado saludable de la población infectada lograría ser más elevado que la inversión por prevenirlo. Por otro lado una justificación teórica se presenta en la generación de información de alta relevancia para las medidas preventivas a tomar por la EPS Grau, las acciones que deberá tomar la población para erradicar cualquier indicio de microorganismo o parásito que presente un

riesgo a la salud. La determinación de las áreas afectadas por medidas fuera de los parámetros del reglamento permitirá el análisis de las causas y las previsiones necesarias para su control.

El camino que presenta la siguiente investigación va dirigido a la consecución de un objetivo general, y dos objetivos específicos; el primero es determinar la calidad del agua potable en los pozos de acumulación y distribución de agua de la ciudad de Piura, y los específicos son, determinar las características físico químicas de cada uno de los pozos de acumulación y distribución de agua, determinar las características microbiológicas de cada uno de los pozos de acumulación y distribución de agua.

## **II. MÉTODO**

### **2.1. Diseño de Investigación**

Según HERNÁNDEZ, y otros (2014, pág. 92) la investigación aplicada es aquella en la cual se utilizan los conocimientos ya existentes para la solución de problemas prácticos en un área determinada del conocimiento. La investigación desarrollada respecto a esta categoría, hago uso de bases teóricas, como por ejemplo las Normas Técnicas Peruanas para la evaluación de la calidad de agua en los pozos de agua bajo la responsabilidad de la EPS Grau.

Según el nivel esta investigación es descriptiva, ya que describe cómo tratar de especificar propiedades, características y datos importantes ante un determinado fenómeno que se analice” (HERNÁNDEZ, y otros, 2006, pág. 81). En esta investigación se hizo la evaluación del nivel de calidad de agua en los pozos de agua bajo la responsabilidad de EPS Grau.

Para Behar (2008) el diseño no experimental aparece cuando el investigador estudia un determinado fenómeno de la manera como se presenta, sin influir en el. Esta investigación tendría este diseño. El esquema corresponde a, M: O<sub>1</sub>, donde G es Total de pozos de agua analizados y O<sub>1</sub> representa los distintos análisis realizados al agua de cada uno de ellos.

### **2.2. Variables y Operacionalización**

Se identificó como variable de estudio a las características de calidad del agua en cada pozo en estudio. La Operacionalización de las variables se presenta en la Tabla 1.



**Tabla 1: Tabla de Operacionalización de las variables**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Calidad del agua	“La capacidad intrínseca que tiene el agua para responder a los usos que se podrían obtener de ella”. Libro Blanco del Agua (2000)	Características físico - químicas	Cada una de las características físico-químicas se obtendrá a través de un análisis de laboratorio realizando las medidas cada quincena durante cuatro meses.	pH	Razón
				Alcalinidad	Razón
				Sólidos totales	Razón
				Dureza total	Razón
		Características organolépticas	Se aplicó una prueba de análisis sensorial utilizando una prueba Hedónica a diez catadores a quienes se les capacitó previamente,	Olor	Ordinal
				Color	Ordinal
				Sabor	Ordinal
		Características microbiológicas	Cada una de las características microbiológicas se obtendrá a través de un análisis de laboratorio realizando las medidas cada semana durante cuatro meses.	UFC de Coliformes Totales	Razón
				UFC de Coliformes Fecales	Razón
				UFC de Escherichia Coli	Razón

Elaboración propia

### 2.3. Población y muestra

La población está conformada por el total de pozos de agua bajo la responsabilidad de la EPS Grau. La muestra es igual a la población pues no se realiza muestreo.

### 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Para la recolección de datos de los indicadores planteados se utilizó la técnica de la observación experimental y el instrumento de recolección de datos es el resultado del análisis de laboratorio, los cuales se encuentran en el Anexo 2.

**Tabla 2: Técnicas e Instrumentos de recolección de datos**

<b>Dimensión</b>	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Análisis físico-químico	Observación experimental	Análisis de laboratorio
Análisis microbiológico		Análisis de laboratorio
Análisis organoléptico		Prueba de Escala Hedónica

Elaboración Propia

### 2.5. Métodos de análisis de datos

Para el análisis de las características físico-químicas, organolépticas y microbiológicas se utilizaron tablas para comparar las características obtenidas y los valores dados por el Reglamento de la Calidad del Agua Para Consumo Humano D. S. 031-2010-SA.

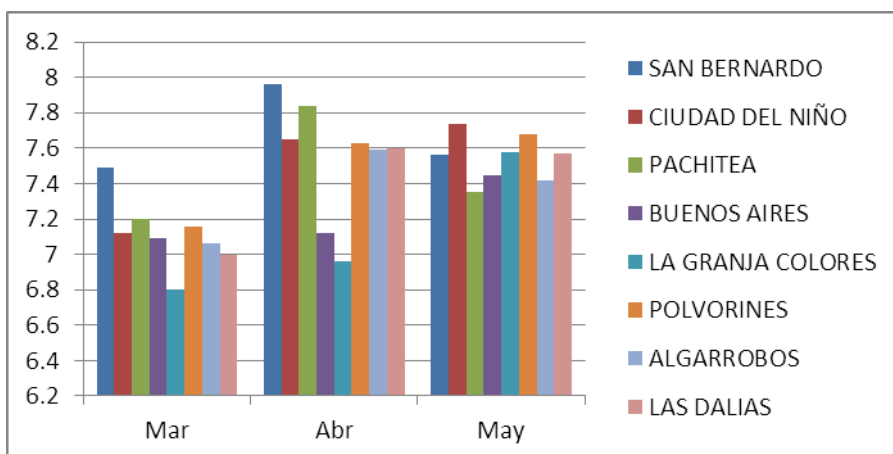
### 2.6. Aspectos éticos

El investigador se comprometió a facilitar la información relacionada a la investigación solo con fines académicos, por cláusulas de confidencialidad, se realizó la validez y la confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos. Se respetó la autoría de los libros y antecedentes a través de citas y referencias ISO 690 – 690.2.

### III. RESULTADOS

Se muestran los resultados de los valores fisicoquímicos encontrados en 8 pozos de la ciudad de Piura.

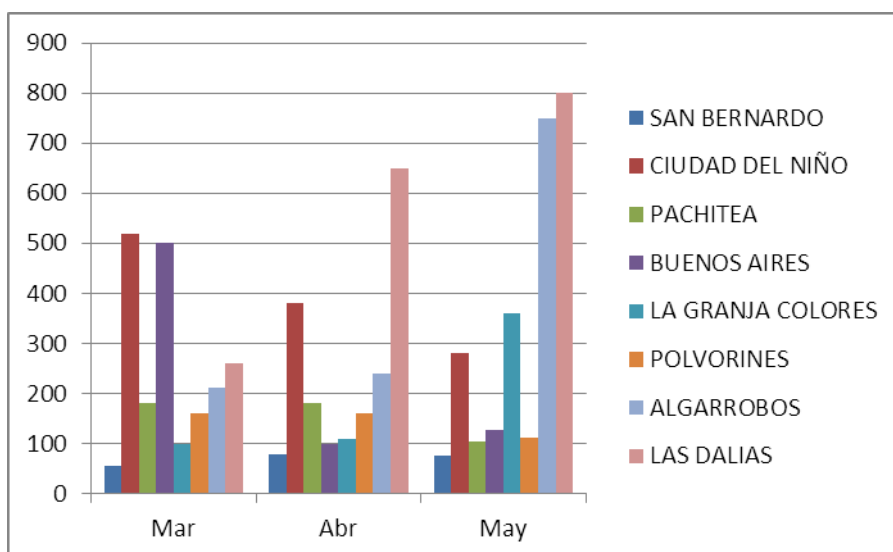
En la Figura N° 1 se visualiza el pH, durante tres meses del año 2019, de los pozos más significativos de la ciudad de Piura.



**Figura 1. pH de 8 pozos de la ciudad de Piura**

Los valores de pH, en todos los pozos analizados se encuentran dentro de los niveles permitidos.

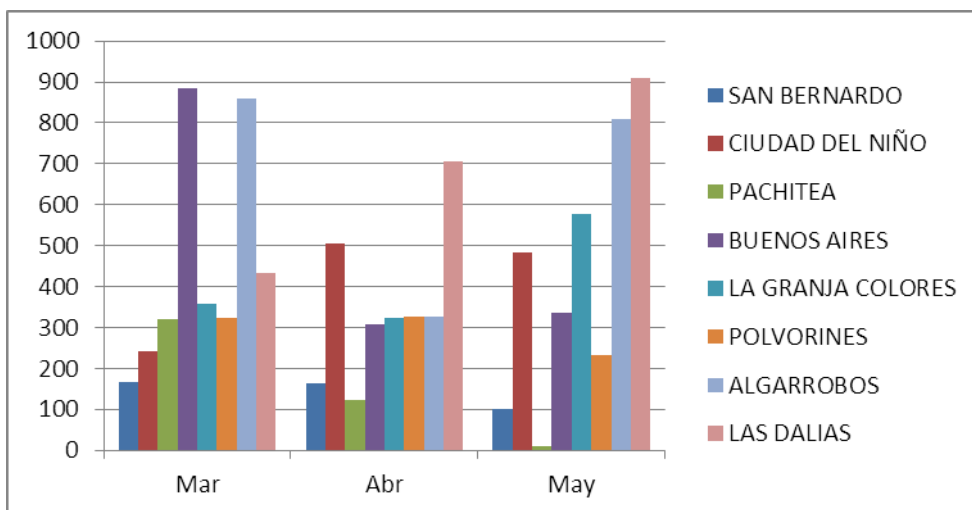
En la Figura N° 2 se visualiza la dureza, durante tres meses del año 2019, de los pozos más significativos de la ciudad de Piura.



**Figura 2. Dureza de 8 pozos de la ciudad de Piura**

De lo mostrado en la figura 2 se puede afirmar que en el caso del pozo Las Dalias el valor de la dureza del líquido está por encima de lo permitido.

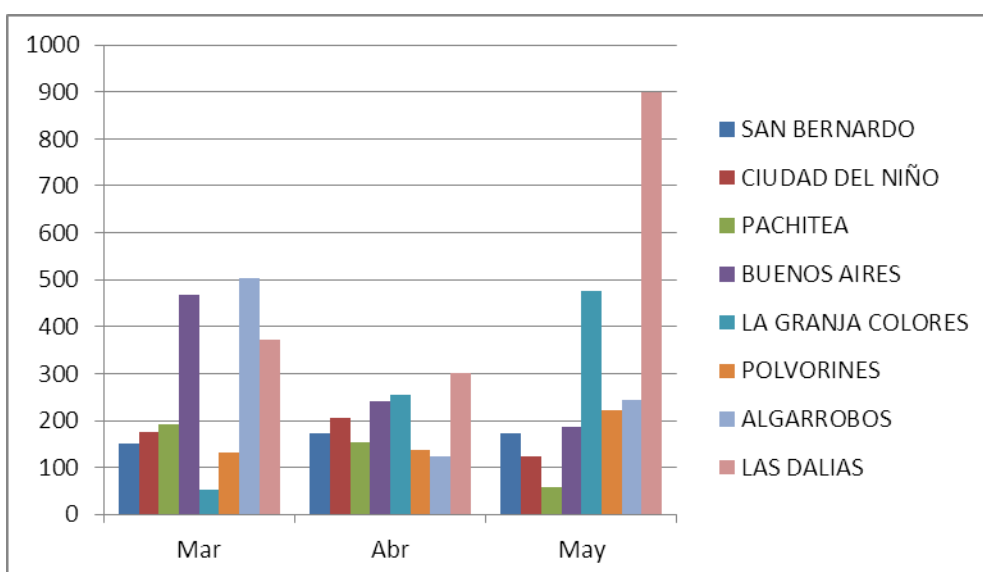
La presencia de cloruros en 8 pozos de la ciudad de Piura, se grafica en la Figura N° 3.



**Figura 3. Presencia de cloruros en 8 pozos de la ciudad de Piura**

El valor máximo de cloruros permitidos en el agua de consumo humano es de mg 250 Cl/L lo cual cumplen dos de los ocho pozos analizados (San Bernardo y Pachitea).

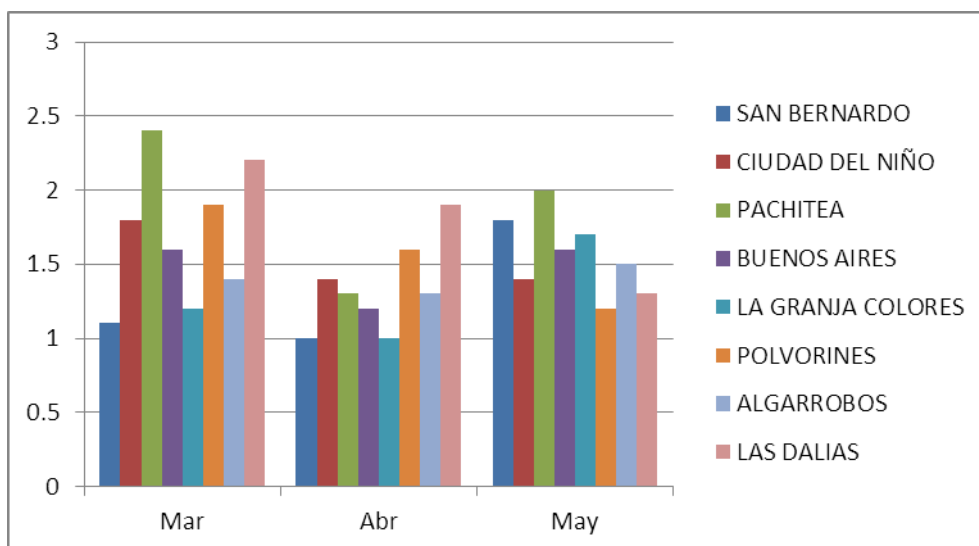
Los sulfatos en el agua solo originan un ligero sabor amargo, en la Figura N° 4 se grafica la presencia de este mineral en ocho pozos de la ciudad de Piura.



**Figura 4. Presencia de sulfatos en 8 pozos de la ciudad de Piura**

Analizando la figura 4 se puede concluir que en el mes de mayo del 2019 la presencia de sulfatos en el pozo las Dalias en el mes de mayo.

La figura N° 5 detalla la cantidad de nitratos promedio presente en ocho pozos significativos de la ciudad de Piura.

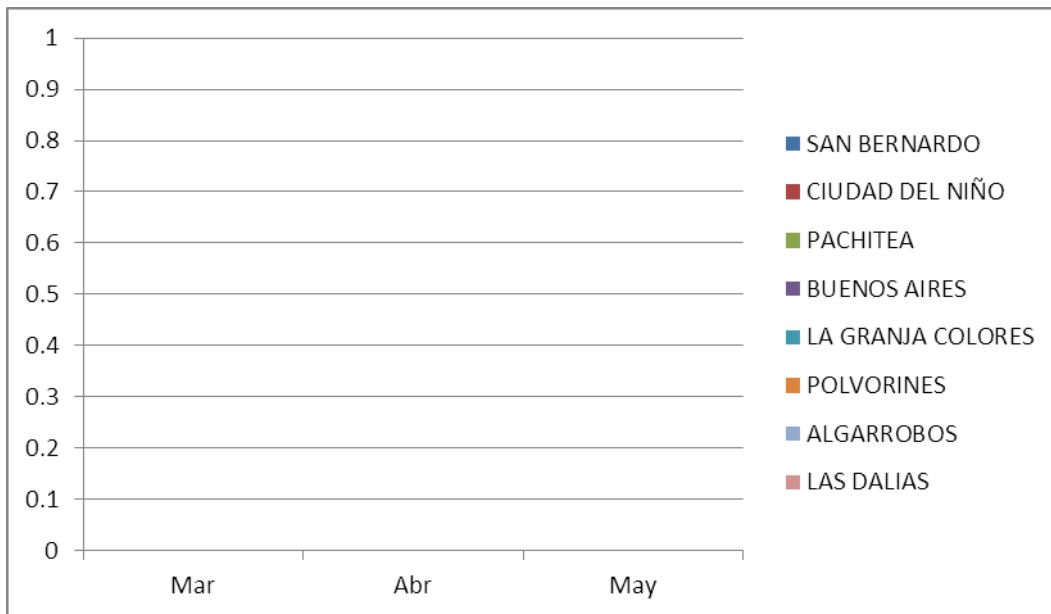


**Figura 5. Presencia de nitratos en 8 pozos de la ciudad de Piura**

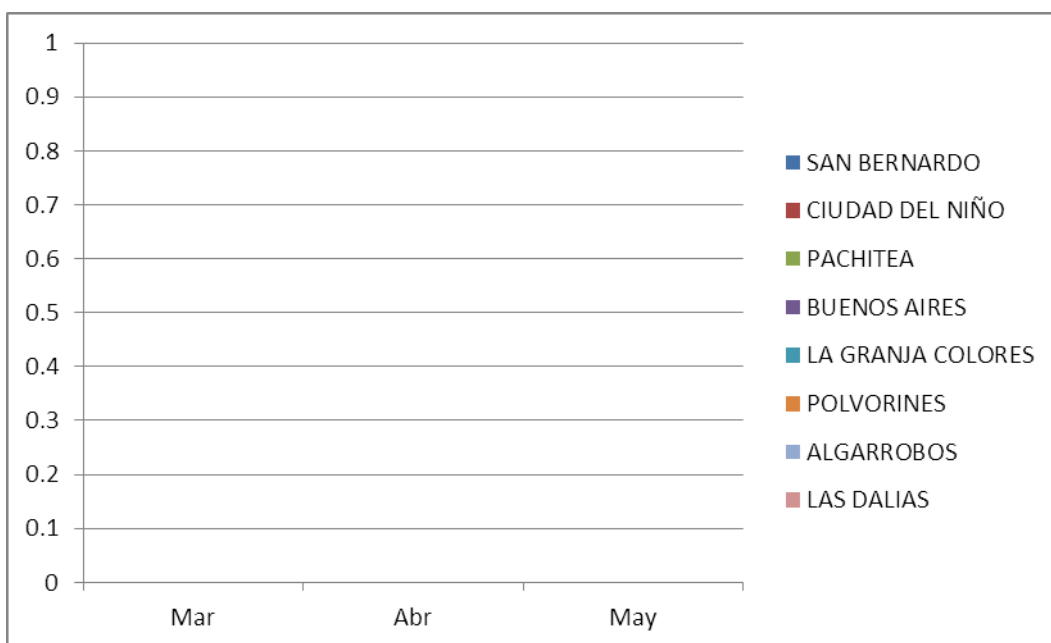
La presencia de nitratos es un componente tóxico en el agua por eso su presencia no es recomendable, observándose valores altos de este mineral en el pozo de Pachitea tanto en los meses de marzo y mayo.

Los resultados microbiológicos se muestran en las figuras de 6 a 8.

En la Fig. 6 y 7 se muestran la ausencia de Coliformes y Escherichia Coli



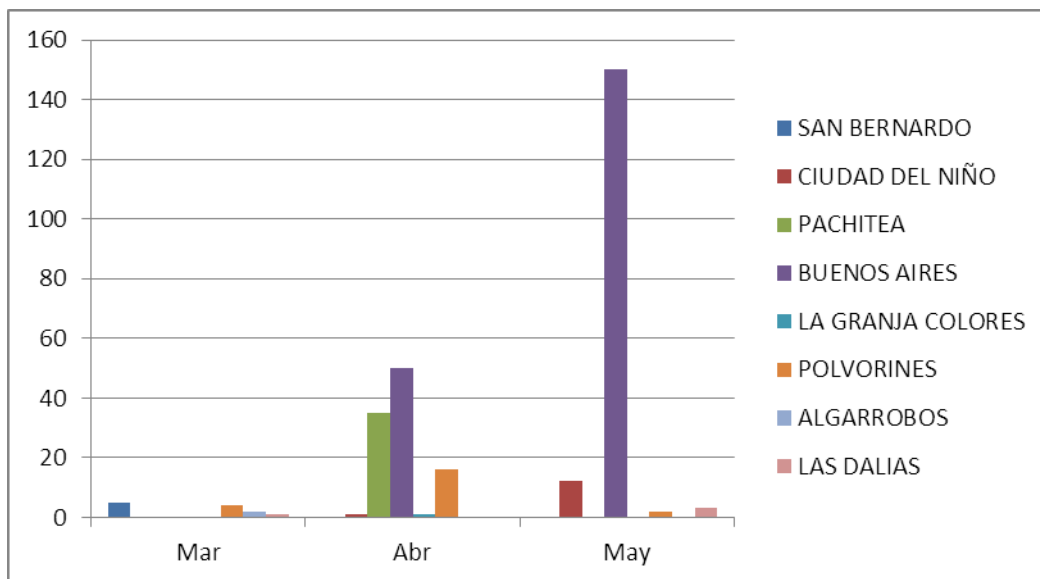
**Figura 6. Coliformes presentes en 8 pozos de la ciudad de Piura**



**Figura 7. Escherichia Coli presentes en 8 pozos de la ciudad de Piura**

En ambas figuras 6 y 7 se aprecia la ausencia de UFC/mL.

En la Figura 8 se grafica la cantidad de bacterias Heterotróficas (UFC/mL) presentes en 8 pozos significativos de la ciudad de Piura



**Figura 8. Bacterias Heterotróficas (UFC/mL) presentes en 8 pozos de la ciudad de Piura.**

Del tratamiento que se le da al agua y obtener un producto de calidad, la ausencia de las bacterias heterotróficas son los indicadores de la calidad del agua y por ende, se aprecia en la figura 8 que en el mes de mayo en el pozo Buenos Aires se eleva la presencia de este tipo de bacterias.

#### IV. DISCUSIÓN

El pH promedio de los pozos analizados varía de 7,11 a 7,67 valores que se mantienen dentro del rango de lo permitido, esto nos indica que la acidez o alcalinidad de estos puntos, es próximo al neutro siendo esta condición apta para el consumo humano. La dureza promedio se encuentra en el rango de 70 a 570 mg/L CaCO<sub>3</sub>. Los sulfatos se encuentran en el rango de 135,4 a 298,33 mg SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/L. Los cloruros están en el intervalo de 143,47 a 686,33 mg Cl/L, por último, los nitratos se encuentran en el rango de 1,3 a 1,9 mg NO<sub>2</sub>/L. Ramírez (2016) realizó la investigación relacionada con la calidad del agua potable en Taparachi III - Juliaca, provincia de San Román entre febrero y junio del 2016. Los valores encontrados en la concentración de sulfatos en los pozos fueron de 324.00 ± 35.75 mg/L y en pozos tubulares fue 226.18 ± 34.16 mg/L; las concentraciones de nitratos fueron de 34.10 ± 3.22 mg/L en pozos artesanales y en pozos tubulares 28.40 ± 3.70 mg/L, ANDEVA (P>0.05). La diferencia entre los valores encontrados radica en la naturaleza de los tipos de pozos.

Se encontró que no existe presencia de coliformes totales ni de escherichia coli mientras que las bacterias heterotróficas su rango oscila entre 0,33 y 11,67 UFC/100 mL. Los resultados obtenidos por Ramírez (2016). Los parámetros bacteriológicos de coliformes totales fueron 226.21 ± 62.60 UFC/100 mL ANDEVA (P>0.05) en pozos tubulares y 378.16 ± 96.03 UFC/100 mL en pozos artesanales; los coliformes fecales saltaron con 107.22 ± 43.16 UFC/100 mL en pozos artesanales y en pozos tubulares 27.79 ± 6.67 UFC/100 mL ANDEVA (P≤0.05) y las bacterias heterotróficas fueron en pozos tubulares de 217.79 ± 56.98 UFC/100 mL ANDEVA (P>0.05) y de 303.47 ± 74.58 UFC/100 mL en pozos artesanales. Los coliformes fecales y totales se exceden a los valores permitidos, por lo tanto el agua de pozos artesanales y tubulares no son aptas para el consumo humano; en el caso de la investigación realizada se presenta un pozo con valores no permitidos que es el reflejo de un mal tratamiento de agua.



## V. CONCLUSIONES

Se puede verificar que el pH en los puntos de muestreo se mantiene dentro del rango de lo permitido, esto nos indica que la acidez o alcalinidad de estos puntos, es próximo al neutro siendo esta condición apta para el consumo humano.

La evaluación de la dureza en los puntos de muestreo nos muestra la variedad de información en cada punto de muestreo, esta información es básica para sacar conclusiones y evaluar y corregir las características de los puntos que no son considerados aptos para consumo, poniendo énfasis en el proceso de purificación de aquellos puntos que muestran valores por encima de lo permitido como es el caso del pozo Las Dalias en el que se puede notar que la Dureza del Líquido está por encima de lo permitido.

La presencia de valores elevados de cloruros en el agua no es determinante para su potabilidad, pero si para su sabor, la presencia de cloruros de alto valor es frecuente en las zonas costeras debido a la mezcla con el agua del mar, aunque en sectores áridos se debe al relave de las tierras áridas.

Los Sulfatos en el agua no significan mayor problema que el de tener un sabor amargo y en casos de personas o animales no acostumbrados a beber este tipo de agua puede producir diarreas, el organismo se adapta rápido a la presencia elevada de sulfatos.

El nitrato es un componente tóxico del que si se tiene que tener cuidado, este se obtiene de suelos agrícolas con presencia de pesticidas, su elevado valor constituye un daño en su ingesta. En las muestras mostradas no es significativa su presencia, considerándose aguas aptas para el consumo.

El agua para consumo humano tiene que estar libre de Coliformes como es evidente en estas muestras. El gráfico de este conjunto de datos es la muestra del control que se tiene que tener en el tratamiento de productos de consumo humano, las bacterias Heterotróficas son los indicadores de la calidad del agua y por ende del tratamiento que se le da para obtener un producto de calidad, como vemos en la muestra tomada en el

mes de mayo en el pozo Buenos Aires se eleva la presencia de este tipo de bacterias. Reflejo de un mal tratamiento de agua.

En lo examinado no se encuentra, en las muestras obtenidas, la presencia de Escherichia Coli, de haberlo significaría contaminación con residuos fecales y esto a su vez que no se tiene un control efectivo en el tratamiento del agua antes de salir a la red para consumo humano.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos durante la investigación y sabiendo que de por sí es de vital importancia mantener los estándares de calidad del líquido elemento, más aun considerando lo vulnerable de las clases sociales media y baja en temas de salud, es que se considera esta necesidad y se debe de realizar los trabajos necesarios para poder mantener o mejorar la calidad en los procesos que garanticen un agua de calidad apta para el consumo humano.

Por estas razones y conociendo que el agua que se distribuye es captada de los afluentes que emanan de la parte alta de la cordillera, es que en primer lugar se tiene que proteger los páramos y bosques principales abastecedores de este recurso, orientar a los pobladores que están a lo largo del recorrido de las quebradas y ríos que nos traen ese recurso en formas de cuidar y no contaminar estos afluentes.

Generar una cultura verde a nivel de usuarios, concientizando la necesidad de cuidar el recurso.

Una práctica que se está dando actualmente y es recomendable aplicar es la combinación de agua de distintos puntos de captación, en este caso tenemos pozos que envían agua a sus respectivos reservorios donde son mezclados con agua que viene de la planta de tratamiento de Curumuy esto con el propósito de mejorar la calidad del agua.

En la figura N° 9 se muestra la salida del agua a la población luego de ser mezclada el agua del pozo Buenos Aires con el Agua de PTAP Curumuy.

## REFERENCIAS

**Calderón, Carmen Cristina.** 2015. Control de calidad del agua potable que se distribuye en los campus: central, hospitalidad, balzay, paraíso, yanuncay y las granjas de irquis y romeral pertenecientes a la Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador : Universidad de Cuenca, 2015.

**Carrillo, Leonor.** 2007. Manual de Microbiología de los Alimentos. Jujuy, Argentina : Asociación Cooperadora de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNJU, 2007. ISBN 978-987-05-3214-9.

**Cifuentes, Byron Marel Gramajo.** 2004. Determinación de la calidad del agua para consumo humano y uso industrial, obtenida de pozos mecánicos en la zona 11, mixco, Guatemala. Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala, 2004.

**Kroll, Dan.** 2017. Test de Recuento Heterotrófico en Placas. Madrid, España: Hach, 2017.  
Ministerio de Salud. 2011. Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano: D.S. N° 031-2010-SA. Lima, Perú: Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud, 2011.

**Palacio, Martha Nelly Montoya.** Laboratorio Virtual de Parásitos. [En línea] Facultad de Medicina, Universidad de Antioquía. [Citado el: 11 de 09 de 2018.]  
<http://medicina.udea.edu.co/parasitologia/index.html>.

**Quispe, Sergio Casilla.** 2014. Evaluación de la calidad de agua en los diferentes puntos de descarga de la cuenca del río Suchez. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano, 2014.

**Ramírez, Katherine Calsín.** 2016. Calidad física, química y bacteriológica de aguas subterráneas de consumo humano en el sector de taparachi III de la ciudad de Juliaca, Puno - 2016. Puno, Perú: Universidad Nacional del Altiplano, 2016.

**Solarte, Yezid.** 2006. Transmisión de protozoarios patógenos a través del agua para consumo humano. Medellín, Colombia: Colombia Médica, 2006. Vol. 37.

**UNESCO.** 2015. Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2015: Agua para un mundo sostenible. Paris: UNESCO, 2015.

**WWAP (United Nations World Water Assessment Programme).** 2018. The United Nations World Water Development Report 2018: Nature-based Solutions. Paris: UNESCO, 2018. pág. 168.

**Zapata, Ralph.** 2017. Piura: mejorarán el servicio de agua potable y alcantarillado dañados por El Niño Costero. El Comercio. 12 de 09 de 2017.

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de Consistencia

Título	Formulación del problema	Objetivos	Variables e Indicadores	Población / Muestra	Diseño	Técnicas e Instrumento de recolección de datos	Método de análisis de datos
Calidad del agua potable en los pozos de acumulación y distribución de agua de la ciudad de Piura, 2019	<p><b><u>Pregunta general</u></b></p> <p>¿Cuál es la calidad del agua en los pozos de acumulación y distribución de agua de la ciudad de Piura?</p> <p><b><u>Preguntas Específicas</u></b></p> <p>¿Cuáles son las características físico-químicas de cada uno de los pozos de acumulación y distribución de agua?</p> <p>¿Cuáles son las características organolépticas de cada uno de los pozos de acumulación y distribución de agua?</p> <p>¿Cuáles son las características microbiológicas de cada uno de los pozos de acumulación y distribución de agua?</p>	<p><b><u>Objetivo general</u></b></p> <p>Determinar la calidad del agua potable en los pozos de acumulación y distribución de agua de la ciudad de Piura.</p> <p><b><u>Objetivos Específicos</u></b></p> <p>Determinar las características físico-químicas de cada uno de los pozos de acumulación y distribución de agua.</p> <p>Determinar las características organolépticas de cada uno de los pozos de acumulación y distribución de agua.</p> <p>Determinar las características microbiológicas de cada uno de los pozos de acumulación y distribución de agua.</p>	<p><b><u>Variable</u></b></p> <p>Calidad del Agua</p> <p><b><u>Indicadores</u></b></p> <p>pH</p> <p>Alcalinidad</p> <p>Solidos totales</p> <p>Dureza total</p> <p>Olor</p> <p>Color</p> <p>Sabor</p> <p>UFC de Coliformes Totales</p> <p>UFC de Coliformes Fecales</p>	<p>La población está conformada por el total de pozos de agua bajo la responsabilidad de la EPS Grau. La muestra es igual a la población pues no se realiza muestreo.</p>	<p>Investigación aplicada, diseño no experimental, nivel descriptiva</p>	<p>Observación experimental y el instrumento de recolección de datos es el resultado del análisis laboratorio (Anexo2).</p>	<p>Se utilizaron tablas para comparar las características obtenidas y los valores dados en Microsoft Excel.</p>

## Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos

Para el análisis de las muestras obtenidas se realizó una comparación con los valores de las tablas proporcionado por el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N°031-2010-SA.

### A. Determinación del pH (Límites máximos permisibles 6,8 a 8,5)

Pozo	Valores de pH (Unidades de pH)			Promedio
	Mar	Abr	May	
SAN BERNARDO	7.49	7.96	7.56	7.67
CIUDAD DEL NIÑO	7.12	7.65	7.74	7.50
PACHITEA	7.20	7.84	7.35	7.46
BUENOS AIRES	7.09	7.12	7.45	7.22
LA GRANJA COLORES	6.80	6.96	7.58	7.11
POLVORINES	7.16	7.63	7.68	7.49
ALGARROBOS	7.06	7.59	7.42	7.36
LAS DALIAS	7	7.60	7.57	7.39

**Fuente: Elaboración propia**

Los resultados nos indican que las muestras tomadas y luego de ser analizadas los valores resultan entre los límites permisibles de pH según el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano.

**B. Valores de Dureza por pozo (Límite máximo permisible 500 mg/L CaCO<sub>3</sub>)**

Pozo	Valores de Dureza (mg/L CaCO <sub>3</sub> )			Promedio
	Mar	Abr	May	
SAN BERNARDO	56	78	76	70.00
CIUDAD DEL NIÑO	520	380	280	393.33
PACHITEA	180	180	104	154.67
BUENOS AIRES	500	100	127	242.33
LA GRANJA COLORES	100	108	360	189.33
POLVORINES	160	160	112	144.00
ALGARROBOS	212	240	750	400.67
LAS DALIAS	260	650	800	570.00

**Fuente: Elaboración propia**

La dureza nos proporciona las características minerales del agua, en este caso el pozo Las Dalias resulta con un valor superior al permisible mostrándonos la necesidad de darle un tratamiento especial a fin de bajar este valor, como el ya mencionado de mezclar el agua que proviene del PTAP Curumuy con el agua del mismo pozo, esto reduciría la presencia Mineral.

**C. Valores de Cloruros por pozo (Límite máximo permisible 250 mg Cl/L)**

Pozo	Cloruros (mg Cl/L)			Promedio
	Mar	Abr	May	
SAN BERNARDO	166.00	163.00	102.00	143.67
CIUDAD DEL NIÑO	242.00	505.00	484.60	410.53
PACHITEA	321.00	124.19	11.10	152.10
BUENOS AIRES	883.00	309.00	335.00	509.00
LA GRANJA COLORES	357.00	323.00	576.00	418.67
POLVORINES	323.00	327.00	234.00	294.67
ALGARROBOS	858.00	327.00	808.00	664.33
LAS DALIAS	434.00	707.00	909.00	683.33

**Fuente: Elaboración propia**

En sectores con un alto contenido de Cloruros como es el caso de los pozos de Ciudad del Niño, Buenos Aires, La Granja de Colores, Los Algarrobos y Las Dalias; es perceptible su presencia por el sabor salado del agua que es por la mezcla con agua de



mar por la proximidad del mismo y su tratamiento es con la mezcla del agua del PTAP Curumuy que procede de la parte alta del Departamento de Piura. La imagen N° 14 muestra el análisis del Cloruro en el Agua.

**D. Valores de Sulfatos por pozo (Límite máximo permisible 250 mg SO<sub>4</sub>/L)**

Pozo	Valores de Sulfatos (mg SO <sub>4</sub> /L)			Promedio
	Mar	Abr	May	
SAN BERNARDO	152.00	174.00	172.00	166.00
CIUDAD DEL NIÑO	176.00	206.00	124.70	168.57
PACHITEA	193.00	155.00	58.20	135.40
BUENOS AIRES	467.00	242.00	186.00	298.33
LA GRANJA COLORES	52.00	256.00	475.00	261.00
POLVORINES	132.00	137.00	223.00	164.00
ALGARROBOS	503.00	125.00	243.00	290.33
LAS DALIAS	372.00	301.00	898.00	523.67

**Fuente: Elaboración propia**

El agua con un alto valor de Sulfato puede producir deshidratación y diarreas en los niños y organismos sensibles, normalmente los organismos se acostumbran a su presencia y no se puede percibir ya que el organismo se adapta a estos minerales.

**E. Contenido de Nitrato por pozo (Límite máximo permisible 3,00 mg NO<sub>3</sub>/L exposición corta y 0,20 mg NO<sub>3</sub>/L exposición larga)**

Pozo	Nitrato (mg NO <sub>3</sub> /L)			Promedio
	Mar	Abr	May	
SAN BERNARDO	1.10	1.00	1.80	1.30
CIUDAD DEL NIÑO	1.80	1.40	1.40	1.53
PACHITEA	2.40	1.30	2.00	1.90
BUENOS AIRES	1.60	1.20	1.60	1.47
LA GRANJA COLORES	1.20	1.00	1.70	1.30
POLVORINES	1.90	1.60	1.20	1.57
ALGARROBOS	1.40	1.30	1.50	1.40
LAS DALIAS	2.20	1.90	1.30	1.80

**Fuente: Elaboración propia**

Los niveles de nitrato en estas muestras no son significativos y no presentan riesgo a la salud al consumirse.

**F. Contenido de Coliformes Totales (Límite máximo permisible 0(\*) UFC/100 mL a 35°C)**

Pozo	Coliformes Totales (UFC/mL)			Promedio
	Mar	Abr	May	
SAN BERNARDO	0	0	0	0
CIUDAD DEL NIÑO	0	0	0	0
PACHITEA	0	0	0	0
BUENOS AIRES	0	0	0	0
LA GRANJA COLORES	0	0	0	0
POLVORINES	0	0	0	0
ALGARROBOS	0	0	0	0
LAS DALIAS	0	0	0	0

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

**Fuente: Elaboración propia**

La presencia de Coliformes Totales nos indicaría que no es agua potable, en las muestras tomadas no se encontró su presencia, esto nos muestra que el agua es pura y adecuada para el consumo.

**G. Contenido de Bacterias Heterotróficas (Límite máximo permisible 500 UFC/mL a 35°C)**

Pozo	Bacterias Heterotróficas (UFC/mL)			Promedio
	Mar	Abr	May	
SAN BERNARDO	5	0	0	1.67
CIUDAD DEL NIÑO	0	1	12	4.33
PACHITEA	0	35	0	11.67
BUENOS AIRES	0	50	150	66.67
LA GRANJA COLORES	0	1	0	0.33
POLVORINES	4	16	2	7.33
ALGARROBOS	2	0	0	0.67
LAS DALIAS	1	0	3	1.33

**Fuente: Elaboración propia**

Como en el caso anterior las muestras no presentan un contenido significativo de Bacterias Heterotróficas.

**H. Contenido de Escherichia Coli por pozo (Límite máximo permisible 0(\*) UFC/100 mL a 44.5°C)**

Pozo	(UFC/mL)			Promedio
	Mar	Abr	May	
SAN BERNARDO	0	0	0	0
CIUDAD DEL NIÑO	0	0	0	0
PACHITEA	0	0	0	0
BUENOS AIRES	0	0	0	0
LA GRANJA COLORES	0	0	0	0
POLVORINES	0	0	0	0
ALGARROBOS	0	0	0	0
LAS DALIAS	0	0	0	0

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

**Fuente: Elaboración propia**

Escherichia Coli su presencia nos indica mezcla del agua con residuos fecales y por consiguiente el agua estaría contaminada en consecuencia no es apta para el consumo humano.

### Anexo 3. Validación de los instrumentos de recolección de datos



#### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, VICTOR GERARDO RUIZ ALAMO con DNI N° 02606042 Magister  
 en CIENCIAS DE LA EDUCACION  
 N° SUNEDU: 95262, de profesión INGENIERO INDUSTRIAL  
 Desempeñándome actualmente como DOCENTE  
 En UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos: Resultados de Análisis Físico-Químico y Análisis Sensorial.

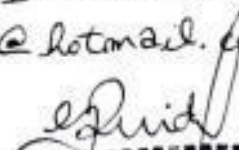
Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Resultados de Análisis Físico – Químico	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	

Análisis Sensorial	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 15 días del mes de junio del dos mil diecinueve.

Mgtr. : VICTOR GERARDO RUIDIAS ALAMO  
DNI : 02606042  
Especialidad : INGENIERO INDUSTRIAL  
E-mail : ger.ruidias@hotmail.com

  
Victor Gerardo Ruidias Alamo  
Ingeniero Industrial  
Registro CIP N° 93358

**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN**

Yo Jessica Ramos Requena con DNI N° 02872379 Magister  
 en Gestión Educativa y Docencia Universitaria  
 N° SUNEDU: 79556 de profesión Ingeniero Químico  
 Desempeñándome actualmente como Docente  
 En la Universidad Alas Peruanas

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos: Resultados de Análisis Físico-Químico y Análisis Sensorial.


Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Resultados de Análisis Físico – Químico	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad		X			
2. Objetividad			X		
3. Actualidad			X		
4. Organización				X	
5. Suficiencia			X		
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

Análisis Sensorial	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad		X			
2. Objetividad			X		
3. Actualidad				X	
4. Organización			X		
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia			X		
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 15 días del mes de junio del dos mil diecinueve.

Mgtr. : Ing. Jéssica Ramos Requena.  
 DNI : 02872379  
 Especialidad : Ing. Químico  
 E-mail : jesi0203@hotmail.com

  
 Jessica M. Ramos Requena  
 ING. QUÍMICO  
 CIP. 79556

**CONSTANCIA DE VALIDACIÓN**

Yo, Gerardo Sosa Panta, con DNI N° 03591940 Magister  
 en DOCENCIA UNIVERSITARIA  
 N° SUNEDU: 67114 de profesión INGENIERO INDUSTRIAL  
 Desempeñándome actualmente como DOCENTE  
 En UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos: Resultados de Análisis Físico-Químico y Análisis Sensorial.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Resultados de Análisis Físico – Químico	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	



Análisis Sensorial	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 15 días del mes de junio del dos mil diecinueve.

Mgtr. : Gerardo Sosa Panta  
DNI : 03591940  
Especialidad : INGENIERO INDUSTRIAL  
E-mail : gerardodolar@gmail.com

*Gerardo S*  
 Mg. Gerardo Sosa Panta  
INGENIERO INDUSTRIAL  
CIP. 67114

#### Anexo 4. Límites permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

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

## Anexo 5. Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	$\mu\text{mho/cm}$	1 500
7. Sólidos totales disueltos	$\text{mg L}^{-1}$	1 000
8. Cloruros	$\text{mg Cl}^{-} \text{ L}^{-1}$	250
9. Sulfatos	$\text{mg SO}_4^{-} \text{ L}^{-1}$	250
10. Dureza total	$\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	500
11. Amoniacó	$\text{mg N L}^{-1}$	1,5
12. Hierro	$\text{mg Fe L}^{-1}$	0,3
13. Manganeso	$\text{mg Mn L}^{-1}$	0,4
14. Aluminio	$\text{mg Al L}^{-1}$	0,2
15. Cobre	$\text{mg Cu L}^{-1}$	2,0
16. Zinc	$\text{mg Zn L}^{-1}$	3,0
17. Sodio	$\text{mg Na L}^{-1}$	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

## Anexo 6. Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos e inorgánicos

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L <sup>-1</sup>	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L <sup>-1</sup>	0,010
3. Bario	mg Ba L <sup>-1</sup>	0,700
4. Boro	mg B L <sup>-1</sup>	1,500
5. Cadmio	mg Cd L <sup>-1</sup>	0,003
6. Cianuro	mg CN <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L <sup>-1</sup>	5
8. Clorito	mg L <sup>-1</sup>	0,7
9. Clorato	mg L <sup>-1</sup>	0,7
10. Cromo total	mg Cr L <sup>-1</sup>	0,050
11. Flúor	mg F L <sup>-1</sup>	1,000
12. Mercurio	mg Hg L <sup>-1</sup>	0,001
13. Níquel	mg Ni L <sup>-1</sup>	0,020
14. Nitratos	mg NO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	50,00
15. Nitrítos	mg NO <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L <sup>-1</sup>	0,010
17. Selenio	mg Se L <sup>-1</sup>	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L <sup>-1</sup>	0,07
19. Uranio	mg U L <sup>-1</sup>	0,015

Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Trihalometanos totales (nota 3)		1,00
2. Hidrocarburo disuelto o emulsionado; aceite mineral	mgL <sup>-1</sup>	0,01
3. Aceites y grasas	mgL <sup>-1</sup>	0,5
4. Alacloro	mgL <sup>-1</sup>	0,020
5. Aldicarb	mgL <sup>-1</sup>	0,010
6. Aldrín y dieldrín	mgL <sup>-1</sup>	0,00003
7. Benceno	mgL <sup>-1</sup>	0,010
8. Clordano (total de isómeros)	mgL <sup>-1</sup>	0,0002
9. DDT (total de isómeros)	mgL <sup>-1</sup>	0,001
10. Endrín	mgL <sup>-1</sup>	0,0006
11. Gamma HCH (lindano)	mgL <sup>-1</sup>	0,002
12. Hexaclorobenceno	mgL <sup>-1</sup>	0,001
13. Heptacloro y heptacloroepóxido	mgL <sup>-1</sup>	0,00003
14. Metoxicloro	mgL <sup>-1</sup>	0,020
15. Pentaclorofenol	mgL <sup>-1</sup>	0,009
16. 2,4-D	mgL <sup>-1</sup>	0,030
17. Acrilamida	mgL <sup>-1</sup>	0,0005
18. Epiclorhidrina	mgL <sup>-1</sup>	0,0004
19. Cloruro de vinilo	mgL <sup>-1</sup>	0,0003
20. Benzopireno	mgL <sup>-1</sup>	0,0007
21. 1,2-dicloroetano	mgL <sup>-1</sup>	0,03
22. Tetracloroetano	mgL <sup>-1</sup>	0,04

<b>Parámetros Orgánicos</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
23. Monocloramina	mgL <sup>-1</sup>	3
24. Tricloroeteno	mgL <sup>-1</sup>	0,07
25. Tetracloruro de carbono	mgL <sup>-1</sup>	0,004
26. Ftalato de di (2-etilhexilo)	mgL <sup>-1</sup>	0,008
27. 1,2- Diclorobenceno	mgL <sup>-1</sup>	1
28. 1,4- Diclorobenceno	mgL <sup>-1</sup>	0,3
29. 1,1- Dicloroeteno	mgL <sup>-1</sup>	0,03
30. 1,2- Dicloroeteno	mgL <sup>-1</sup>	0,05
31. Diclorometano	mgL <sup>-1</sup>	0,02
32. Ácido edético (EDTA)	mgL <sup>-1</sup>	0,6
33. Etilbenceno	mgL <sup>-1</sup>	0,3
34. Hexaclorobutadieno	mgL <sup>-1</sup>	0,0006
35. Acido Nitrilotriacético	mgL <sup>-1</sup>	0,2
36. Estireno	mgL <sup>-1</sup>	0,02
37. Tolueno	mgL <sup>-1</sup>	0,7
38. Xileno	mgL <sup>-1</sup>	0,5
39. Atrazina	mgL <sup>-1</sup>	0,002
40. Carbofurano	mgL <sup>-1</sup>	0,007
41. Clorotaluron	mgL <sup>-1</sup>	0,03
42. Cianazina	mgL <sup>-1</sup>	0,0006
43. 2,4- DB	mgL <sup>-1</sup>	0,09
44. 1,2- Dibromo-3- Cloropropano	mgL <sup>-1</sup>	0,001
45. 1,2- Dibromoetano	mgL <sup>-1</sup>	0,0004
46. 1,2- Dicloropropano (1,2- DCP)	mgL <sup>-1</sup>	0,04
47. 1,3- Dicloropropeno	mgL <sup>-1</sup>	0,02
48. Dicloro-prop	mgL <sup>-1</sup>	0,1
49. Dimetato	mgL <sup>-1</sup>	0,006
50. Fenoprop	mgL <sup>-1</sup>	0,009
51. Isoproturon	mgL <sup>-1</sup>	0,009
52. MCPA	mgL <sup>-1</sup>	0,002
53. Mecoprop	mgL <sup>-1</sup>	0,01
54. Metolacloro	mgL <sup>-1</sup>	0,01
55. Molinato	mgL <sup>-1</sup>	0,006
56. Pendimetalina	mgL <sup>-1</sup>	0,02
57. Simazina	mgL <sup>-1</sup>	0,002
58. 2,4,5- T	mgL <sup>-1</sup>	0,009
59. Terbutilazina	mgL <sup>-1</sup>	0,007
60. Trifluralina	mgL <sup>-1</sup>	0,02
61. Clorpirifos	mgL <sup>-1</sup>	0,03
62. Piriproxifeno	mgL <sup>-1</sup>	0,3
63. Microcistin-LR	mgL <sup>-1</sup>	0,001

Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
64. Bromato	mgL <sup>-1</sup>	0,01
65. Bromodiclorometano	mgL <sup>-1</sup>	0,06
66. Bromoformo	mgL <sup>-1</sup>	0,1
67. Hidrato de cloral (tricloroacetaldehído)	mgL <sup>-1</sup>	0,01
68. Cloroformo	mgL <sup>-1</sup>	0,2
69. Cloruro de cianógeno (como CN)	mgL <sup>-1</sup>	0,07
70. Dibromoacetoniitrilo	mgL <sup>-1</sup>	0,1
71. Dibromoclorometano	mgL <sup>-1</sup>	0,05
72. Dicloroacetato	mgL <sup>-1</sup>	0,02
73. Dicloroacetoniitrilo	mgL <sup>-1</sup>	0,9
74. Formaldehído	mgL <sup>-1</sup>	0,02
75. Monocloroacetato	mgL <sup>-1</sup>	0,2
76. Tricloroacetato	mgL <sup>-1</sup>	0,2
77. 2,4,6- Triclorofenol		

**Nota 1:** En caso de los sistemas existentes se establecerá en los Planes de Adecuación Sanitaria el plazo para lograr el límite máximo permisible para el arsénico de 0,010 mgL<sup>-1</sup>.

**Nota 2:** Para una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mgL<sup>-1</sup>.

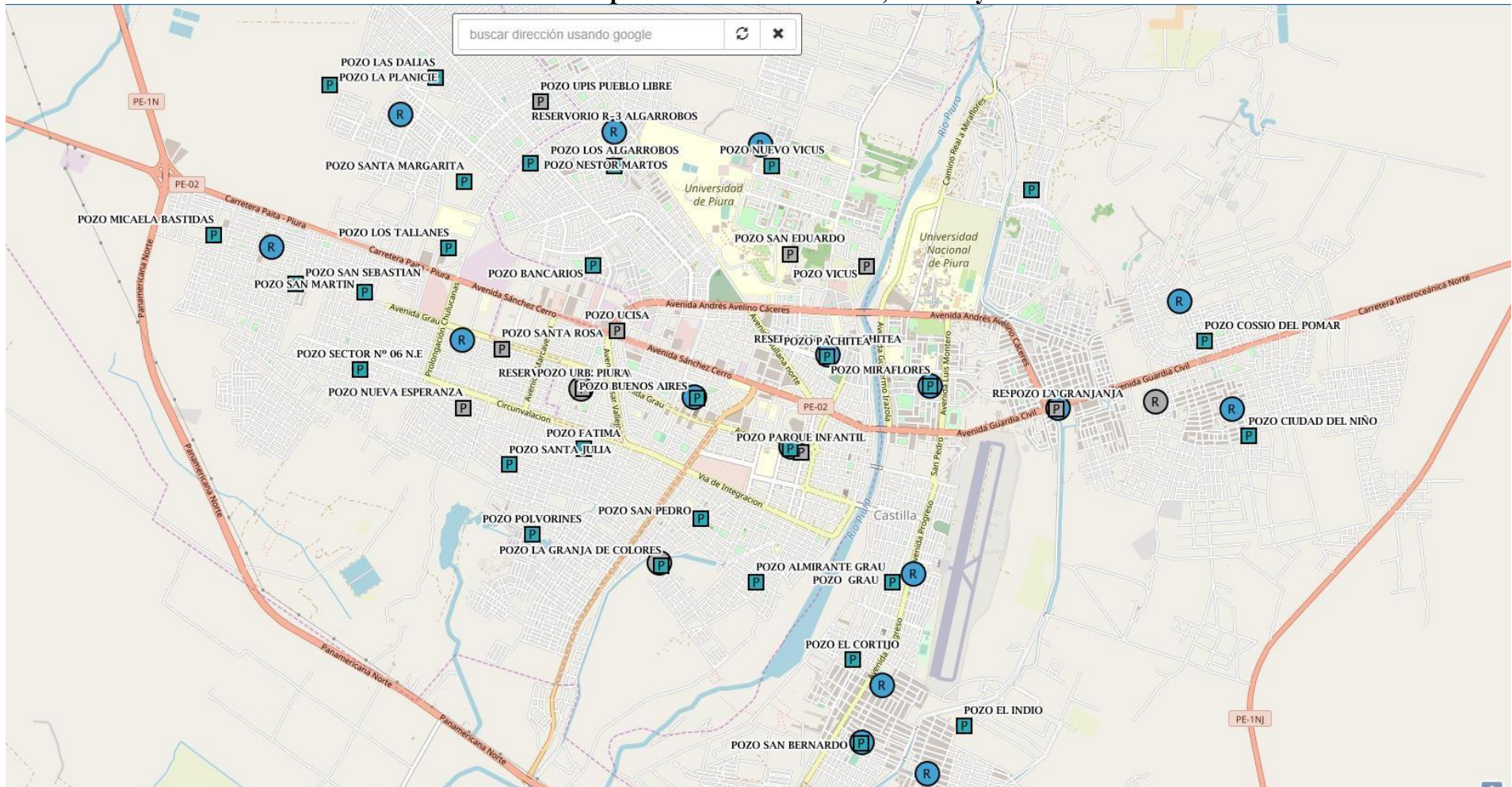
**Nota 3:** La suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Cloroformo, Dibromoclorometano, Bromodiclorometano y Bromoformo) con respecto a sus límites máximos permisibles no deberá exceder el valor de 1,00 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{Cloroformo}}}{LMP_{\text{Cloroformo}}} + \frac{C_{\text{Dibromoclorometano}}}{LMP_{\text{Dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromodiclorometano}}}{LMP_{\text{Bromodiclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromoformo}}}{LMP_{\text{Bromoformo}}} \leq 1$$

donde, C: concentración en mg/L, y LMP: límite máximo permisible en mg/L



### Anexo 7. Distribución de pozos en la ciudad de Piura, Castilla y 26 de Octubre



Fuente: Sistema de Información Geográfica de la EPS GRAU S.A. (GIS EPS GRAU S.A.)

## Anexo 8: Muestras Fotográficas

### Imágenes de Toma de Muestras en Pozos y Reservorios



**Imagen 1: Pozo y Reservorio Buenos Aires**



**Imagen 2. Sistema de Cloración en Reservorio Buenos Aires**





**Imagen 3. Medición de Cloro**



**Imagen 4. Muestra de Cloro**





**Imagen 7. Insumo para prueba de cloro residual**



**Imagen 8. Prueba de cloro residual en agua.**





**Imagen 9. Descarga de agua mezclada de PTAP Curumuy y Pozo de Buenos Aires a la población**



**Imagen 10. Pozo y Reservorio San Bernardo**

## Imágenes de Pruebas de Laboratorio



**Imagen 11. Colaboración del personal del Laboratorio Ann Goulden en análisis de muestras**

### **Análisis y Procesamiento de muestras**





