

**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**  
Faculta de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

**Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental**



TESIS

**“EVALUACION DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE EN  
DIFERENTES SECTORES URBANOS DE BARRANCA”**

**PRESENTADO POR:  
MIDORY LETICIA VÁSQUEZ JARA**

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

**HUACHO – PERÚ**

**2019**

# Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Faculta de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

## Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



### “Evaluación de calidad de agua potable en diferentes sectores urbanos de Barranca”

TESIS

Para optar El Título De Ingeniero Ambiental

Presentado por el Bachiller:

VÁSQUEZ JARA, MIDORY LETICIA

JURADO EVALUADOR:

Mg. Ranulfo Flores Briceño  
PRESIDENTE

Ing. Teodosio Celso Quipe Ojeda  
SECRETARIO

Ing. Gladys Vega Ventocilla  
VOCAL

Mg. SC. Eroncio Mendoza Nieto  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

A mi familia, por la espera.

A mis padres y hermano, por enseñarme hacer perseverante en todo momento, gracias por sus consejos y paciencia.

A mis mejores amigos (Romina, keka, Danita, Federico, Janeth, Katy y ahora que conocí a Francesca), por dar ese toque de felicidad y compañía en toda mi etapa de crecimiento como persona y profesional.

A mis maestros de la vida, Álvaro Romero y Walter Maldonado por ser un motor y fuente de inspiración

## **AGRADECIMIENTOS**

Expresar mis agradecimientos por su apoyo incondicional a mi familia en general, especialmente a mis padres y hermano por su paciencia y cariño.

Mi sincero agradecimiento al Mg. SC. Eroncio Mendoza Nieto, que en esta etapa de la realización de mi trabajo de Tesis, por su apoyo total y desinteresado.

A la Empresa SEMAPA BARRANCA perteneciente al Organismo Técnico de Administración de los Servicios de Saneamiento, por la información brindada para la realización del presente trabajo.

Agradezco a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, mi casa de estudio, que con sus limitaciones y fortalezas, nos han albergado estos 5 años de estudios, y a los docentes consecuentes que con sus conocimientos y experiencias.

## CONTENIDO

<b>LISTA DE CONTENIDO</b> .....	<b>i</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	<b>iv</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>vi</b>
<b>LISTA DE ANEXOS</b> .....	<b>vii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ix</b>
<b>INTRODUCCION</b> .....	<b>x</b>
<b>CAPITULO I</b> .....	<b>11</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>11</b>
1.1.  DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	11
1.2.  FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.2.1.  Problema general.....	12
1.2.2.  Problema específico.....	12
1.3.  OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
1.3.1.  Objetivo general .....	12
1.3.2.  Objetivos específicos .....	12
1.4.  JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	13
1.5.  DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	13
1.6.  VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>15</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>15</b>
2.1.  ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	15
2.1.1.  Antecedentes nacionales .....	15
2.1.2.  Antecedentes internacionales .....	17
2.2.  BASES TEÓRICAS .....	19
2.2.1.  Evaluación de calidad del agua .....	20
2.2.2.  Sectores urbanos.....	25
2.2.  DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	28
2.4.  FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS .....	29
2.4.1.  Hipótesis General .....	29

2.4.2.	Hipótesis específicas.....	29
<b>CAPITULO III.....</b>		<b>30</b>
<b>METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....</b>		<b>30</b>
3.1.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	30
3.1.1.	Diseño de investigación.....	30
3.1.2.	Tipo de investigación.....	30
3.1.3.	Nivel de la investigación.....	30
3.1.4.	Enfoque.....	31
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	31
3.3.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES.....	33
3.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN.....	33
3.4.1.	Técnica de obtención de muestras en los puntos de monitoreo.....	33
3.4.2.	Técnicas a emplear para la obtención de los datos de los parámetros.....	34
3.5.	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	36
<b>CAPITULO IV.....</b>		<b>37</b>
<b>RESULTADOS.....</b>		<b>37</b>
4.1.	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA.....	37
4.1.1.	Diagnóstico inicial.....	37
4.1.2.	Análisis Físicoquímico.....	37
4.1.3.	Análisis Microbiológico.....	43
4.2.	SECTORES URBANOS.....	46
4.3.	RESULTADOS METODOLÓGICOS.....	48
4.3.1.	Modelo general de la investigación (calidad del agua y sectores urbanos).....	48
4.3.1.	Modelo general de la investigación.....	54
<b>CAPITULO V.....</b>		<b>58</b>
<b>DISCUSION, CONCLUSION Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>58</b>
5.1.	DISCUSIÓN.....	58
5.2.	CONCLUSIÓN.....	60
5.3.	RECOMENDACIONES.....	62
<b>CAPITULO VI.....</b>		<b>63</b>
6.1.	FUENTES BIBLIOGRÁFICAS.....	63
6.2.	ABREVIATURAS.....	66
6.3.	ANEXOS.....	65

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Parámetros de control de las EPS</i> .....	22
<b>Tabla 2</b> <i>Matriz de Operacionalización</i> .....	33
<b>Tabla 3</b> <i>Técnicas e instrumentos</i> .....	36
<b>Tabla 4</b> <i>Resultado de Análisis fisicoquímico del Sector Buena Vista (enero- setiembre).</i> .....	38
<b>Tabla 5</b> <i>Resultado de Análisis fisicoquímico del Sector Atarjea (enero – setiembre).</i> ..	39
<b>Tabla 6</b> <i>Porcentaje de los datos de conductividad eléctrica de los tres Sectores Urbanos</i> .....	39
<b>Tabla 7</b> <i>Resumen de los resultado del Análisis fisicoquímico de los sectores Molino, Buena Vista y Atarjea</i> .....	40
<b>Tabla 8</b> <i>Promedio de los valores de la Conductividad eléctrica en cada sector.</i> .....	42
<b>Tabla 9</b> <i>Puntos de monitoreo y conductividad (uS/cm) del Sector Buena Vista de cada mes durante la investigación.</i> .....	42
<b>Tabla 10</b> <i>Resultado del Análisis microbiológico del Sector Molinos (enero – setiembre).</i> .....	43
<b>Tabla 11</b> <i>Resultado del Análisis microbiológico del Sector Atarjea (enero – setiembre).</i> .....	44
<b>Tabla 12</b> <i>Resultado del Análisis microbiológico del Sector Buena Vista (enero – setiembre).</i> .....	45
<b>Tabla 13</b> <i>Número de Puntos de monitoreo de calidad del agua potable de cada sector de Barranca.</i> .....	46
<b>Tabla 14</b> <i>Cantidades de metros cúbicos de agua potable en cada sector de Barranca.</i>	47
<b>Tabla 15</b> <i>Coordenadas de los puntos de monitoreo del Sector Molino durante los meses de enero a setiembre.</i> .....	47
<b>Tabla 16</b> <i>Coordenadas de los puntos de monitoreo del Sector Buena Vista durante los meses de enero a setiembre</i> .....	47
<b>Tabla 17</b> <i>Coordenadas de puntos de monitoreo del Sector Atarjea durante los meses de enero a setiembre</i> .....	48
<b>Tabla 18</b> <i>Información para el modelamiento de la investigación</i> .....	48
<b>Tabla 19</b> <i>Escala de correlación</i> .....	49
<b>Tabla 20</b> <i>Resumen del modelo evaluación de calidad del agua-sectores urbanos (X-Y)</i> .....	49
<b>Tabla 21</b> <i>Coefficiente del modelo evaluación de calidad del agua - sectores urbanos</i> ..	50
<b>Tabla 22</b> <i>Resumen del modelo análisis fisicoquímico – sectores urbanos (D1-Y)</i> .....	50
<b>Tabla 23</b> <i>Coefficiente del modelo análisis fisicoquímico – sectores urbanos</i> .....	51
<b>Tabla 24</b> <i>Resumen del modelo análisis microbiológico – sectores urbanos (D2-Y)</i> .....	52
<b>Tabla 25</b> <i>Coefficiente del modelo de análisis microbiológico- sectores urbanos</i> .....	53

<b>Tabla 26</b> <i>r de Pearson (evaluación de calidad del agua – sectores urbanos), en Minitab 2017</i> .....	55
<b>Tabla 27</b> .....	56
<b>Tabla 28</b> <i>r de Pearson (análisis microbiológico –sectores urbanos), en Minitab 2017</i> 57	
Tabla 29 <i>Matriz de consistencia</i> .....	67
Tabla 30 <i>Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos</i> .....	69
Tabla 31 <i>Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica</i> .....	69
Tabla 32 <i>Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos</i> .....	70
Tabla 33 <i>Lista de localidades con el número de población servida</i> .....	73
Tabla 34 <i>Frecuencia mínima de muestreo de los parámetros de calidad de agua</i> .....	73
Tabla 35 <i>Datos de la EPS SEMAPA Barranca</i> .....	74
Tabla 36 <i>Valor de r de Pearson</i> .....	94



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Almacenamiento de agua para abastecimiento .....	26
<b>Figura 2.</b> Tuberías para distribución para el abastecimiento de agua .....	27
<b>Figura 3.</b> Diseño descriptivo correlacional .....	30
<b>Figura 4.</b> Ubicación de los puntos de muestreo en la Ciudad de Barranca. ....	32
<b>Figura 5.</b> Diagrama de Pareto, se observa alta conductividad eléctrica en el Sector Buena Vista.....	37
<b>Figura 6.</b> Resultado del análisis fisicoquímico del sector Molino. ....	40
<b>Figura 7.</b> Resultado de los análisis fisicoquímicos del Sector Buena Vista. ....	41
<b>Figura 8.</b> Resultado de los análisis fisicoquímicos del Sector Atarjea. ....	41
<b>Figura 9.</b> El Sector Buena Vista tiene mayor conductividad eléctrica. ....	42
<b>Figura 10.</b> Variación de coliformes totales en diferentes meses en el Sector Molinos. ....	44
<b>Figura 11.</b> Variación de coliformes totales en diferentes meses en el Sector Atarjea. .	45
<b>Figura 12.</b> Variación de coliformes totales en diferentes meses en el Sector Buena Vista.....	46
<b>Figura 13.</b> Grafica de la correlación entre el análisis fisicoquímico y sectores urbanos. ....	52
<b>Figura 14.</b> Grafica de la correlación entre el análisis microbiológico y sectores urbanos en Minitab 2017.....	53
<b>Figura 15.</b> Ubicación de r crítico en la prueba de hipótesis.....	55
<b>Figura 16.</b> Delimitación de la investigación. Distrito de Barranca. ....	68
<b>Figura 17.</b> Toma de la muestra de las viviendas y cerrar con mucho cuidado. ....	71
<b>Figura 18.</b> Toma de la muestra de las viviendas y cerrar con mucho cuidado. ....	72
<b>Figura 19.</b> Información obtenida del Área de Control de calidad de SEMAPA. ....	74

**LISTA DE ANEXOS**

ANEXO 1 .....	67
ANEXO 2 .....	68
ANEXO 3 .....	69
ANEXO 4 .....	71
ANEXO 5 .....	73
ANEXO 6 .....	74
ANEXO 7 .....	75
ANEXO 8 .....	94

## EVALUACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE EN DIFERENTES SECTORES URBANOS DE BARRANCA

### RESUMEN

**Objetivo:** Determinar la relación existente entre la evaluación de calidad del agua con los sectores urbanos de Barranca en los meses de enero – setiembre para el año 2017.

**Método:** se utilizó el diseño no experimental, correlacional de tipo: aplicada, longitudinal, descriptiva, cuantitativa. El periodo fue de 9 meses en 3 sectores de abastecimientos en los cuales se tomaron datos para la evaluación de calidad del agua.

**Resultados:** El modelo de investigación que explica la correlación de la evaluación de la calidad del agua en los diferentes sectores urbanos de la provincia de Barranca, es:

**Sectores Urbanos = 1894.5 - 55024 Análisis Microbiológico**

**- 0.00077 Análisis Físicoquímico.** Ecuación que indica según software estadístico

Xlstat nos refiere, que al ser mejor la evaluación de calidad del agua entonces los sectores urbanos donde se tomaron los puntos son los correctos y en los cuales se deben

monitorear. Así mismo al medir la correlación existente entre la evaluación de calidad del agua y sectores urbanos se obtuvo un 89,1% de correlación, lo cual significa que existe

una correlación alta entre las variables, Al aplicar la prueba de hipótesis  $r$  de Pearson a

los resultados cuantitativo se obtiene  $r$  de Pearson *calculado* = 0,71 no está

comprendido entre  $r$  *crítico* =  $\pm 0,666$  y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos

la  $H_0$  y aceptamos la  $H_1$ , a un nivel de significancia del 5%; **Conclusión:** La calidad del

agua se relaciona con los sectores urbanos de Barranca en los meses de enero – setiembre.

**Palabras claves:** Evaluación de calidad del agua, sectores urbanos, análisis físicoquímico, análisis microbiológico y agua potable.

## EVALUATION QUALITY OF DRINKING WATER IN DIFFERENT URBAN SECTORS OF BARRANCA

### ABSTRACT

**Objective:** To determine the existing relationship the water quality assessment is related to the urban sectors in different urban sectors of Barranca in the months of January - September.

**Method:** the non-experimental, correlational type design was used: applied, longitudinal, descriptive, quantitative. The population was 9 months in 3 sectors of supplies in which data was taken for the evaluation of water quality. Results: The research model that explains the correlation of the evaluation of water quality and urban sectors in different urban sectors of the province of Barranca, is: Urban Sectors =  $1894.5 - 55024$  Microbiological Analysis -  $0.00077$  Physicochemical Analysis, Equation that indicates according to statistical software Xlstat refers us, that to the best being the evaluation of water quality then the urban sectors where the points were taken are the correct ones and in which they must be monitored. Likewise, when measuring the existing correlation between the quality assessment of water and urban sectors, 89.1% correlation was obtained, which means that there is a high correlation between the variables, when applying the hypothesis test r of Pearson to the quantitative results obtained Pearson's  $r = 0.71$  is not included between critical  $r = \pm 0.666$  and falls in the rejection region, then we reject the  $H_0$  and accept the  $H_1$ , at a level of significance of 5%; that is, the water quality assessment is related to the urban sectors in different urban sectors of the canyon in the months of January - September. Conclusion: Water quality is related to urban sectors in different urban sectors of Barranca in the months of January - September.

**Key words:** *Water quality assessment, urban sectors, physicochemical analysis, microbiological analysis and drinking water.*

## INTRODUCCION

El presente trabajo de investigación se realizó con la finalidad de conocer el porcentaje de correlación de las variables de calidad del agua en los sectores urbanos, en cuanto la relación es positiva nos dará indicio de que está sucediendo alteración en la calidad del agua, es decir recomendamos dar una posible solución al problema identificado, sabiendo que entre los datos obtenidos se desarrolló con equipos especializados en la empresa EPS SEMAPA de Barranca.

En el capítulo (IV) se describe cada efecto, dando respuestas a cada uno de las dimensiones mediante los indicadores plasmados, se trabajó con datos recopilados del trabajo de campo por parte de la EPS, el cual nos conlleva a una solución mediante ecuación lineal matemática e identificar el porcentaje de correlación, satisfaciendo así al objetivo y concluyendo con la respuesta a la hipótesis.

## **CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

El elemento agua es el de mayor importancia dentro de la vida o supervivencia de cualquier individuo, en la historia se evidencia que toda comunidad o civilización se ha edificado alrededor de ríos, lagunas, manantiales, etc., en la actualidad se forman las civilizaciones en fuentes de agua que estén en medio subterráneo o en superficie, la cual pueda abastecer a su población y pueda mantener su crecimiento.

A nivel Latinoamérica el saneamiento básico es insuficiente y debido a eso su calidad se continúa empobreciendo. Esto repercute en la salud pública de su población la cual es la más afectada.

La calidad del agua es algo que se va perdiendo conforme el pasar de los años, ya que la contaminación que fluye aguas abajo por mineras, agroquímicos, patógenos, etc., son las que amenazan la salud pública y a la vez también afecta a actividades que dependen de la disponibilidad y calidad del agua.

La presente investigación es llevada a cabo con el fin de determinar qué porcentaje de correlación existe entre las variables calidad del agua en los sectores urbanos, si se obtiene que la relación es positiva nos mostrará un panorama en el cual se puede inferir que se está alterando la composición del agua en cuanto a su calidad en general, y a todo ello se expondrá posibles soluciones al problema hallado, estos procesos de obtención de resultados para el estudio fueron realizados con equipos de la empresa EPS SEMAPA de Barranca.

Por ello en este trabajo de investigación, se tiene como propósito evaluar la calidad del agua en las redes de distribución del distrito de Barranca por la empresa EPS

SEMAPA S.A encargada de brindar el servicio de agua potable y alcantarillado en la Provincia de Barranca y poder proponer medidas que ayuden a la mejora de este servicio.

Por lo tanto el objetivo de la investigación es Determinar la relación que existe entre la evaluación de calidad del agua en diferentes sectores urbanos de Barranca en los meses de enero – setiembre del año 2017.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema general**

- ¿En qué medida la evaluación de calidad del agua se relaciona con los sectores urbanos de Barranca en los meses de enero - setiembre?

### **1.2.2. Problema específico**

- ¿De qué manera los análisis fisicoquímicos de la evaluación de calidad del agua se relaciona con los sectores urbanos de Barranca en los meses de enero - setiembre?
- ¿De qué manera los análisis microbiológicos de la evaluación de calidad del agua se relaciona con los sectores urbanos de Barranca en los meses de enero - setiembre?

## **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1. Objetivo general**

- Determinar la relación existente entre la evaluación de calidad del agua con los sectores urbanos de Barranca en los meses de enero – setiembre.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar la relación entre los análisis fisicoquímicos de la evaluación de calidad del agua con los sectores urbanos de Barranca en los meses de enero – setiembre.
- Determinar la relación entre los análisis microbiológicos de la evaluación de calidad del agua con los sectores urbanos de Barranca en los meses de enero – setiembre.

#### **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación, se ha establecido con la finalidad de hacer cumplir las disposiciones normativas de calidad del agua para consumo humano, de tal forma que la EPS asegure a los usuarios que el agua distribuida se encuentre dentro de los parámetros de calidad vigentes establecidos por la normativa del D.S. N° 031-2010-SA (Reglamento de la Calidad del agua para Consumo Humano), la OMS (Organización Mundial de la Salud) y la SUNASS (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento) que es el ente fiscalizador.

El control de calidad del agua tiene como propósito confirmar la calidad del agua tratada y distribuida a la población verificando en primer lugar los parámetros en las redes de distribución de la ciudad de Barranca, continuándose a través de la toma de muestras, controles rutinarios diarios de cloro residual, turbidez, fisicoquímicos y microbiológicos los mismos que son realizados en el laboratorio de la Empresa SEMAPA y también en laboratorios de terceros certificados de acuerdo a la frecuencia establecida en la Resolución N° 015-2012-SUNASS-CD. Los resultados obtenidos se van a registrar para su evaluación y manejo estadístico, que determinen el perfil de la calidad del agua y la existencia de sustancias que sean perjudiciales a la salud de la población los mismos que podrían originar reclamos a la EPS SEMAPA.

#### **1.5. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación se desarrolló en la empresa SEMAPA ubicada en la provincia de Barranca, departamento de Lima, ubicada en las coordenadas proyectadas UTM WGS 84 zona 18 L, 198383 m E y 8809706 m S a 56 m s. n. m (Ver Anexo N° 2).

La investigación se ejecutó desde el mes de enero del año 2017 por un periodo de 9 meses, puesto que consideramos un periodo adecuado para culminar los objetivos planteados. Se utilizará literatura para la investigación con una antigüedad de 15 años.



## **1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación es viable debido a lo siguiente:

- El autor cuenta con los conocimientos básicos adquiridos durante la formación profesional y laboral en dicha entidad, también dispone de los recursos económicos y documentales necesarios para llevar a cabo la investigación.
- Cuenta con la facilidad de ingreso al área de investigación.
- El autor cuenta con facilidad para la adquisición de los instrumentos y materiales para el desarrollo adecuado de la investigación.

## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1.1. Antecedentes nacionales

##### **Antecedentes nacionales para la variable “X”**

Mendoza (2018) con su tesis: *“Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, región Ayacucho, Perú”*. Realizada en la Pontificia Universidad Católica del Perú, llego a la conclusión:

Se creó un diseño de un plan de monitoreo de aguas superficiales tomando en cuenta el ciclo hidrosocial, se tomó por puntos del efluente de la poza oxidativa, el puquial y el reservorio de la comunidad. En el estudio la ausencia de lluvias fue un factor negativo que impidió la presentación de resultados más completos, por lo expuesto se recomienda realizar un estudio tomando en cuenta las fechas de lluvia. Los resultados dan datos de evidencia en los cuales se ve que no se llevaba un control y monitoreo de la calidad del agua, ya que todos los parámetros estaban por encima de lo establecido en los estándares de Límites máximos permitidos (estándares de calidad ambiental para agua – categoría III, reglamento para el agua de consumo doméstico).

Hernández (2016) con su tesis: *“Evaluación de la calidad del agua para consumo humano y propuesta de alternativas tendientes a su mejora, en la Comunidad de 4 Millas de Matina, Limón”*. Llegó a la conclusión que:

La existencia de factores que afectan a la calidad del agua puede ser naturales y antropogenicos, en este caso puede ser el Mn (manganeso) en el suelo, y hasta las causadas por el hombre como la mala planificación urbana. El aumento de Mn en las lluvias es debido al exceso de uso de plaguicidas encontrándose que al análisis este se encuentra superior a los límites máximos permisibles. Si pensamos en la repercusión a

futuro estas elevadas concentraciones podrían afectar el neurodesarrollo de los infantes. Sumado a esta problemática se evidencia que el agua tiene coliformes fecales, al observar estas problemáticas se concluye que el agua del pozo de 4 Millas no es apta para consumo humano.

### **Antecedentes nacionales para la variable “Y”**

Lossio (2012) con su tesis: *“Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones*. Realizada en la Universidad de Piura”.

Llego a la conclusión que:

Que el sistema de abastecimiento de agua potable desarrollado en este trabajo es una alternativa de elementos principales para sectores rurales de la costa norte de nuestro país, adaptando la tecnología a las condiciones o factores climatológicos de cada zona, articulando no solo sistemas mecánicos o tecnológicos, sino también en educación sanitaria, organización de los pobladores.

Dentro de las conclusiones se hace hincapié al fomento y desarrollo adecuados a través del seguimiento del programa, para poder observar cooperación entre todos, participación comunitaria, cumpliendo todas las normativas que sirven de apoyo para los logros y objetivos del programa.

Meza (2010) con su tesis: *“Diseño de un sistema de agua potable para la comunidad nativa de Tsoroja, analizando la incidencia de costos siendo una comunidad de difícil acceso*. Realizado en la Pontificia Universidad Católica del Perú”. Llegando a la conclusión:

Que al realizar los diseños de los muros que no se excedió la capacidad portante de los suelos de  $1\text{kg/cm}^2 = 10\text{ Ton/m}^2$ , este suelo es de conformación que corresponde a arcillas inorgánicas plásticas, arenas diatomáceas o sienos elásticos. Estos datos se puede

comprobar mediante las calicatas explorativas, es de un tipo aluvial conglomerado cuya capacidad de soporte es superior a la que se estipulo en el estudio previo.

Olivari (2008) con sus tesis: *“Diseño del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del Centro Poblado Cruz de Médano – Lambayeque”*, realizada en la Universidad Ricardo Palma. Llego a la conclusión que:

Según el estudio realizado se logró determinar que la mejor fuente de agua debía ser a través de pozos tubulares, ya que con ellos se consigue agua de una cantidad y calidad adecuada. Se diseñó un tanque elevado de 600 m<sup>3</sup> el cual tendría la capacidad de regular las variaciones de consumo ya que se llevó a cabo simulaciones hidráulicas.

Adriano (2017) con su tesis: *“Diseño del sistema de agua potable y su influencia en la calidad de vida de la localidad de Huacamayo - Junín 2017*. Realizada en la Universidad de Cesar Vallejo”. Llega a la conclusión:

Que la fuente de agua elegida es la subterránea y con ella se puede satisfacer la necesidad de agua para consumo humano. A la comparación de análisis se puede inferir que cumple casi todos los parámetros a excepción de los coliformes. Para este problema presente se planifica realizar un proceso de cloración mediante un sistema de sincronización por goteo con el cual se realizaría la desinfección para que pueda ser distribuida a todas las familias para su consumo.

### **2.1.2. Antecedentes internacionales**

Pavón (2015) con la tesis: *“Evaluación de la calidad del agua superficial utilizando indicadores biológicos en la subcuenca del Río La Trinidad, Diriamba, Carazo, en el año hidrológico 2010-2011”*. Llegó a la conclusión que:

Que la calidad del agua es buena (clase I), lo cual se interpreta que es poco alterada y aceptables y de (clase II) que equivale a decir que estas se encuentran contaminadas ligeramente. Entre las posibles causas de la clase II se encuentran las ganaderías,

agricultura, aguas de uso doméstico, expansión demográfica, las cuales afectan a la cuenca y subcuenca alterando las condiciones ecológicas, hábitat de especies y geografía de la zona.

Manchego (2015) con su tesis: *“Evaluación de la calidad del agua en la quebrada Huarmiyacu del Cantón Urcuquí, provincia de Imbabura para el prediseño de la planta de potabilización de agua para consumo humano de las poblaciones de San Blas y Urcuquí”*. Concluyo que:

Los análisis físicos y químicos son una ventaja, ya que son rápidos de realizar y con ellos se puede realizar monitoreo frecuentes, caso contrario que ocurre en los métodos de análisis biológicos, la cual se encarga de monitorear los cultivos de comunidades de microorganismos presentes en el cuerpo de agua. Al realizar los análisis se llegó a determinar que el agua de esta zona es de una calidad óptima, sin embargo se llegó a determinar que las infraestructuras que resguardan y transportan el agua presentan deficiencias, al existir estas deficiencias deja puerta abierta a que factores externos afecten la calidad del agua que hasta la fecha se mantiene óptimo.

Villa (2012) con su tesis: *“Evaluación de la calidad del agua en la subcuenca subcuenc a del río Yacuambi . Propuestas de tratamiento y control de la contaminación”*.

Llega a concluir que:

Los indicadores de calidad del agua según la “NSF (Fundación Nacional de Sanidad de Estados Unidos de América)” nos indican que el ICA del tramo de muestreo es de una calidad aceptable, la cual puede ser empleada para diferentes usos y que a la vez ésta presenta una alta diversidad de especies acuáticas. Al evaluar otros parámetros que están influenciados por factores externos nos damos cuenta que son los coliformes fecales los que están deteriorando el ecosistema ya que existe una concentración de 8200

UFC/100mL, siendo este valor obtenido muy alto ya que sobrepasa los LMP “límites máximos permisibles” los cuales establecen que no debe exceder los 1000 UFC/100mL.

### **Antecedentes para la variable “Y”**

Alarcon (2009) con su tesis: “*Abastecimiento de agua potable a La Unión*”. Concluye diciendo que:

Al determinar cuál es la solución más óptima se analizó y concluyó que la solución más óptima es la N° 2, ya que con ello se obtiene un mayor aprovechamiento de la altura para la presión y se hará un menor movimiento de tierra y un menor uso de tuberías por el tramo más corto, haciendo más eficiente la inversión económica,

Olivos, (2014), con su tesis: “*Modelo técnico económico para la toma de decisiones de renovación de redes secundarias de agua potable en la zona norte de Quito*”. Concluye diciendo:

Se obtuvo en los resultados ANF es 50 % y de las pérdidas técnicas es de 40 % esto ubica a ambos en unos rangos, para ANF es de 30 a 50 por ciento y para pérdidas técnicas de 40 a 60 por ciento. Al concluir un análisis sobre las pérdidas de agua se llega a obtener que el 80 % se deben a redes secundarias y el 20 % a conexiones domiciliarias mal instaladas.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

En este apartado se detalla las definiciones y conceptos de cómo se va desarrollando el proyecto de investigación, de manera que se tendrá el tema más claro y entendible de ambas variables (evaluación de calidad del agua y sectores urbanos) en la empresa SEMAPA- Barranca.

Al hacer una revisión a nivel mundial sobre la escases del recurso hídrico se puede evidenciar que 2400 millones de personas no tienen un acceso continuo al agua y 1200

millones no cuentan con instalaciones de agua o saneamiento de ninguna opción (Mora, 1996).

Por lo expuesto la OMS en sus estudios logro estimar que existen más 500 millones de casos de infecciones intestinales (niños 5 años) por mala calidad del agua en América latina, Asia, África. (OPS, 2004). Los más beneficiados al mejorar las redes de las redes de abastecimiento de agua potable son las personas que cuentan con ingresos muy bajos, si se analiza desde el punto de vista empresarial, al tener un colaborador sano nos permite aumentar la eficiencia productiva de cualquier empresa (Reynolds, 2002).

### **2.2.1. Evaluación de calidad del agua**

Existen instrumentos que permiten monitorear y verificar la calidad óptima del agua de consumo humano, esta debe cumplir los estándares que se exigen según las normas vigentes. La calidad debe mantenerse desde el ingreso del líquido elemento hasta su distribución al usuario (SUNASS, 2004).

Según se menciona en normas y también es acotado por la SUNASS, menciona que las evaluaciones deben incluir:

Inspecciones en los sistemas, tanto de producción y de distribución, llevar un control y monitoreo del cloro, tanto en la producción como en la distribución al usuario, control y monitoreo de las características físico-química, monitoreo y control de los programas de limpiezas de los reservorios y llevar un estricto control de calidad de los insumos químicos empleados para tratar el agua o para limpieza de las infraestructuras empleadas para su conservación y distribución.

Para un mejor detalle del funcionamiento y evaluación de la calidad del agua se debe realizar:

**a) Inspecciones sanitarias**

Estas están enfocadas en el control y monitoreo de la calidad y característica física, química y biológica del agua, monitoreando para evitar que se desnaturalice la calidad del agua. Para ello se debe hacer un mapeo y levantamiento de zonas o sistemas (almacenaje o distribución) que sean de alto riesgo para disminuir la calidad del agua. La periodicidad con la que se realice el monitoreo es establecido por normas u otros protocolos.

**b) Control de cloro residual**

SUNASS (2014) dice que el cloro debe ser monitoreado en sus concentraciones al inicio y al final de su distribución, en la mayoría de casos se evalúa si quedan residuos en fuentes subterráneas y reservorios. El número de muestras a monitorear está dado por la EPS la cual establece zonas y la frecuencia con que se realiza, todo ello debe ir acorde a lo dispuesto por la directiva 190-97-SUNASS. Todos los parámetros se dan en el DS N° 031-2010-SA (Anexo N°3).

**c) Desarrollo del control de la calidad del agua potable en las empresas prestadoras de Servicio.**

En el año 1995, no era una práctica frecuente el hacer monitoreo y análisis a la calidad del agua, las EPS establecían cuando hacer sus controles y muchas veces no eran cumplidas o eran maquilladas para ocultar problemas. Es por ello que la SUNASS aplico una encuesta en donde se quería conocer infraestructuras, equipamientos, y la capacidad de la empresa en cuanto a compromiso y eficiencia para poder llevar esta labor.

Como resultados se encontró que las EPS tenía distintas capacidades y niveles de control, que cuando se quería llevar un manejo general se hacía muy engorroso, es por ello que se agrupo en 4 niveles tomando como base su infraestructura, equipamientos, y



la capacidad de la empresa en cuanto a compromiso y eficiencia. Estos niveles fueron denominados como inicial, básico, intermedio y avanzado. En cada nivel se incluyó los parámetros a evaluar ya establecidos por normas y directivas ya existentes. (SUNASS, 2004).

**Tabla 1**  
*Parámetros de control de las EPS*

<b>Niveles de control</b>	<b>Parámetros de control</b>
<b>inicial</b>	Cloro residual
<b>Básico</b>	Cloro residual, coliformes totales, coliformes termotolerantes, turbiedad, pH, conductividad.
<b>Intermedio</b>	Cloro residual, coliformes totales, coliformes termotolerantes, turbiedad, pH, conductividad, dureza, sulfatos, cloruros, nitratos, color.
<b>Avanzado</b>	Cloro residual, coliformes totales, coliformes termotolerantes, turbiedad, pH, conductividad, dureza, sulfatos, cloruros, nitratos, color, hierro, manganeso, aluminio, arsénico, plomo, cadmio, mercurio.

Tomado: Elaborada con información de la SUNASS 2004.

#### **d) Control de la calidad bacteriológica del agua potable**

Este control se realiza a las salidas de las plantas de tratamientos, en las fuentes subterráneas y en reservorios, y también se incluye las redes de distribución. El fin de este control y monitoreo es la de dar garantías que el agua que se distribuye este en una calidad óptima para el consumo Humano en otras palabras, que se encuentre libre de bacterias o patógenos dañinos para el ser humano. La frecuencia de muestreo se dará por los posibles factores que puedan afectar la calidad del líquido elemento. Si se detectase anomalías en su calidad se deben tomar las medidas correctivas y se debe buscar inmediatamente buscar la causa. Se debe tener muy en cuenta que este monitoreo al igual que los otros controles es en bien del bienestar de la población (SUNASS, 2004).

Los límites máximos permisibles de los parámetros microbiológicos se dan a conocer en el DS N° 031-2010-SA (Anexo N°3).

#### **e) Control de la calidad fisicoquímica del agua potable**

Este control se da en las salidas del sistema de abastecimiento, para este control y monitoreo las EPS deben establecer sus protocolos de monitoreo estableciendo un programa de control que esté acorde al sistema con el que trabajan. El número de muestras y la frecuencia está determinado no solo por la normativa, sino también por la fuente de agua (proveniencia) y por el volumen de agua (cantidad).

Los límites máximos permisibles de los parámetros fisicoquímicos se dan a conocer en el DS N° 031-2010-SA (Anexo N°3).

#### **2.2.1.1. Parámetros fisicoquímicos**

Los parámetros físico-químicos son valores que pueden ser mucha utilidad dentro de los controles y monitoreos de las aguas que son para consumo de la población según Buelta (2011), menciona que no siempre se mide todos los parámetros, y solo se emplean algunos que son como base para poder determinar cambios y otras modificaciones en la calidad del agua, ya que son sencillos de realizar e interpretar. En la mayoría de casos se muestrea, el nivel de temperatura más específicamente el nivel de calor del agua, la conductividad, el cual sirve para determinar la transmisión de calor, pH es la unidad de medida para poder determinar acidez o alcalinidad. La turbidez, es para determinar la cantidad de partículas que se encuentran en suspensión dentro del cuerpo de agua. El cloro, es un elemento empleado en la desinfección de la gran mayoría de aguas para consumo humano.

El mismo autor Buelta (2011), menciona que los métodos de medición tienen equipos o kits de muestreo, estos pueden ser para cada uno de los parámetros, dentro de cada parámetro se cuenta con un equipo específico, en la temperatura se emplea un

termómetro. Conductividad, se emplea un medidor de conductividad, pH se emplea un kit Wagtech o un medidor electrónico específico, un kit para agua, en donde se observa a través colorimetría, con estos se puede medir también turbidez (nefelómetro), y para cloro se emplea un kit de colorimetría similar al del agua.

### **2.2.1.2. Parámetros microbiológicos**

Uno de las principales causas de este monitoreo es por las enfermedades que se pueden transmitir, generalmente son las de origen infeccioso o parasitarias, y el medio de contaminación es por las excretas de humanos o animales, que son ingeridas conjuntamente con el agua. A todo esto, la OMS señala que estas enfermedades son causadas por virus, bacterias, helmintos, protozoarios, etc. (SUNASS, 2004).

#### **Las bacterias**

Son el grupo más resaltante ya sea por la frecuencia con la que se presentan en los análisis que se realizan en el agua o por las veces que causan enfermedades. Se originan en la materia fecal que llega al agua y la contamina, aunque las que son resistentes al calor o las termo tolerantes (bacterias coliformes) son producto de efluentes de plantas de tratamiento industriales o agrícolas. Las que más problemas presentan son las:

**Bacterias coliformes.** Aquí están presentes las de los géneros “*Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* y *Klesbsiella*”, y también se consideran las bacterias que fermentan lactosas. Su principal ubicación son las heces y el medio ambiente contaminado que cuenta con las condiciones para su proliferación, dentro de estas no solo existen las que tienen repercusiones negativas, sino también las que en su aparición generan beneficios a la calidad del agua. El recuento de estas nos puede indicar la eficiencia o deficiencia del tratamiento del agua. Otro indicador a considerar

son el recuento de bacterias termo tolerantes, las cuales guardan íntima relación con la “*E. Coli*”. (SUNASS, 2004).

**Bacterias coliformes totales:** Comprende bacterias como la “*Enterobacter cloacae* y *Citrobacter freundii*”, las que pueden hallarse en heces y en el medio ambiente que sea propicio para su proliferación ósea aguas, suelos, materia orgánica, que se encuentren en un estado de descomposición, también se puede encontrar en aguas que se encuentre en una calidad media y en ellas es común encontrar a “*Serratia fonticola*, *Rahnella aquetilis* y *Buttiauxella agrestis*” (SUNASS, 2004).

**Bacterias coliformes termo tolerantes:** Son las que tienen la capacidad de fermentar lactosa a temperaturas entre los 44 a 45 °C, entre ellas se puede encontrar a “*Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*”. Estos coliformes termo tolerantes tiene su proveniencia de excretas humanas o de animales o de aguas ricas en materia orgánica que este en estado de descomposición (SUNASS, 2004).

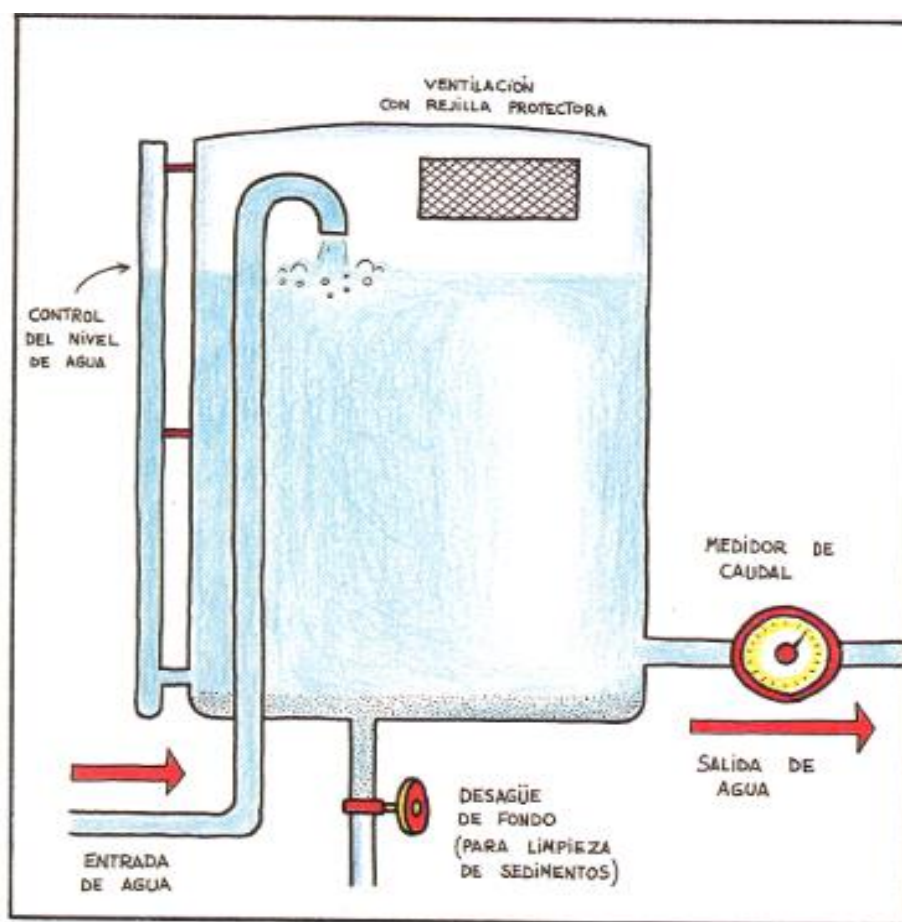
### 2.2.2. Sectores urbanos

Según Huisman (2011) nos dice, que un líquido elemento de calidad asegura un desarrollo socioeconómico de una sociedad o comunidad. La eficiencia en gastos de operativos en su recolección, tratamiento, transporte y la erradicación de enfermedades que se puedan presentar, pueden contribuir sustancialmente en el desarrollo de la comunidad, teniendo en cuenta que estos ahorros en lo antes mencionado sean administrados de una manera coherente para sacarle su máximo provecho.

Según Fernández (2013) nos menciona sobre el proceso, al respecto dice:

- a) **Punto de captación.** Es el lugar donde se realiza la toma del agua, estos pueden ser de origen subterráneo, superficial.

- b) **Tratamiento.** Proceso mediante el cual el agua es sometida a diversos análisis y tratamientos para poder convertirla en agua de garantía para el consumo humano y no llegue a generar problemas de salud en la comunidad.
- c) **Almacenamiento.** Consiste en verter el agua en depósitos o tanques que tengan las características que puedan conservar la calidad del agua y así garantizar la inocuidad de esta.

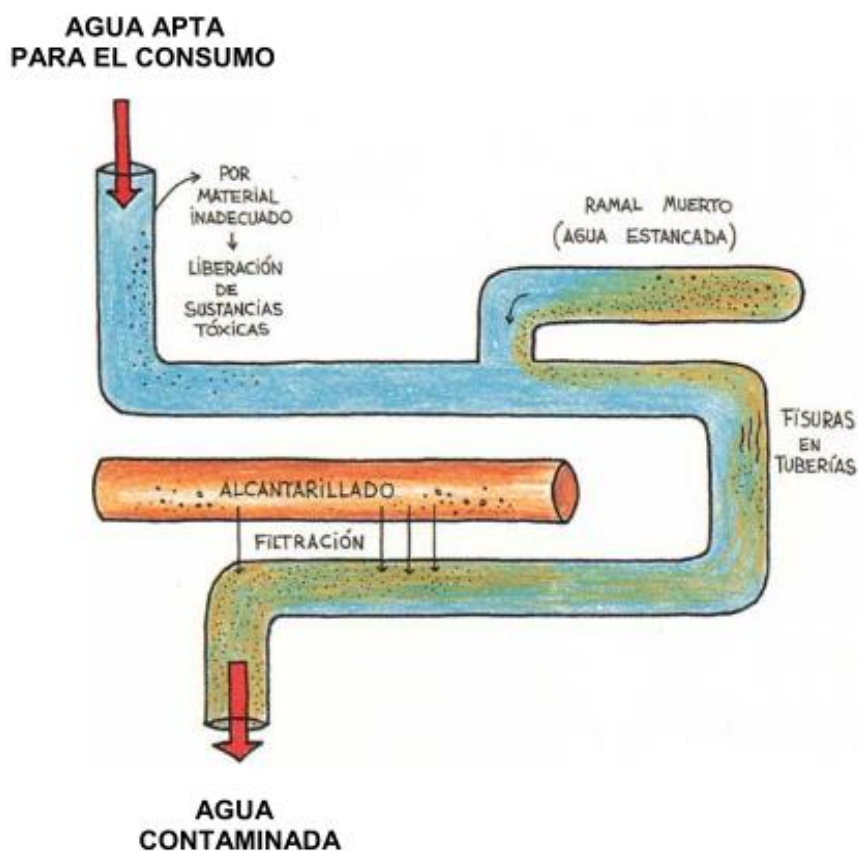


*Figura 1.* Almacenamiento de agua para abastecimiento  
Fuente: Manual para manipuladores de alimentos (Fernández, 2013).

- d) **Transporte y distribución.** Es la acción de trasladar el agua desde los depósitos hacia los puntos de consumo ya sea por tuberías o transporte externo.

Fernández (2013) hace mención de las características que deben tener las tuberías que cumplan la función de distribución de agua, deben ser de materiales que sean inocuos y no tóxicos, deben estar completamente hermetizados para impedir el paso de cualquier sustancia externa y evitar derrames del líquido elemento, deben tener características

particulares en su diseño o distribución de su estructura, ya que no debe estar cerca de tuberías de desagüe y debe estar a una profundidad óptima.



*Figura 2.* Tuberías para distribución para el abastecimiento de agua  
Fuente: Manual para manipuladores de alimentos (Fernández, 2013).

El que las redes de distribución estén en un 100 % de eficiencia aseguran que el agua llegue en un estado óptimo al consumidor final, es por ello que se hace de vital importancia que no tenga ninguna falla técnica, ni de diseño, ni de daños que afecten el proceso de transporte.

### 2.2.2.1. Sectores y puntos de abastecimiento

Según Fernández (2013) nos dice:

**Mantenimiento del Sistema de Abastecimiento**, en el proceso del abastecimiento vamos a encontrar que dentro del sistema se debe identificar los puntos de riesgo en el transporte de agua ya que si existiese una falla en estos se podría afectar toda la línea de

abastecimiento del agua, contaminándose y a la vez siendo un vector de enfermedades que pueden contraer la comunidad que consuma esta agua de calidad dudosa.

Fernández (2013) hace un mención de los posibles puntos que pueden generar riesgo, y los cuidados que se deben tener, esto en líneas generales sería, los depósitos en donde se almacena o regula el paso del líquido, estos deben estar completamente herméticos y no presentar ningún defecto en su diseño e infraestructura, en el dosificador del desinfectante cloro, se debe revisar que este aplicando la dosis correcta y que no tenga fallas en sus equipos.

Según Jiménez (2014) nos dice características que deben tener para cada proceso o problema que se pueda presentar, por ejemplo al abastecimiento, en cual se busca que las fuentes sean inocuas o cercanas a estarlo, otro punto es la deposición de excretas en los puntos de abastecimiento y de efluentes de cualquier residuo que se pudiera generar. Y por último la educación sanitaria, la cual tiene que ver con toda la higiene de la gente, y protección del medio ambiente.

Tomando como premisa la opinión de estos dos autores, y en conclusión de toda la base teórica vertida aquí nos permite inferir que un éxito dentro del abastecimiento de agua, está en los sistemas de abastecimiento, higiene y correcto cuidado ante los residuos, lo cual estaría netamente relacionado con la salud pública.

## **2.2. DEFINICIONES CONCEPTUALES**

**Calidad del agua:** es la presentación del agua en un estado inocuo y optimo en sus características físicas, químicas y biológicas dándose como un producto de calidad al consumidor.

**Estándares de calidad ambiental:** son niveles que establecen las organizaciones para poder determinar los límites máximos permitidos (parámetros) de una determinada

sustancia o elemento en el agua, esta puede estar dada por directivas o normas emitidas por los estados o la OMS.

**Cloruros:** están compuestos de cloro, es altamente soluble en agua su símbolo es Cl-, muchas veces se asocia con el ión Na+, esto se presenta en aguas de una salinidad muy alta.

**Coliformes fecales:** son parte de un grupo muy amplio de coliformes, se pueden hallar en aguas, suelos, y otros medios que se encuentren en estado de descomposición o que le ofrezcan un medio de desarrollo óptimo.

**pH:** es la medida de los iones hidrógeno y de observar la medida de acidez o alcalinidad de alguna solución líquida

**Sólidos disueltos totales:** es la medida de sólidos entre ellos las sales y algunos residuos orgánicos.

**Sulfatos:** son sales o ésteres su simbología es (SO<sub>4</sub><sup>=</sup>), son sales que pueden ser altamente solubles y medianamente solubles.

## 2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

Formulamos las posibles respuestas a nuestro objetivo principal con la hipótesis general y a la vez a nuestra investigación.

### 2.4.1. Hipótesis General

- La evaluación de calidad del agua se relaciona con los sectores urbanos de Barranca en los meses de enero – setiembre.

### 2.4.2. Hipótesis específicas

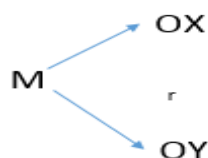
- Los análisis fisicoquímicos de la evaluación de calidad del agua se relaciona con los sectores urbanos de Barranca en los meses de enero – setiembre.
- Los análisis microbiológico de la evaluación de calidad del agua se relaciona con los sectores urbanos de Barranca en los meses de enero – setiembre.



## CAPITULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

### 3.1. DISEÑO METODOLÓGICO

#### 3.1.1. Diseño de investigación



*Figura 3.* Diseño descriptivo correlacional  
Tomada: (Córdova, 2013)

**Donde:**

**M:** Muestra

**Ox:** Observación de la variable 1 (v1)

**Oy:** Observación de la variable 2 (v2)

**r:** coeficiente de correlación

#### 3.1.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación es:

- Según su finalidad, es una investigación aplicada
- Según su alcance temporal, longitudinal.
- Según su nivel o profundidad, es investigación correlacional.
- Según su carácter de medida es investigación cuantitativa.

#### 3.1.3. Nivel de la investigación

La tesis o trabajo de investigación es no experimental que vendría a ser en su variante descriptivo-correlacional, puesto que se busca la correlación de las variables evaluación de la calidad del agua y sectores urbanos, así mismos de las dimensiones.

Correlacional, porque se pretende medir el impacto al relacionar las variables, evaluación de la calidad del agua y sectores urbanos. Consiste en interpretar sistemáticamente la relación o correlación entre hechos que tiene lugar en un determinado lugar (Córdova, 2013).

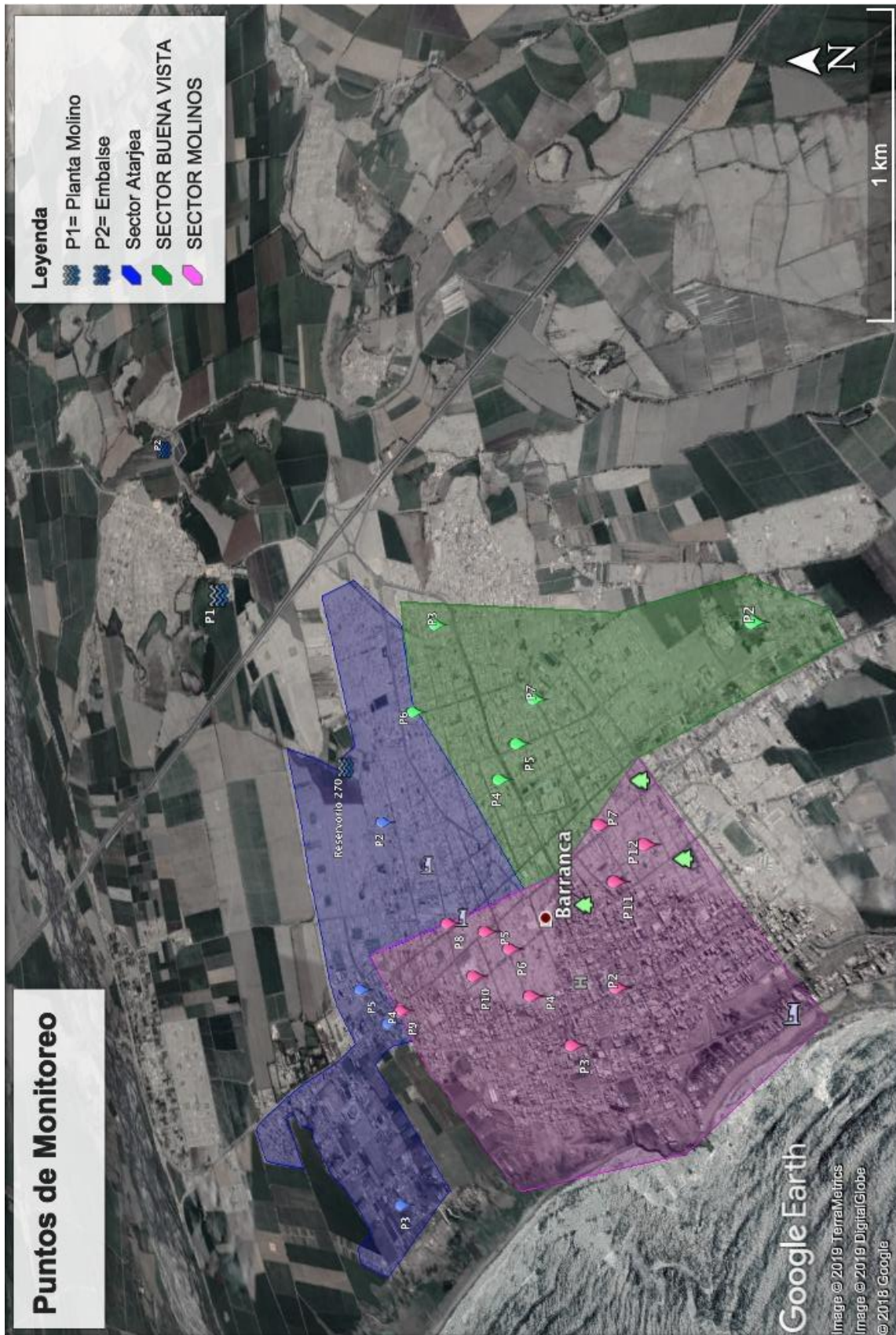
Esta investigación correlacional busca determinar a través de la correlación una

#### **3.1.4. Enfoque**

El presente trabajo de investigación es cuantitativo, puesto que se utilizó los datos obtenidos del trabajo de campo.

### **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

El presente trabajo tiene como ámbito de estudio el Distrito de Barranca de la Provincia de Barranca, donde se realizó el muestreo de veinte y tres puntos por un periodo de nueve meses. Teniendo en cuenta el Protocolo procedimental para muestreo y otras operaciones del agua de consumo humano (Anexo N° 4). La población está comprendida por tres sectores urbanos (Molinos, Buena Vista y Atarjea). La EPS SEMAPA Barranca, realiza la toma de muestras en los tres Sectores, que mensualmente tiene que dar informes a la Superintendencia nacional de servicios de saneamiento (SUNASS) y DIRESA (Dirección regional de la salud) entidades que tienen como misión regular, supervisar y fiscalizar por el bien de la población. Se ha considerado los veinte y tres puntos de acuerdo a la norma establecida por la SUNASS (Resolución de Consejo Directivo N° 015-2012-SUNASS-CD) (Anexo N° 5) para poblaciones servidas entre 30,000 a 100,000 habitantes, un número de 04 puntos de monitoreo para el Sector Molinos, 03 puntos monitoreo para el Sector Buena Vista y 03 puntos de monitoreo del Sector Atarjea (son puntos que se alternan mensualmente) en el capítulo IV se detalla su ubicación exacta.



**Figura 4.** Ubicación de los puntos de muestreo en la Ciudad de Barranca.  
Tomada: Elaboración propia con datos de la EPS SEMAPA Barranca.

### 3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES

**Tabla 2**

*Matriz de Operacionalización*

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Variable independiente: <b>Evaluación de calidad del agua:</b>	Se han medido a través de parámetros físico-químicos, los que actúan como una "fotografía" del momento medido, entregando las características inmediatas. (Manchego, 2015)	La evaluación de calidad del agua a esta regida por el análisis físico químico y análisis microbiológicos realizados en los sectores o puntos de tratamientos para la distribución a diferentes lugares.	<b>D1. Análisis fisicoquímico</b> <b>D2. Análisis microbiológicos</b>	D1.1: Conductividad eléctrica (uS/cm) D1.2: Turbidez (UNT) D1.3: pH D1.4: Sulfato (mg/l) D1.5: Cloruro (mg/l) D1.6: Dureza (mg/l)  D2.1: coliformes totales D2.2: coliformes termo tolerantes	<b>T:</b> Análisis documental <b>I:</b> Análisis de contenido <b>T:</b> observación <b>I:</b> formulario de observación
Variable dependiente: <b>Sectores urbanos</b>	El abastecimiento de agua es un sistema que permite llevarla al consumidor en las mejores condiciones higiénicas, constando de varias partes. (Fernández, 2013)	Los sectores urbanos de agua se sitúan en los sectores (Molino, Buena Vista y Atarjea) del distrito en el cual se tomaran los análisis y mantener organizados las muestras para cualquier inspección de las entidades correspondiente.	<b>d1. Sector Molinos</b> <b>d2. Sector Buena Vista</b> <b>d3. Sector Atarjea</b>	d1.1. cantidad de puntos de muestreos d2.2. volumen de agua en cada sector. d3.3. coordenadas de ubicación	<b>T:</b> Análisis documental <b>I:</b> Análisis de contenido <b>T:</b> observación <b>I:</b> formulario de observación

Tomada: Elaboración propia.

### 3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN

#### 3.4.1. Técnica de obtención de muestras en los puntos de monitoreo

Para la realización del presente trabajo de investigación, se ha recogido datos del Área de Control de Calidad de la Gerencia Técnica de la EPS SEMAPA Barranca, el cual para la obtención de muestras cumplen el Protocolo procedimental para muestreo y otras operaciones del agua de consumo humano (Anexo N° 4).

### 3.4.2. Técnicas a emplear para la obtención de los datos de los parámetros

Para la obtención de datos, el Área de control de calidad (Laboratorio de la EPS SEMAPA Barranca), tiene las siguientes técnicas para cada parámetro:

- **pH:** Método Electrométrico en agua (Anexo N°7).
- **Conductividad:** Método de Electrométrico en agua (Anexo N°7).
- **Sulfato:** Método Turbidimétrico en agua. (Anexo N° 7).
- **Cloruro:** Método Argentométrico (Método de Mohr) (Anexo N° 7).
- **Dureza:** Método Volumétrico con EDTA (Sal disódica del ácido etilendiaminotetraacético dihidrato) (anexo N° 7).
- **Coliformes totales.** Método de filtración por membrana (Anexo N° 7).
- **Coliformes termotolerantes.** Método por filtración por membrana (Anexo N° 7).
- **Cloro Residual.** Método colorimétrico DPD (Anexo N° 7).
- **Turbiedad.** Método nefelométrico (Anexo N° 7).

#### Descripción de los instrumentos

##### Determinación de Cloruros

##### Materiales y reactivos:

##### Materiales

- ✓ Matraz Erlenmeyer de 125 ml
- ✓ Probeta graduada
- ✓ Pipetas graduadas
- ✓ Pizeta de polietileno

##### Reactivos

- ✓ Nitrato de Plata ( $AgNO_3$ )
- ✓ Cromato de Potasio ( $K_2CrO_4$ )

- ✓ Agua tipo ASTM I

### **Coliformes Termotolerantes**

#### **Equipos y materiales:**

- ✓ Mencionados en el ítem de las definiciones.
- ✓ Mechero Bunsen
- ✓ Agitador Magnético
- ✓ Algodón, papel Kraft, papel Aluminio, pabilo, tijeras, plumón indeleble  
Mascarilla, guantes
- ✓ Probetas
- ✓ Matraces
- ✓ Espátulas
- ✓ Vaso de precipitados

### **Determinación de Conductividad**

#### **Material:**

- ✓ Vasos de precipitado.
- ✓ Agua destilada.
- ✓ Solución para calibración del equipo.

#### **Equipos y materiales:**

- ✓ EcoSence® EC300.

### **Determinación de Turbidez**

#### **Materiales:**

- ✓ Celdas de vidrio de 10 ml.
- ✓ Vaso de precipitado de 500 ml.
- ✓ Agua destilada

**Equipos y materiales:**

- ✓ Turbidímetro
- ✓ Paño para limpiar las celdas.

**Tabla 3***Técnicas e instrumentos*

<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
Análisis documental (base de dato de la empresa SEMAPA Barranca)	Análisis de contenido (en una hoja resaltar lo necesario de la base de datos)

Tomada: Elaboración propia.

**3.5. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

En el desarrollo de la presente investigación, se ha trabajado con los siguientes programas de cómputo que ayudaron a describir la relación de la evaluación de calidad del agua con los sectores urbanos de Barranca.

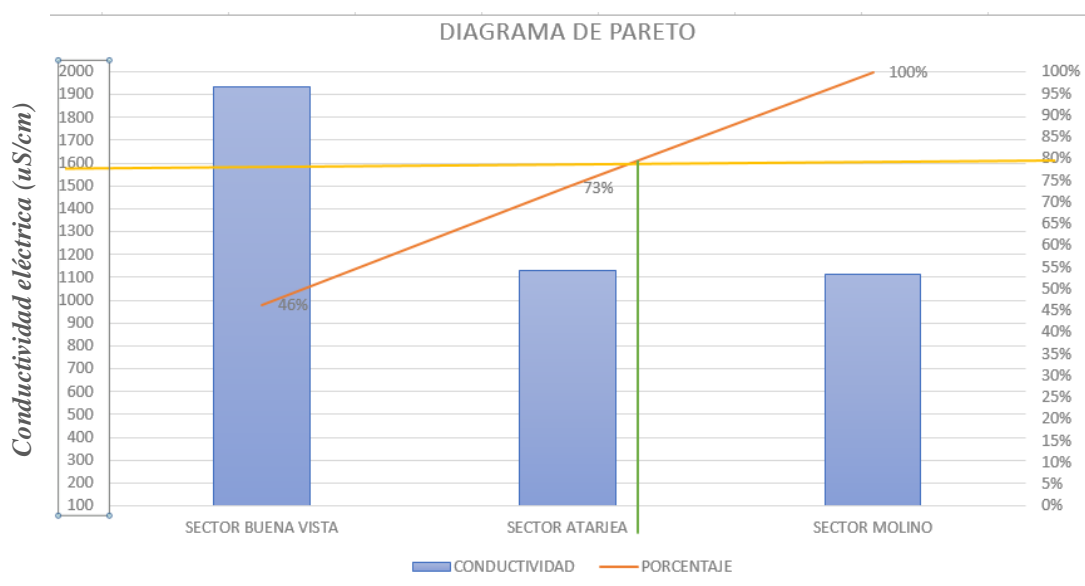
- Registro manual, ordenamiento y clasificación.
- Procesamiento computarizado con Microsoft Excel 2016.
- Procesamiento computarizado en xlstat 2017.
- Procesamiento computarizado con SPSS 23.0
- Procesamiento computarizado con Minitab 2015.

## CAPITULO IV: RESULTADOS

### 4.1. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

En el Anexo N°6 se presenta los datos obtenidos de la empresa SEMAPA Barranca para cada sector dentro de la ciudad de Barranca. Los datos de la EPS SEMAPA, fueron obtenidos mensualmente. En la figura 4, se destaca el Sector Buena Vista por tener alta Conductividad Eléctrica (uS/cm).

#### 4.1.1. Diagnóstico inicial



**Figura 5.** Diagrama de Pareto, se observa alta conductividad eléctrica en el Sector Buena Vista.

#### 4.1.2. Análisis Físicoquímico

Se presenta los datos de los parámetros de Conductividad eléctrica, pH, Sulfato, Cloruro, Dureza en los tres sectores de Barranca.



**Tabla 4***Resultado del Análisis fisicoquímico del Sector Molinos (enero- setiembre).*

SECTOR MOLINO					
Mes	pH	CONDUCTIVIDAD(uS/cm)	SULFATO(mg/l)	CLORURO(mg/l)	DUREZA(mg/l)
Enero	7.62	1215.50	310.9475	144.955	182.5
Febrero	8.05	1205	309.495	125.46	182
Marzo	8.12	1148	235.83	123.4625	157
Abril	7.3	1109.25	293.315	132.96	186
Mayo	7.3	1036.5	312.08	118.96	135
Junio	7.31	1211.5	237.21	218.9325	179
Julio	7.59	1009.25	221.8275	113.465	248
Agosto	7.77	1063.5	266.6675	224.93	434
Setiembre	8.12	1011.75	224.3375	114.465	250
<b>Promedio</b>	<b>7.69306</b>	<b>1112.25000</b>	<b>267.96778</b>	<b>146.39889</b>	<b>217.05556</b>

Tomada: Elaboración propia con datos de la EPS SEMAPA Barranca.

**Tabla 5***Resultado de Análisis fisicoquímico del Sector Buena Vista (enero- setiembre).*

SECTOR BUENA VISTA					
MES	pH	CONDUCTIVIDAD(uS/cm)	SULFATO(mg/l)	CLORURO(mg/l)	DUREZA(mg/l)
Enero	7.36	2114	269.73	306.556	390
Febrero	7.6	2161.66	280.11	309.236	404.33
Marzo	7.48	1991.66	294.76	313.8	202.67
Abril	7.86	1973.33	290.116	294.566	221.33
Mayo	7.18	2008	321.12	272.566	121.33
Junio	7.2867	1947	306.35	314.75	216.33
Julio	7.51	1824.3	298.68	319.9	401.33
Agosto	7.703	1598	297.78	309.22	461.33
Setiembre	7.83	1808.33	244.41	308.23	393.33
<b>Promedio</b>	<b>7.53778</b>	<b>1936.29630</b>	<b>291.45333</b>	<b>309.87037</b>	<b>312.44444</b>

Tomada: Elaboración propia con datos de la EPS SEMAPA Barranca.

**Tabla 6***Resultado de Análisis fisicoquímico del Sector Atarjea (enero – setiembre).*

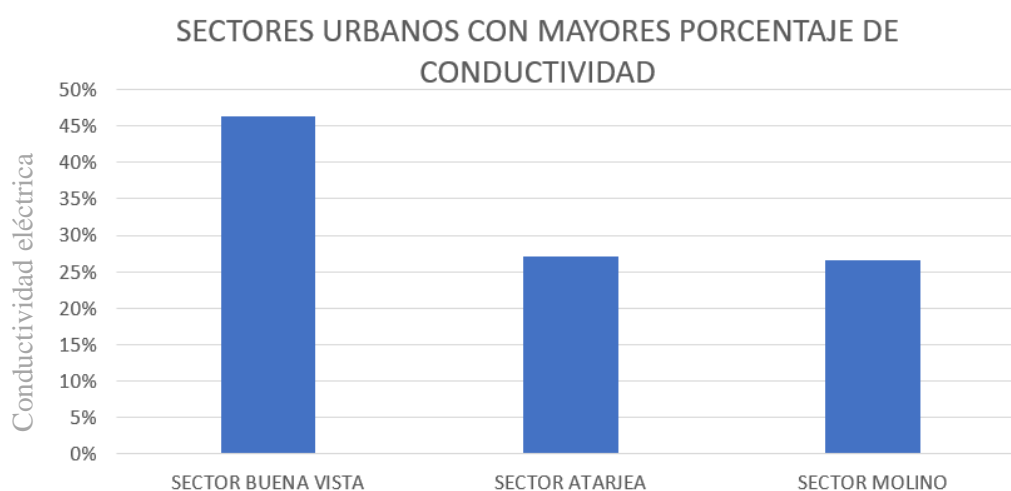
SECTOR ATARJEA					
MES	pH	CONDUCTIVIDAD(uS/cm)	SULFATO(mg/l)	CLORURO(mg/l)	DUREZA(mg/l)
Enero	7.4766	1339.33	346.53	138.62	233.33
Febrero	7.66	1332.33	259.713	116.62	229.33
Marzo	7.6	1215	268.60	123.96	190.66
Abril	7.4633	1145.33	236.046	130.62	190.66
Mayo	7.3166	1145.333	242.63	126.62	100
Junio	7.26	1574	298.68	137.96	180
Julio	7.313	1133.66	241.72	118.626	236
Agosto	7.76	1129.33	289.78	223.26	420
Setiembre	8.1166	1097.66	255.03	115.296	236
	<b>7.55185</b>	<b>1234.66667</b>	<b>265.41593</b>	<b>136.84630</b>	<b>224.00000</b>

Tomada: Elaboración propia con datos de la EPS SEMAPA Barranca.

**Tabla 7***Porcentaje de los datos de conductividad eléctrica de los tres Sectores Urbanos*

SECTORES URBANOS	CONDUCTIVIDAD(uS/cm)	PORCENTAJE
Sector Molinos	1112.25	26%
Sector Buena Vista	1936.29	45%
Sector Atarjea	1234.66	29%

Tomada: Elaboración propia con datos de la EPS SEMAPA Barranca.

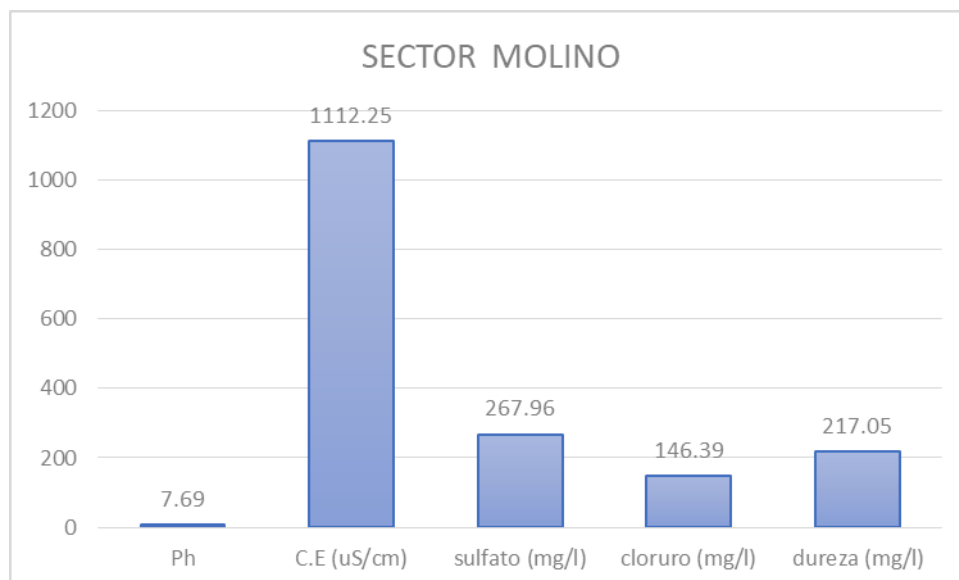
**Figura 5.** Variación de los datos de conductividad eléctrica de cada sector urbano.

**Tabla 8**

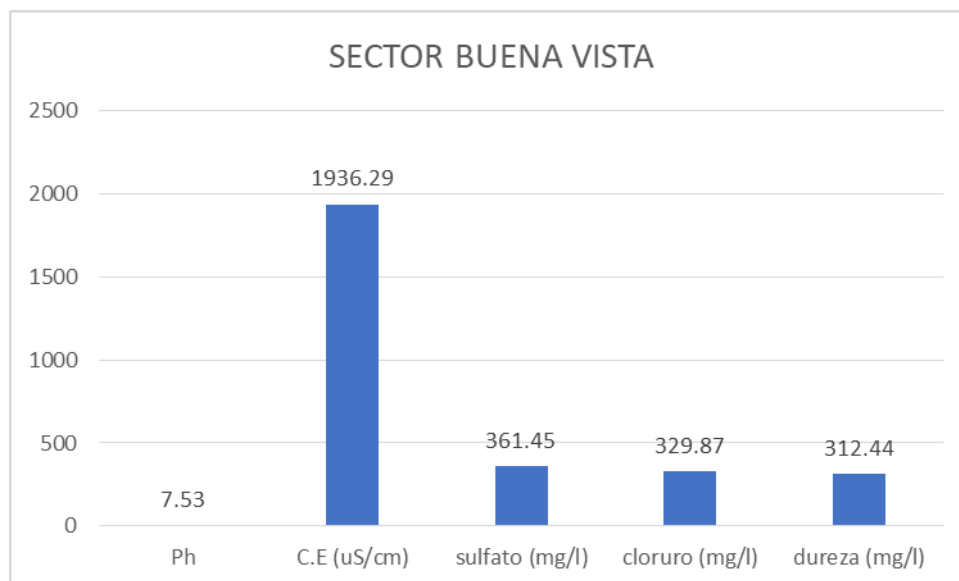
*Resumen de los resultado del Análisis fisicoquímico de los sectores Molino, Buena Vista y Atarjea*

ANÁLISIS FISICOQUÍMICO	MOLINO	BUENA VISTA	ATARJEJA
pH	7.69	7.53	7.55
CONDUCTIVIDAD(uS/cm)	1112.25	1936.29	1234.66
SULFATO(mg/l)	267.96	361.45	315.41
CLORURO(mg/l)	146.39	329.87	136.84
DUREZA(mg/l)	217.05	312.44	224.00

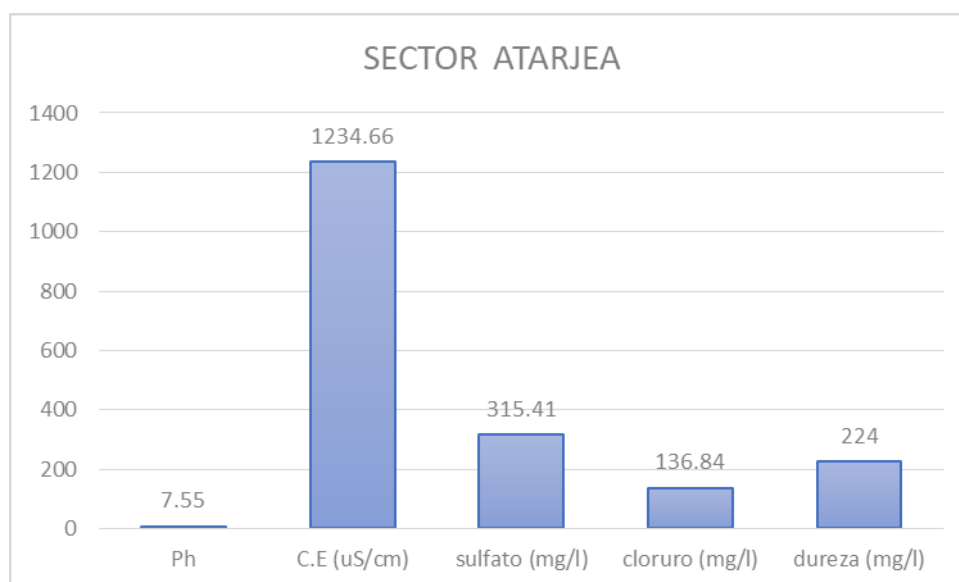
Tomada: Elaboración propia empleando los datos de la EPS SEMAPA Barranca.



**Figura 6.** Resultado del análisis fisicoquímico del sector Molino.



**Figura 7.** Resultado de los análisis fisicoquímicos del Sector Buena Vista.



**Figura 8.** Resultado de los análisis fisicoquímicos del Sector Atarjea.

De los 3 sectores mencionados en los diagramas se aprecia que la **conductividad eléctrica del Sector Buena Vista** posee mayor valor numérico (promedio es de 1936 uS/cm) lo cual sobrepasa los límites máximos permisibles que es 1500 uS/cm según D.S. N° 031-2010- SA (Anexo N° 3); por lo tanto lo representamos en la tabla siguiente:



Ca. Los Sauces S/N	2130								
Ca. Chaquilla N° 200	2150				1923				
Puesto de Salud Buena Vista			1982						
Mercado Aviacion									1790
Calle ferrocarril									1794
<b>Total</b>	<b>2114.3</b>	<b>2161.6</b>	<b>1991.6</b>	<b>1973.3</b>	<b>2008</b>	<b>1947</b>	<b>1824.3</b>	<b>1598</b>	<b>1808.3</b>

Tomada: Elaboración propia empleando los datos de la EPS SEMAPA Barranca.

En la tabla se detalla los puntos de monitoreo del Sector Buena Vista. Se evidencia que en el mes de Febrero se deberá tener mayor vigilancia puesto que se incrementa la conductividad eléctrica (uS/cm); en los puntos denominados: Embalse/ captación, Ca. Los Sauces S/N, y Ca. Puesto de salud Chaquilla N°200. Supera los límites máximos permisibles (D.S. N° 031-2010-SA) (Anexo N°3).

#### 4.1.3. Análisis Microbiológico

En el siguiente apartado se tomó los datos de turbidez, coliformes totales y coliformes termotolerantes desde el mes de enero hasta el mes de setiembre de los cuales se observa los resultados en la tabla plasmada:

**Tabla 11**

*Resultado del Análisis microbiológico del Sector Molinos (enero – setiembre).*

MES	COLORO (mg/L)	TURBIDEZ (NTU)	COLIF. TOTALES (UFC/100 ml)	COLIF. TERMOT (UFC/100ml)
Enero	0.82	1.01	0	0
Febrero	1.01	0.63	0	0
Marzo	0.82	1.00	0.003	0
Abril	0.82	1.01	0.003	0
Mayo	0.72	1.01	0	0
Junio	0.80	1.04	0.003	0
Julio	0.82	1.01	0.003	0
Agosto	0.82	1.01	0	0
Setiembre	0.72	1.01	0.003	0

PROMENDIO	<b>0.81</b>	<b>0.97</b>	<b>0.002</b>	<b>0.00</b>
-----------	-------------	-------------	--------------	-------------

Tomada: Elaboración propia empleando los datos de la EPS SEMAPA Barranca.



Figura 10. Variación de coliformes totales en diferentes meses en el Sector Molinos.

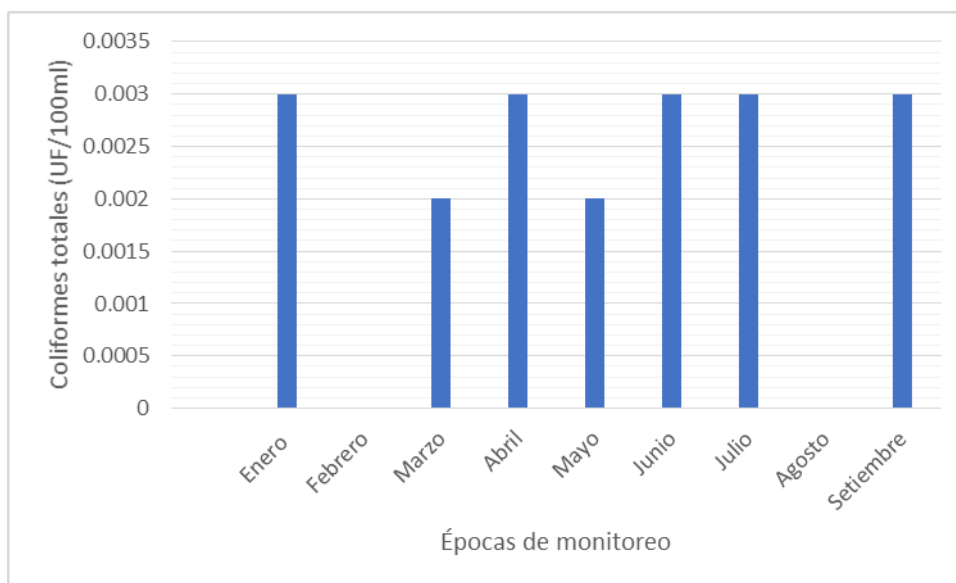
**Tabla 12**

*Resultado del Análisis microbiológico del Sector Atarjea (enero – setiembre).*

MES	COLORO (mg/L)	TURBIDEZ (NTU)	COLIF. TOTALES (UFC/100 ml)	COLIF. TERMOT (UFC/100ml)
Enero	0.84	1.02	0.003	0
Febrero	0.85	1.03	0	0
Marzo	1.22	1.01	0.002	0
Abril	0.87	0.72	0.003	0
Mayo	0.81	1.01	0.002	0
Junio	0.79	0.73	0.003	0

Julio	0.83	1.01	0.003	0
Agosto	1.03	0.79	0	0
Setiembre	0.72	0.98	0.003	0
<b>PROMENDIO</b>	<b>0.88</b>	<b>0.92</b>	<b>0.002</b>	<b>0.00000</b>

Tomada: Elaboración propia empleando los datos de la EPS SEMAPA Barranca.



**Figura 11.** Variación de coliformes totales en diferentes meses en el Sector Atarjea.

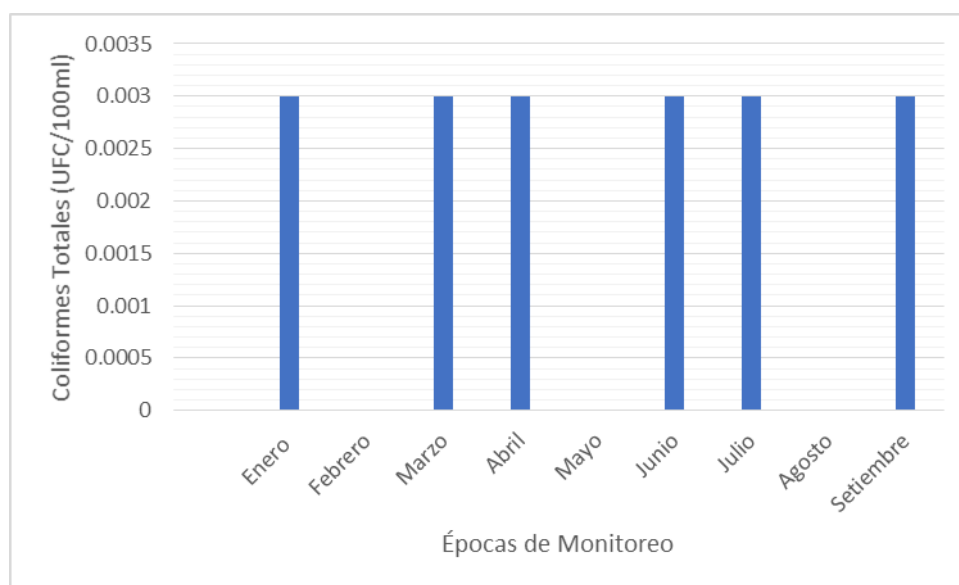
**Tabla 13**

*Resultado del Análisis microbiológico del Sector Buena Vista (enero – setiembre).*

MES	CLORO (mg/L)	TURBIDEZ (NTU)	COLIF. TOTALES (UFC/100 ml)	COLIF. TERMOT (UFC/100ml)
Enero	0.74	1.45	0.003	0
Febrero	1.52	1.33	0	0
Marzo	1.03	1.07	0.003	0
Abril	0.87	1.52	0.003	0
Mayo	0.81	1.01	0	0
Junio	0.79	0.73	0.003	0
Julio	0.73	0.41	0.003	0
Agosto	1.03	0.49	0	0
Setiembre	0.72	0.88	0.003	0
<b>PROMENDIO</b>	<b>0.91</b>	<b>0.98</b>	<b>0.002</b>	<b>0.00000</b>

Tomada: Elaboración propia empleando los datos de la EPS SEMAPA Barranca.





**Figura 12.** Variación de coliformes totales en diferentes meses en el Sector Buena Vista.

#### 4.2. SECTORES URBANOS

La EPS SEMAPA Barranca, realiza la toma de muestras en los tres Sectores que es Molino, Buena Vista y Atarjea.

**Tabla 14**

*Número de Puntos de monitoreo de calidad del agua potable de cada sector de Barranca.*

MES	PUNTOS DE MUESTREO MOLINO	PUNTOS DE MUESTREO BUENA VISTA	PUNTOS DE MUESTREO ATARJEA
ENERO	4	3	3
FEBREO	4	3	3
MARZO	4	3	3
ABRIL	4	3	3
MAYO	4	3	3
JUNIO	3	3	3
JULIO	4	3	3
AGOSTO	4	3	3
SETIEMBRE	4	3	3

Descripción: 23 Puntos que se alternaron en los nueve meses.

Tomada: Elaboración propia empleando los datos de la EPS SEMAPA Barranca.

**Tabla 15**

*Cantidades de metros cúbicos de agua potable en cada sector de Barranca.*

MES	VOLUMEN DE AGUA MOLINOS (M <sup>3</sup> )	VOLUMEN DE AGUA BUENA VISTA (M <sup>3</sup> )	VOLUMEN DE AGUA ATARJEJA (M <sup>3</sup> )
ENERO	2100	1890	270
FEBREO	2110	1890	276
MARZO	2100	1890	270
ABRIL	2100	1890	270
MAYO	2100	1899	270
JUNIO	2101	1890	272
JULIO	2100	1898	270
AGOSTO	2100	1890	270
SETIEMBRE	2100	1890	270

Tomada: Elaboración propia empleando los datos de la EPS SEMAPA Barranca.

**Tabla 16**

*Coordenadas de los puntos de monitoreo del Sector Molino durante los meses de enero a setiembre.*

SECTOR MOLINOS			
PUNTO	CALLE	E	S
P1	Planta Molinos	199332	8812145
P2	Av. Nicolas de Pierola N° 55	197753	8809664
P3	Jr. Zavala N° 613	197484	8809871
P4	calle Independencia E-21	197638	8810076
P5	Mercado Modelo	197861	8810317
P6	Jr. Arequipa N° 355	197811	8810185
P7	Jr. Galvez N° 645	198367	8809738
P8	Av. Lima N° 1127	197861	8810530
P9	Pasaje callao N° 137	197426	88108095
P10	Jr. Arequipa N° 525	197662	8810380
P11	Enrique Palacios N° 281	198157	8809669
P12	Jr. Cuzco N° 240	198314	8809535

Tomada: Elaboración propia empleando los datos de la EPS SEMAPA Barranca.

**Tabla 17**

*Coordenadas de los puntos de monitoreo del Sector Buena Vista durante los meses de enero a setiembre*

<b>SECTOR BUENA VISTA</b>			
<b>PUNTO</b>	<b>CALLE</b>	<b>E</b>	<b>S</b>
P1	Embalse/ Captacion	200154	8812661
P2	Puesto de Salud Chaquila	199133	8809106
P3	Mercado Buena Vista	199150	8810594
P4	Av. Alfonso Ugarte N° 450	198504	8810236
P5	Urb. Olivar Mz. F Lt 05	198658	8810142
P6	Calle Andres Reyes N° 37	198841	8810056

Tomada: Elaboración propia empleando los datos de la EPS SEMAPA Barranca.

**Tabla 18**

*Coordenadas de puntos de monitoreo del Sector Atarjea durante los meses de enero a setiembre*

<b>SECTOR ATARJEA</b>			
<b>PUNTO</b>	<b>CALLE</b>	<b>E</b>	<b>S</b>
P1	Reservorio 270 m3	198490	8811202
P2	Jr. Pampa de Lara N° 462	198259	8810931
P3	Puesto de Salud Santa Catalina	196551	8810806
P4	Pasaje Limoncillo N° 120	197350	8810890
P5	Urb. Las Palmeras X-22	197468	8811073

Tomada: Elaboración propia empleando los datos de la EPS SEMAPA Barranca.

### 4.3. RESULTADOS METODOLÓGICOS

#### 4.3.1. Modelo general de la investigación (calidad del agua y sectores urbanos)

Para obtener el modelo del trabajo de investigación se insertó los datos cuantificables al soft. Minitab en su versión 2018. Para cada dimensión (3) consiguiendo de esta forma el poder determinar qué modelo matemático emplear.

**Tabla 19**

*Información para el modelamiento de la investigación*

<b>Mes</b>	<b>Variable independiente (X)</b>		<b>Variable independiente (Y)</b>
	<b>Análisis Físicoquímico</b>	<b>Análisis Microbiológico</b>	<b>Sectores urbanos</b>
Enero	2114,33333	0,00003	1890
Febrero	2161,66667	0	1890
Marzo	1991,66667	0,00003	1890
Abril	1973,33333	0,00003	1890
Mayo	2008	0	1899
Junio	1947	0,00003	1890
Julio	1824,33333	0,00003	1898
Agosto	1598	0	1890
Setiembre	1808,33333	0,00003	1890

Tomada: Elaboración propia empleando los datos de la EPS SEMAPA Barranca.

**a) Modelamiento de evaluación de calidad del agua y sectores urbanos (objetivo general)**

Aquí se evaluará la relación existente entre la variable (X) y variable (Y) a fin de responder el problema general y el objetivo general de la investigación.

En la siguiente tabla se muestra la escala de correlación: de correlación

**Tabla 20**  
*Escala de correlación*

Rango	Indicador
0,00 – 0,19	Correlación nula
0,20 – 0,39	Correlación baja
0,40 – 0,69	Correlación moderada
0,70 – 0,89	Correlación alta
0,90 – 0,99	Correlación muy alta
1,00	Correlación grande y perfecta

Tomada: Herrera (2012).

**Tabla 21**  
*Resumen del modelo evaluación de calidad del agua-sectores urbanos (X-Y)*

r (coeficiente de correlación)	0,71
r <sup>2</sup> (coeficiente de determinación)	0,505
r <sup>2</sup> aj. ( coeficiente de determinación ajustada)	0,007

Tomada: Elaboración propia.

Debido a que el modelo tiene un  $r = 71\%$  significa que tiene una **correlación alta** según la escala de la siguiente tabla de escala de correlación. Respondiendo al objetivo principal de la investigación: Determinar la relación existente de la evaluación de calidad

del agua se relaciona con los diferentes sectores urbanos de Barranca en los meses de enero – setiembre.

**Tabla 22**

*Coficiente del modelo evaluación de calidad del agua - sectores urbanos*

Source	Coef.	SE Coef	t- valor	P- valor	VIF
Constant	1894,5	17,0	111,76	0,000	
Análisis físicoquímico	-55024	99806	-0,55	0,601	1,000
Análisis microbiológico	-0,00077	0,00872	-0,09	0,932	1,000

Tomada: Elaboración propia.

Respondiendo al problema principal de la investigación: ¿En qué medida la evaluación de calidad del agua se relaciona con los sectores urbanos de Barranca en los meses de enero - setiembre?

La ecuación del modelo se describe de la siguiente manera:

$$\text{Sectores Urbanos} = 1894.5 - 55024 \text{ Análisis Microbiológico} - 0.00077 \text{ Análisis Físicoquímico}$$

## **b) Modelamientos parciales de las dimensiones (objetivo específico 1)**

### **1.- Modelamiento de análisis físicoquímico - sectores urbanos**

Aquí se evaluará la relación existente entre la dimensión D1 (análisis físicoquímico) y sectores urbanos con fin de responder el problema específico 1 y el objetivo específico 1 de la investigación.

**Tabla 23**

*Resumen del modelo análisis fisicoquímico – sectores urbanos (DI-Y)*

r (coeficiente de correlación)	0,48
r <sup>2</sup> (coeficiente de determinación)	0,24
r <sup>2</sup> aj. ( coeficiente de determinación ajustada)	0,005

Tomada: Elaboración propia empleando los datos de la EPS SEMAPA Barranca.

Debido a que el modelo tiene un  $r = 48\%$  significa que tiene una **correlación moderada** según la escala de la siguiente tabla escala de correlación.

Respondiendo al objetivo específico de la investigación: Determinar la relación entre los análisis fisicoquímicos de la evaluación de calidad del agua con los sectores urbanos en los meses de enero – setiembre.

**Tabla 24**

*Coefficiente del modelo análisis fisicoquímico – sectores urbanos*

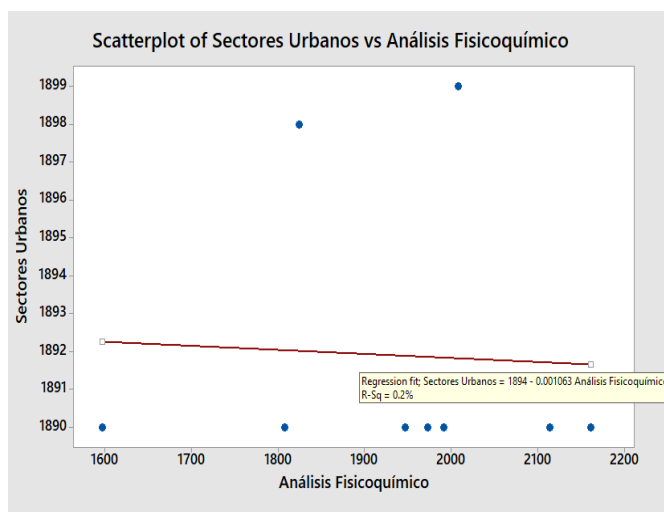
Source	Value	Standard error	t	Pr >  t	VIF
Intercepción	1893,9	16,1	117,94	0,000	
Análisis fisicoquímico	-0,00106	0,00826	-0,13	0,901	1,000

Tomada: Elaboración propia.

Respondiendo al problema principal de la investigación: ¿De qué manera los análisis fisicoquímicos de la evaluación de calidad del agua se relacionan con los sectores urbanos de Barranca en los meses de enero - setiembre?

La ecuación del modelo se describe de la siguiente manera:

$$\text{Sectores urbanos} = 1893,9 - 0,00106 * \text{análisis fisicoquímico}$$



**Figura 13.** Grafica de la correlación entre el análisis físicoquímico y sectores urbanos.

**c) Modelamiento de análisis microbiológico – sectores urbanos (objetivo específico 2)**

**2.- Modelamiento de análisis microbiológico - sectores urbanos**

Aquí se evaluará la relación existente entre la dimensión D2 (análisis microbiológico) y sectores urbanos a fin de responder el problema específico 2 y el objetivo específico 2 de la investigación.

**Tabla 25**

*Resumen del modelo análisis microbiológico – sectores urbanos (D2-Y)*

r (coeficiente de correlación)	0,70
$r^2$ (coeficiente de determinación)	0,492
$r^2_{aj}$ . ( coeficiente de determinación ajustada)	0,007

Tomada: Elaboración propia.

Debido a que el modelo tiene un  $r = 70\%$  significa que tiene una **correlación alta** según la escala de la siguiente tabla escala de correlación.

Respondiendo al objetivo principal de la investigación: Determinar la relación entre los análisis microbiológicos de la evaluación de calidad del agua con los sectores urbanos de Barranca en los meses de enero – setiembre.

**Tabla 26**

*Coficiente del modelo de análisis microbiológico- sectores urbanos*

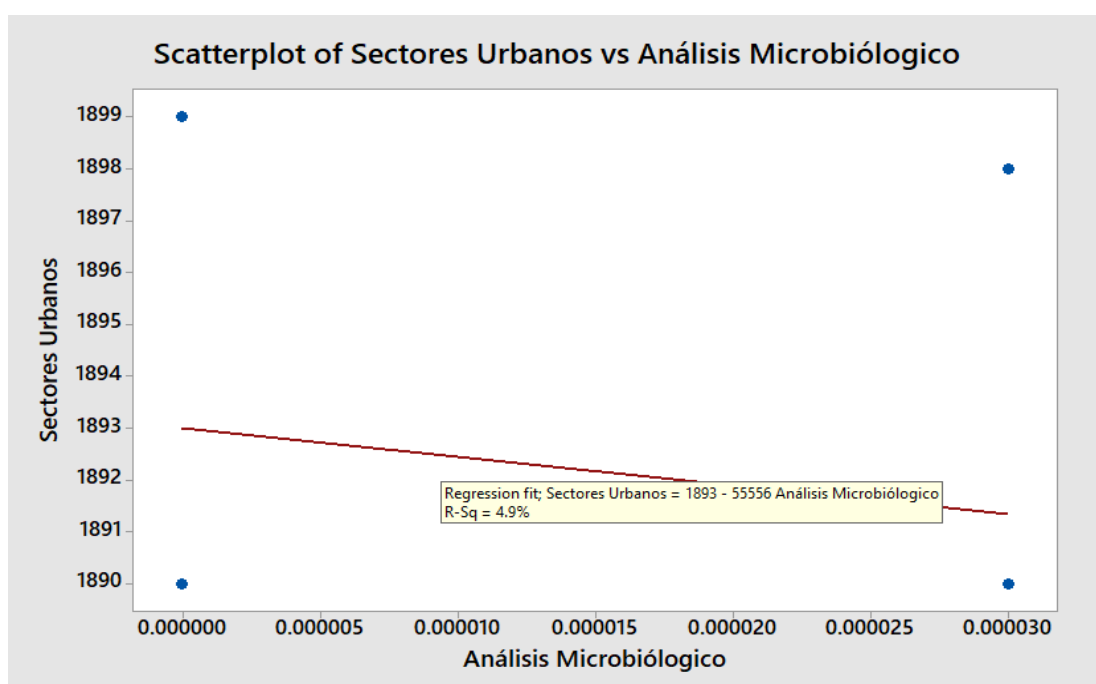
Source	Value	Standard error	t	Pr >  t	VIF
Intercepción	1893	2,26	837,32	0,000	
Análisis microbiológico	-55556	952296	-0,60	0,566	1,000

Tomada: Elaboración propia.

Respondiendo al problema principal de la investigación: ¿De qué manera el análisis microbiológico de la evaluación de calidad del agua se relaciona con los sectores urbanos en los meses de enero - setiembre?

La ecuación del modelo es:

$$\text{Zona de abastecimiento} = 1893 - 55556 * \text{análisis microbiológico}$$



**Figura 14.** Grafica de la correlación entre el análisis microbiológico y sectores urbanos en Minitab 2017.



### 4.3.1. Modelo general de la investigación

Aquí se contrastara las hipótesis cuantitativamente para mayor exactitud de nuestros resultados así dar una alta consistencia al trabajo de investigación respecto a la evaluación de calidad con los diferentes sectores urbanos de Barranca.

Para contrastar las hipótesis de investigación planteadas en la matriz de consistencia, fue mediante la prueba de independencia (**r de Pearson**), siendo procesada la data respectiva en el estadístico de **Minitab 2017**.

- **Contrastación de hipótesis general**

**H<sub>0</sub>**: La evaluación de calidad del agua no se relaciona con los sectores urbanos en los meses de enero – setiembre.

**H<sub>1</sub>**: La evaluación de calidad del agua se relaciona con los sectores urbanos en los meses de enero – setiembre.

a) **Nivel de significancia:**  $\alpha=0,05$

b) **Estadístico de prueba:**  $r$  crítico ( $gl; \alpha$ )

c) **Establecer el criterio de decisión**

Se acepta la **H<sub>0</sub>** si:  $r$  crítico (+) <  $r$  calculado;  $r$  crítico (-) >  $r$  calculado.

Se rechaza la **H<sub>0</sub>** si:  $r$  crítico (+) >  $r$  calculado;  $r$  crítico (-) <  $r$  calculado.

a) **Cálculos**

$$r \text{ crítica } (gl; \alpha) = r \text{ crítico } (gl = 7; \alpha = 0,05) = \pm 0,666$$

El Resultado obtenido de nuestros cálculos  $r$  crítico =  $\pm 0,666$  para la contratación de hipótesis graficamos de la siguiente manera:



Figura 15. Ubicación de  $r$  crítico en la prueba de hipótesis.

Tabla 27

$r$  de Pearson (evaluación de calidad del agua – sectores urbanos), en Minitab 2017

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,71
Coefficiente de determinación $R^2$	0,505
$R^2$ ajustado	0
Error típico	0,05
Observaciones	9

Tomada: Elaboración propia.

### Toma de decisión

Como  $r$  calculado = 0,71 no está comprendido entre  $r$  crítico =  $\pm 0,666$  y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la  $H_0$  y aceptamos la  $H_1$ , a un nivel de significancia del 5%; es decir, La evaluación de calidad del agua se relaciona con los sectores urbanos en los meses de enero – setiembre.

- **Contrastación de hipótesis específicos**

#### Análisis de fisicoquímica (D1)- sectores urbanos (Y)

##### a) Formulación de hipótesis

**$H_0$ :** Los análisis fisicoquímicos de la evaluación de calidad del agua no se relacionan con los sectores urbanos en los meses de enero – setiembre.

**$H_1$ :** Los análisis fisicoquímicos de la evaluación de calidad del agua se relacionan con los sectores urbanos en los meses de enero – setiembre.

**b) Valor crítico para estadístico de prueba**

$$r \text{ crítica } (gl; \alpha) = r \text{ crítico } (gl = 7; \alpha = 0,05) = \pm 0,666$$

**c) Valor calculado para el estadístico de prueba**

**Tabla 28**

*r de Pearson (análisis fisicoquímico –sectores urbanos), en Minitab 2017*

Correlación de Pearson	0,481
Valor p	0,550

Tomada: Elaboración propia.

**Toma de decisión**

Como  $r \text{ calculado} = 0,48$  está comprendido entre  $r \text{ crítico} = \pm 0,666$  y cae en la región de aceptación, entonces aceptamos la  $H_0$  y rechazamos la  $H_1$ , a un nivel de significancia del 5%; es decir, Los análisis fisicoquímicos de la evaluación de calidad del agua no se relacionan con las sectores urbanos en los meses de enero – setiembre.

**Análisis microbiológico (D2) - sectores urbanos (Y)**

**a) Formulación de hipótesis**

**$H_0$ :** Los análisis microbiológicos de la evaluación de calidad del agua no se relacionan con los sectores urbanos en los meses de enero – setiembre.

**$H_1$ :** Los análisis microbiológicos de la evaluación de calidad del agua se relacionan con los sectores urbanos en los meses de enero – setiembre.

**b) Valor crítico para estadístico de prueba**

$$r \text{ crítica } (gl; \alpha) = r \text{ crítico } (gl = 7; \alpha = 0,05) = \pm 0,666$$

c) **Valor calculado para el estadístico de prueba**

**Tabla 29**

*r de Pearson (análisis microbiológico –sectores urbanos), en Minitab 2017*

Correlación de Pearson	0,70
Valor p	0,051

Tomada: Elaboración propia.

**Toma de decisión**

Como  $r_{calculado} = 0,70$  no está comprendido entre  $r_{crítico} = \pm 0,666$  y cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la  $H_0$  y aceptamos la  $H_1$ , a un nivel de significancia del 5%; es decir, Los análisis microbiológicos de la evaluación de calidad del agua se relacionan con los sectores urbanos en los meses de enero – setiembre.

## **CAPITULO V: DISCUSION, CONCLUSION Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. DISCUSIÓN**

Se realiza una breve discusión del trabajo de investigación con respecto a los antecedentes recopilados los cuales nos sirvió de base para la elaboración del proyecto.

- Hernández (2016), en su investigación concluye diciendo: que existen diferentes factores que afectan la calidad del agua, “pueden ser naturales y geológicos, en este caso puede ser el Mn en el suelo, y hasta las causadas por el hombre como la mala planificación urbana. El aumento de Mn en las lluvias es debido al exceso de uso de plaguicidas encontrándose que al análisis este se encuentra superior a los límites máximos permisibles. Si pensamos en la repercusión a futuro estas elevadas concentraciones podrían afectar el neurodesarrollo de los infantes. Sumado a esta problemática se evidencia que el agua tiene coliformes fecales, al observar estas problemáticas se concluye que el agua del pozo de 4 Millas no es apta para consumo humano”. Resultados similares a la investigación puesto la evaluación de la calidad del agua potable los cuales se relacionan con los sectores urbanos en diferentes sectores urbanos de la provincia de Barranca en los cuales se optaron por tomar muestras en 3 sectores los cuales son Molinos, Buena Vista y Atarjea, en las cuales se recopiló los datos cuantificables.
- Mendoza (2018), en su investigación concluye diciendo: “Se creó un diseño de un plan de monitoreo de aguas superficiales tomando en cuenta el ciclo hidrosocial, se tomó por puntos del efluente de la poza oxidativa, el puquial y el reservorio de la comunidad. En el estudio la ausencia de lluvias fue un factor negativo que impidió la presentación de resultados más completos, por lo expuesto se

recomienda realizar un estudio tomando en cuenta las fechas de lluvia. Los resultados dan datos de evidencia en los cuales se ve que no se llevaba un control y monitoreo de la calidad del agua, ya que todos los parámetros estaban por encima de los establecido en los estándares de Límites máximos permitidos (estándares de calidad ambiental para agua – categoría III, reglamento para el agua de consumo doméstico)”. Resultados similares se obtuvo en nuestra investigación puesto los componentes encontrados en un estudio fisicoquímico fueron: pH, conductividad, Sulfato, Cloruro, Dureza.

- Adriano (2016), en su investigación concluye diciendo: “Que la fuente de agua elegida es la subterránea y con ella se puede satisfacer la necesidad de agua para consumo humano. A la comparación de análisis se puede inferir que cumple casi todos los parámetros a excepción de los coliformes. Para este problema presente se planifica realizar un proceso de cloración mediante un sistema de sincronización por goteo con el cual se realizaría la desinfección para que pueda ser distribuida a todas las familias para su consumo”. Resultados similares fueron obtenidos en dicha investigación, los cuales fueron recopilados los siguientes componentes: Cloro, Turbidez, Coliformes Totales (UFC/100ml) y Coliformes Termototales (UFC/100ml), de los cuales se cuantifico de los sectores antes mencionados en la provincia de Barranca en diferentes meses del año 2017.

## 5.2. CONCLUSIÓN

### Conclusión general

El modelo de investigación que explica la correlación entre la evaluación de calidad del agua y sectores urbanos en diferentes sectores urbanos de Barranca es:

$$\text{Sectores Urbanos} = 1894.5 - 55024 \text{ Análisis Microbiológico} - 0.00077 \text{ Análisis Físicoquímico}$$

Así mismo al medir la correlación existente ente la evaluación de calidad del agua y sectores urbanos se obtuvo un 71% de correlación, lo cual significa que existe una correlación alta entre las variables.

Al aplicar la prueba de hipótesis  $r$  de Pearson a los resultados cuantitativo se obtiene que  $r_{\text{calculado}} = 0,71$  no está comprendido entre  $r_{\text{crítico}} = \pm 0,666$  y cae en la región de rechazo, entonces se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , a un nivel de significancia del 5%; es decir, La evaluación de calidad del agua se relaciona con las sectores urbanos en diferentes sectores urbanos de Barranca en los meses de enero – setiembre.

Por lo tanto se propone que la evaluación de calidad debe enfatizar con mayor importancia en el sector urbano de Buena Vista que abastece a un 30% de la población de Barranca debido al deterioro de la calidad del agua, presenta elevada conductividad llegando a 2456 uS/ cm, en donde el límite es de 1500 uS/cm (D.S. N° 031-2010-SA).

### Conclusión para la dimensión D1 (análisis físicoquímico)

El modelo de investigación que explica la correlación entre los análisis físicoquímicos y sectores urbanos de Barranca es:

$$\text{Sectores urbanos} = 1893,9 - 0,00106 * \text{análisis físicoquímico}$$

Así mismo al medir la correlación existente ente la evaluación de calidad del agua y sectores urbanos se obtuvo un 48% de correlación, lo cual significa que existe una correlación moderada entre la evaluación de calidad del agua con los sectores urbanos de Barranca en los meses de enero-setiembre.

Al aplicar la prueba de hipótesis  $r$  de Pearson a los resultados cuantitativo se obtiene que  $r_{calculado} = 0,48$  está comprendido entre  $r_{crítico} = \pm 0,666$  y cae en la región de aceptación, entonces se acepta la  $H_0$  y se rechaza la  $H_1$ , a un nivel de significancia del 5%; es decir, Los análisis fisicoquímicos de la evaluación de calidad del agua no se relacionan con los sectores urbanos de Barranca los meses de enero – setiembre.

### **Conclusión para la dimensión D2 (análisis microbiológico)**

El modelo de investigación que explica la correlación entre el análisis microbiológico y sectores urbanos de Barranca es:

$$\text{Zona de abastecimiento} = 1893,00 - 55556 * \text{análisis microbiológico}$$

Así mismo al medir la correlación existente entre análisis microbiológico y sectores urbanos se obtuvo un 70% de correlación, lo cual significa que existe una correlación alta entre análisis microbiológico con los sectores urbanos de Barranca en los meses de enero- setiembre.

Al aplicar la prueba de hipótesis  $r$  de Pearson a los resultados cuantitativo se obtiene que  $r_{calculado} = 0,70$  no está comprendido entre  $r_{crítico} = \pm 0,666$  y cae en la región de rechazo, entonces se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , a un nivel de significancia del 5%; es decir, Los análisis microbiológicos de la evaluación de calidad del agua se relacionan con los sectores urbanos en los meses de enero – setiembre.



### 5.3. RECOMENDACIONES

- Recomendamos que la empresa SEMAPA debe realizar constantemente las evaluaciones de calidad del agua para el consumo humanos en los 3 diferentes sectores y puntos principales de las redes de abastecimiento para no incurrir en perjudicar la salud de los habitantes de la provincia de Barranca.
- La empresa SEMAPA debe realizar una evaluación y expediente técnico para la anulación y el mejoramiento de la captación del Sector Buena Vista ya que a la fecha se ha verificado el deterioro del agua de captación (sobrepasa los límites máximos permisibles de conductividad) de la calidad del agua.
- Los operarios deben estar capacitado y evaluado semanalmente para hacer un adecuado mantenimiento de la planta de tratamiento de agua potable y monitoreo de calidad de agua para lograr identificar y controlar los distintos riesgos que se puedan dar en los sistemas de abastecimiento de agua y en todo su proceso y así asegurar un agua de calidad acorde a la norma vigente.

## CAPITULO VI: FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

- Adriano, Y. (2017). *Diseño del sistema de agua potable y su influencia en la calidad de vida de la localidad de Huacamayo - Junín 2017*. Universidad Cesar Vallejo.
- Alarcon, C. (2009). *Abastecimiento de agua potable a La Union*. Universidad Del Alto.
- Bracho, I. (2017). *Evaluación de la calidad de las aguas para consumo humano en la comunidad venezolana de San Valentín , Maracaibo*. (A. Fernández, Ed.). Venezuela. [https://doi.org/ISBN: 1993 8012](https://doi.org/ISBN:19938012)
- Buelta, A. (2011). *Guia basica de control de calidad del agua*.
- Calvo-brenes, G. (2012). Nueva metodología para valorar la calidad de las aguas superficiales para su uso como clase 2 en Costa Rica New methodology for evaluating the surface waters quality to be used as Class 2 in Costa Rica, 26, 9–19.
- Córdova, I. (2013). *El proyecto de investigación, cuantitativa* (San marcos). Lima.
- Ecofluidos Ingenieros, E. (2012). *Gestión integral y adaptativa de recursos ambientales para minimizar vulnerabilidades al cambio climático en microcuencas altoandinas*.
- Espinoza, R. (2006). *Metodologias para evaluar la calidad del agua*. (M. Serrano, Ed.) (2006th ed.). Mexico D.F. [https://doi.org/ISBN: 970310567](https://doi.org/ISBN:970310567)
- Fernández, H. (2013). *Manual para manipuladores de alimentos*.
- Hernández, C. (2016). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano y propuesta de alternativas tendientes a su mejora , en la Comunidad de 4 Millas de Matina , Limón .* Universidad Nacional.
- Huisman, L. (2011). *Sistema de abastecimiento de agua para pequeñas comunidades*.
- Jiménez, J. (2014). *Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario*.
- Lossio, M. (2012). *Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones*. Universidad.
- Manchego, G. (2015). *Evaluacion de la calidad del agua en la quebrada Huarmiyacu del Cantón Urcuquí, provincia de Imbabura para el prediseño de la planta de potabilizacion de agua para consumo humano de las poblaciones de San Blas y*

Urcuquí. Escuela Politécnica Nacional.

Mendoza, M. (2018). *Evaluación físicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, región Ayacucho, Perú*. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Meza, J. (2010). *Diseño de un sistema de agua potable para la comunidad nativa de Tsoroja, analizando la incidencia de costos siendo una comunidad de difícil acceso*. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Olivari, O. (2008). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del Centro Poblado Cruz de Médano - Lambayeque*. Universidad Ricardo Palma.

Olivos, O. (2014). *Modelo técnico económico para la toma de decisiones de renovación de redes secundarias de agua potable en la zona norte de Quito*. Universidad de Quito.

Pavón, Y. (2015). *Evaluación de la calidad del agua superficial utilizando indicadores biológicos en la subcuenca del Río La Trinidad, Diríamba, Carazo, en el año hidrológico 2010-2011*. Universidad Nacional Agraria.

Sampieri, R. (2014). *Sesión 6 Hernández Sampieri Metodología de la investigación 5ta Edición*. (M. T. Catellanos, Ed.) (Mc Graw Hill). Mexico D.F. <https://doi.org/10.1016/978-92-75-32913-9>

Villa, A. (2011). *Evaluación de la calidad del agua en la subcuenca subcuenca del río Yacuambi. Propuestas de tratamiento y control de la contaminación*. Universidad de Cádiz.

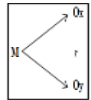
# ANEXOS

**ABREVIATURAS**

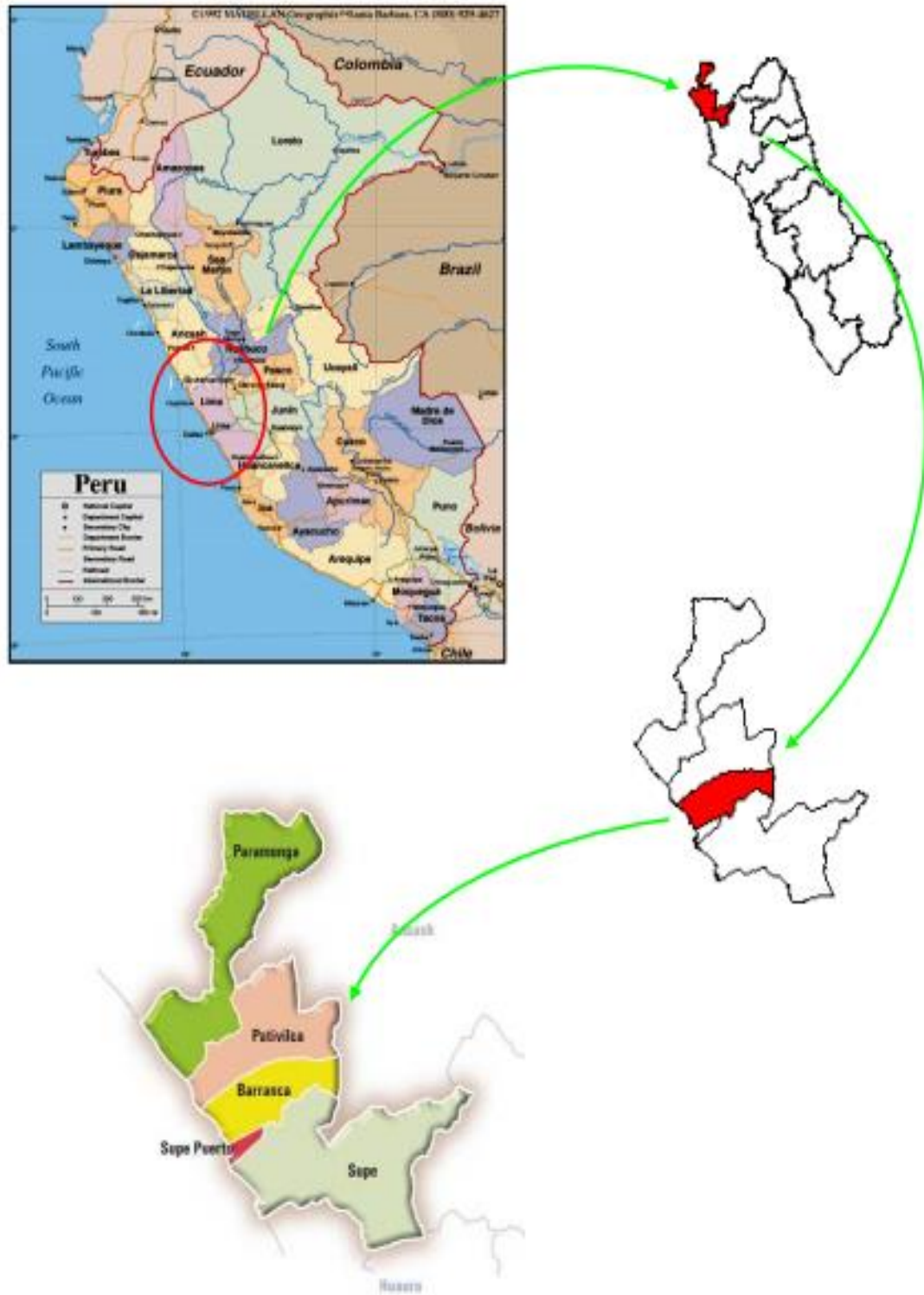
SEMAPA	Servicio Municipal de agua potable y alcantarillado
EPS	Empresa que brindan servicios de salud
DIRESA	Dirección Regional de Salud
C.E.	Conductividad eléctrica
mm	milímetros
uS/cm	microSiemens por centímetro
m.s.n.m	metros sobre el nivel del mar
pH	Potencial de Hidrógeno
SUNASS	Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento
OMS	Organización Mundial de la Salud
ANA	Autoridad Nacional del Agua

## ANEXO 1

**Tabla 4**  
*Matriz de consistencia*

TÍTULO: EVALUACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE EN DIFERENTES SECTORES URBANOS DE BARRANCA						
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	VARIABLES	Dimensiones	Indicadores	Métodos
¿En qué medida la evaluación de calidad del agua se relaciona con los sectores urbanos de Barranca en los meses de enero - setiembre?	Determinar la relación existente entre la evaluación de calidad del agua con los sectores urbanos de Barranca en los meses de enero – setiembre.	La evaluación de calidad del agua se relaciona con los sectores urbanos de Barranca en los meses de enero – setiembre.	<b>Variable 1</b> EVALUACION DE CALIDAD DEL AGUA	D1: Físicoquímico	Análisis D1.1: Conductividad eléctrica	TIPO, según su : ●Finalidad, aplicada ●Alcance temporal, longitudinal ●Profundidad, correlacional. ●Carácter de medida, Cuantitativo.
				D2: Microbiológico	análisis D1.2: pH D1.3: Sulfato D1.4: Cloruro D1.5. Dureza	
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	VARIABLES	Dimensiones	Indicadores	Métodos
¿De qué manera los análisis físicoquímicos de la evaluación de calidad del agua se relacionan con los sectores urbanos de Barranca en los meses de enero - setiembre?	Determinar la relación entre los análisis físicoquímicos de la evaluación de calidad del agua con los sectores urbanos de Barranca en los meses de enero – setiembre.	Los análisis físicoquímicos de la evaluación de calidad del agua se relacionan con los sectores urbanos de Barranca en los meses de enero – setiembre.	<b>Variable 2</b> SECTORES URBANOS	d1: Sector Molinos	D2.1: coliformes totales D2.2: coliformes termo tolerantes.	 donde: M: muestra r: coef. correlacion
¿De qué manera el análisis microbiológico de la evaluación de calidad del agua se relaciona con los sectores urbanos de Barranca en los meses de enero - setiembre?	Determinar la relación entre el análisis microbiológico de la evaluación de calidad del agua con los sectores urbanos de Barranca en los meses de enero – setiembre.	El análisis microbiológico de la evaluación de calidad del agua se relaciona con los sectores urbanos de Barranca en los meses de enero – setiembre.		d2: Sector Buena Vista d3: Sector Atarjea	d1.1. Cantidad de puntos de muestreos d2.2. volumen de agua d3.3. Coordenadas de ubicación	

## ANEXO 2



*Figura 16.* Delimitación de la investigación. Distrito de Barranca.

**ANEXO 3**  
**DECRETO SUPREMO N° 031-2010-SA del MINISTERIO DE SALUD DEL PERÚ**  
**(Parámetros que la Empresa SEMAPA tiene que cumplir)**

**Tabla 5**

*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(*)
E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0(*)
Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0(*)
Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N° org/L	0
Virus	UFC / mL	0
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	N° org/L	0

UFC = Unidad Descripción: formadora de colonias

(\*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml. Tomada: reglamento de la calidad del agua para consumo humano DS N° 031-2010-2010-SA.

**Tabla 6**

*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	1 500
Sólidos totales disueltos	mgL-1	1000
cloruros	mg Cl - L -1	250
Sulfatos	mg SO4 = L-1	250
Dureza Total	mg CaCO3 L-1	500
Amoniaco	mg N L-1	1,5
Hierro	mg Fe L-1	0,3
Manganeso	mg Mn L-1	0,4



Aluminio	mg Al L-1	0,2
Cobre	mg Cu L-1	2,0
Zinc	mg Zn L-1	3,0
Sodio	mg Na L-1	200

UCV = Unidad de color verdadero ,UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad. Tomada: MINISTERIO DE LA SALUD (Reglamento de la calidad del agua para consumo humano DS N° 031-2010-2010-SA).

**Tabla 7**

*Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos*

PARÁMETROS INORGÁNICOS	UNIDAD DE MEDIDA	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Antimonio	mg Sb L-1	0,020
Arsénico	mg As L-1	0,010
Bario	mg Ba L-1	0,700
Boro	mg B L-1	1,500
Cadmio	mg Cd L-1	0,003
Cianuro	mg CN- L -1	0,070
Cloro	mg L -1	5
Clorito	mg L -1	0,7
Clorato	mg L -1	0,7
Cromo total	mg Cr L-1	0,050
Flúor	mg F- L-1	1,000
Mercurio	mg Hg L-1	0,001
Niquel	mg Ni L-1	0,020
Nitratos	mg NO3 L -1	50,00
Nitritos	mg NO2 L-1	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
Plomo	mg Pb L-1	0,010
Selenio	mg Se L-1	0,010
Molibdeno	mg Mo L-1	0,07
Uranio	mg U L-1	0,015

Tomada: MINISTERIO DE LA SALUD (Reglamento de la calidad del agua para consumo humano DS N° 031-2010-2010-SA).

#### ANEXO 4

Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte almacenamiento y recepción de agua para consumo humano (Resolución Directoral N° 160-2015-SA)

##### Monitoreo de agua potable para análisis microbiológico

###### a) Agua de un grifo en un sistema de distribución de agua potable

- Limpiar y retirar del grifo cualquier tipo de materia extraña adherida a la boca de salida. Abrir el grifo, hasta que alcance su flujo máximo y dejar correr el agua durante dos minutos.
- El recipiente de muestreo (vidrio) no debe llenarse completamente, el espacio de aire es útil para la homogenización de la muestra por el Laboratorio.
- Tener la precaución de ajustar fuertemente la tapa del frasco.
- Si las muestras contienen cloro, debe agregarse 0,1 ml., solución de tiosulfato de sodio al 10%, antes de la esterilización, para eliminar la acción bactericida del cloro.



**Figura 17.** Toma de la muestra de las viviendas y cerrar con mucho cuidado.

### Monitoreo de agua potable para análisis físico

- El frasco; debe ser de plástico (polipropileno) de 1 litro de capacidad, de primer uso, con tapa rosca de boca ancha.
- Enjuagar los frascos con el agua a ser recolectada tres veces con la finalidad de eliminar posibles sustancias existentes en su interior, agitar y desechar el agua de lavado.
- Llenar hasta el límite del frasco, luego de tomada la muestra y cerrar herméticamente.
- Rotular la muestra

### Monitoreo de agua potable para análisis químico

- El frasco; debe ser de plástico (polipropileno) de 1 litro de capacidad, de primer uso, con tapa rosca de boca ancha.
- Enjuagar el frasco con el agua a ser recolectada de dos a tres veces con la finalidad de eliminar posibles sustancias existentes en su interior, agitar y desechar el agua de lavado.
- Llenar hasta el límite del frasco, luego de tomada la muestra y dependiendo del tipo de análisis a ejecutar, se añade preservante adecuado y cerrar herméticamente.
- Rotular la muestra.

### Identificación de muestras



**Figura 18.** Toma de la muestra de las viviendas y cerrar con mucho cuidado.

## ANEXO 5

Aprobación de frecuencia de muestreo de los parámetros que deben ser controlados por las entidades prestadoras de Saneamiento (Resolución N° 015-2012-SUNASS-CD)

**Tabla 8**

*Lista de localidades con el número de población servida*

Localidad	Población Servida de agua potable
HUACHO	92,918
HUANCAYO	83,563
TUMBES	78,765
HUARAZ	77,920
CHINCHA ALTA	67,635
HUARAL	65,212
CHILCA	65,025
ILO	62,803
CERRO DE PASCO	61,031
BARRANCA	58,117

Tomada: Resolución N° 015-2012-SUNASS-CD

**Tabla 9**

*Frecuencia mínima de muestreo de los parámetros de calidad de agua*

Parametros De Control	Control En Plantas De Tratamiento	Control De Reservorio	Control De Distribución
Cloro residual	Diario	Diario	Diario
Colif. totales	Semanal	Mensual	Mensual
Colif. Termotol.	Semanal	Mensual	Mensual
Bacterias heterotróficas	Semanal	Mensual	Mensual
color	Diario	-	Mensual
turbiedad	Diario	Mensual	Diario
pH	Diario	-	Mensual
Conductividad	Diario	-	Mensual
Dureza	Trimestral	-	Trimestral
Cloruros	Trimestral	-	Trimestral
Sulfatos	Trimestral	-	Trimestral
Nitratos	Trimestral	-	Trimestral
Hierro	(3)	-	(3)
Manganeso	Trimestral	-	Trimestral
Aluminio	(3)	-	(3)
Cobre	(3)	-	(3)
Sodio	Trimestral	-	Trimestral
Zinc	Trimestral	-	Trimestral
Arsénico	(4)	-	(4)
Boro	(4)	-	(4)

(3) el control de Hierro, Aluminio y Cobre para las PTAP que utilicen como insumo estos elementos o en aquellos casos, que la fuente naturalmente presente concentraciones que afecte la calidad estética y organoléptica del agua potable.

(4) El control de Arsénico Boro o cualquier otro elemento tóxico que presenten niveles que superen los LMP deberá ser el siguiente: (i) a la salida de la PTAP o fuentes subterráneas, la frecuencia deberá ser mensual y en redes de distribución es trimestral.

## ANEXO 6

Tabla 10

Datos de la EPS SEMAPA Barranca

PARAMETROS	SECTORES														
	MOLINOS					BUENA VISTA					ATARJEJA				
MESES	pH	CE	SULFATO	CLORURO	DUREZA	pH	CE	SULFATO	CLORURO	DUREZA	pH	CE	SULFATO	CLORURO	DUREZA
ENERO	7.62	1203.00	310.27	137.96	178.00	7.43	2113.00	568.62	359.89	391.00	7.46	1332.00	309.03	139.96	232.00
	7.56	1208.00	310.51	151.95	180.00	7.42	2113.00	395.56	349.89	380.00	7.50	1330.00	368.37	139.96	240.00
	7.65	1222.00	310.89	139.96	184.00	7.23	2117.00	445.01	359.89	399.00	7.47	1356.00	362.19	135.96	228.00
FEBRERO	8.02	1163.00	309.65	123.96	176.00	7.51	2205.00	401.74	313.90	400.00	7.56	1303.00	372.69	113.96	221.00
	8.09	1181.00	309.03	123.96	180.00	7.79	2130.00	362.19	337.90	412.00	7.81	1332.00	353.53	117.96	236.00
	8.01	1240.00	309.03	125.96	184.00	7.54	2150.00	376.40	305.91	401.00	7.61	1362.00	352.92	117.96	231.00
MARZO	8.22	1317.00	221.51	121.96	152.00	7.45	2008.00	293.02	329.60	196.00	7.58	1171.00	294.77	121.96	212.00
	8.14	1070.00	244.19	109.97	144.00	7.58	1985.00	300.00	319.90	196.00	7.64	1237.00	272.97	121.96	176.00
	8.10	1101.00	250.29	131.96	172.00	7.43	1982.00	291.28	321.90	216.00	7.58	1237.00	238.08	127.96	184.00
ABRIL	7.23	1133.00	290.70	137.96	176.00	7.90	1975.00	386.63	337.90	220.00	7.49	1245.00	329.07	123.96	180.00
	7.36	1116.00	290.70	135.96	184.00	7.84	1977.00	391.86	337.90	220.00	7.42	1120.00	349.42	131.96	200.00
	7.37	1116.00	291.28	127.96	192.00	7.86	1968.00	391.86	327.90	224.00	7.48	1071.00	329.65	135.96	192.00
MAYO	7.39	1022.00	315.47	113.96	100.00	7.31	2104.00	413.37	325.90	84.00	7.31	1154.00	352.33	125.96	88.00
	7.40	1043.00	317.44	119.96	72.00	7.14	1943.00	431.40	319.90	120.00	7.37	1186.00	327.91	127.96	92.00
	7.29	1052.00	302.62	119.96	196.00	7.10	1977.00	418.60	321.90	160.00	7.27	1096.00	347.67	125.96	120.00
JUNIO	7.38	1200.00	242.36	99.97	176.00	7.31	2001.00	316.28	309.90	220.00	7.21	1666.00	289.88	143.96	160.00
	7.38	1546.00	239.72	259.92	192.00	7.24	1917.00	332.65	321.90	216.00	7.33	1424.00	313.11	135.96	152.00
	7.30	1051.00	232.85	255.92	176.00	7.31	1923.00	330.14	312.45	213.00	7.24	1632.00	293.05	133.96	228.00
JULIO	7.77	980.00	236.55	109.97	232.00	7.12	1826.00	294.10	319.90	420.00	7.20	1123.00	327.92	117.96	228.00
	7.92	1023.00	224.40	109.97	244.00	7.71	1837.00	306.25	313.90	380.00	7.32	1146.00	352.12	113.96	244.00
	7.60	1010.00	213.84	113.96	256.00	7.70	1810.00	295.69	325.90	404.00	7.42	1132.00	345.12	123.96	236.00
AGOSTO	7.84	1021.00	245.23	209.93	436.00	7.80	1850.00	300.00	349.89	476.00	7.77	1234.00	287.12	229.93	420.00
	7.49	1080.00	264.12	207.94	432.00	7.58	1855.00	298.00	349.89	472.00	7.76	1082.00	314.10	239.93	416.00
	7.90	1084.00	278.31	249.92	436.00	7.73	1089.00	295.36	347.89	436.00	7.75	1072.00	268.12	199.94	424.00
SEPTIEMBRE	8.05	989.00	229.68	108.97	228.00	7.84	1841.00	374.89	325.90	392.00	8.12	1116.00	282.49	115.96	240.00
	8.02	1011.00	205.66	108.97	256.00	7.82	1790.00	380.17	328.90	388.00	8.11	1088.00	256.99	121.96	228.00
	8.25	1024.00	222.56	123.96	252.00	7.83	1794.00	368.17	329.90	400.00	8.12	1089.00	225.61	107.97	240.00

Figura 19. Información obtenida del Área de Control de calidad de SEMAPA.

## ANEXO 7

Métodos de determinación (EPS SEMAPA Barranca) de los parámetros de Conductividad Eléctrica, pH, Dureza, Cloruros, Turbidez, Coliformes totales, Coliformes termotolerantes y Cloro residual.



### PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE OPERACIÓN

## DETERMINACION DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA

### ALCANCE

Aplicable a aguas superficiales, naturales y potables, medidas a 25° C.

### REFERENCIAS

Métodos Estandarizados para el Análisis de Agua Potable y Residual. SM 2510 B.

### DESCRIPCION

#### 1.1 Medición de la conductividad

- ❖ Calibrar el conductímetro
  1. Sumerja la sonda en una solución estándar de conductividad conocida, preferentemente una en la escala intermedia de las soluciones que se van a medir. Sumerja por completo la sonda sin tocar los lados del recipiente de calibración. Sacuda ligeramente la sonda para eliminar cualquier burbuja de aire que esté atrapada en la celda de conductividad.
  2. Deje que la temperatura se estabilice. Es posible que aparezca brevemente el mensaje 'rAng' (escala) para indicar la calibración automática de la unidad; esto es normal. Después de la estabilización de la temperatura, utilice las teclas  $\Delta$  y  $\nabla$  para ajustar el valor de conductividad a aquél del estándar de conductividad a 25°C. Pulse Enter para calibrar. La unidad emite dos tonos para indicar una calibración exitosa, luego cambia automáticamente al modo de operación normal.
- ❖ Encender el Equipo (conductímetro), presionando el botón de encendido. I/O.

- ❖ Seleccionar con la tecla MODE. En la pantalla se mostrara las unidades mS (miliSiemens) o uS (micro Siemens).
- ❖ Para efectuar la medición de la muestra, se debe sumergir el sensor de conductividad dentro de un vaso que contiene la muestra de agua.
- ❖ Agitar el sensor en el fondo del vaso en forma vertical para estar seguro de que no haya burbujas de aire atrapadas cerca del electrodo.
- ❖ Esperar hasta que se estabilice el equipo y aparezca el mensaje “READY”.



## PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE OPERACIÓN

### DETERMINACION DE SULFATOS

#### ALCANCE

Aplicable para muestras de agua para consumo humano, agua subterránea y agua superficial.

#### REFERENCIAS

NTP 214.023:2000 AGUA PARA CONSUMO HUMANO. Determinación de sulfatos, Método Turbidimétrico. 2da edición.

#### Material Requerido

- ❖ KIT de sulfatos HELFG
- ❖ Turbidímetros Hach
- ❖ Agitador magnético con magnetos
- ❖ 07 vasos de precipitados de 250mL
- ❖ 07 fioles de 50 mL
- ❖ Pipetas volumétricas

#### Procedimiento

##### Curva de calibración

- Se prepara las soluciones estándar de sulfatos empleando el frasco SULFA-HELFG 1 (estándar de 100mg/L) en fioles de 50 ML, aplicando en primer lugar aproximadamente 10ML de agua destilada a cada fiola, en segundo lugar, el

volumen de estándar que se indica en el cuadro que es muestra a continuación para luego enrasar las fioles con agua destilada:

- Verter las soluciones preparadas en 06 vasos de precipitados de 250 mL. Añadir a cada vaso 10 mL de solución de SULFA-HELFG 2. Colocar un magneto al vaso N° 1 y llevar a agitación constante. Agregar un Sachet de SULFA-HELFG 3.
- Agitar por 1 minuto exacto y trasvasar una alícuota de la muestra a la celda del Turbidímetro y dejar reposar por 5 minutos. Leer la turbiedad de la muestra.
- Repetir la adición de SULFA-HELFG 2 y SULFA-HELFG 3 a cada estándar, así como la medición de la turbiedad después de 5 minutos.
- Construir una gráfica de calibración en base a los resultados de turbiedad de los estándares, donde en el eje x se coloquen los datos de concentración de sulfatos (0,5,10,20,30 y 40 mg/L) versus las turbiedades encontradas (eje y).
- Determinar la ecuación de la recta  $y = mx + b$  (SE PUEDE HACER USO DE LA HOJA DE CALCULO PRESENTE EN EL CD PARA LA ELABORACION DE LA CURVA)
- Muestra: Colocar 50 mL de SULFA-HELFG 2 y un sachet de SULFA-HELFG 3, así como la medición de la turbiedad después de 5 minutos.
- Reemplazar el dato de turbiedad (“y”) en la ecuación de la curva, para determinar su concentración (variable”). Para ello, se puede emplear la hoja de cálculo adjunta en el presente CD.
- Nota: si la muestra presenta turbiedad apreciable, se lee la turbiedad de esta muestra añadiendo SULFA-HELFG 2 sin la aplicación de SULFA-HELFG 3, y este valor se resta a la turbiedad determinada previamente antes de reemplazar datos de turbiedad en la ecuación de la curva. Es conveniente filtrar la muestra y/o realizar la determinación de un blanco cuando la concentración de sulfatos exceda los 40 mg/L.





## PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE OPERACIÓN

### DETERMINACION DE CLORUROS

#### ALCANCE

Aplicable a muestras de agua superficial, agua subterránea y agua potable. Se puede determinar mayores concentraciones de cloruros por medio de diluciones de la muestra.

#### REFERENCIAS

NTP 214.020:2000 AGUA PARA CONSUMO HUMANO. Determinación de cloruros.

Método Argentométrico (Método de Mohr).

Métodos Estandarizados para el Análisis de Agua Potable y Residual. SM 4500 Cl - C.

#### MATERIALES Y REACTIVOS

##### MATERIALES

- ☞ Matraz Erlenmeyer de 125 ml
- ☞ Probeta graduada
- ☞ Pipetas graduadas
- ☞ Pizeta de polietileno

##### REACTIVOS

- ☞ Nitrato de Plata ( $AgNO_3$ )
- ☞ Cromato de Potasio ( $K_2CrO_4$ )
- ☞ Agua tipo ASTM I

#### DETERMINACION DE LAS MUESTRAS

Determinación del blanco

- ◆ Tomar 50 mL de agua destilada.
- ◆ Transferir cuantitativamente a un frasco erlenmeyer de 250mL.
- ◆ Agregar 1 sobrecito del Indicador  $K_2CrO_4$ . Agitar para mezclar.
- ◆ Titular con  $AgNO_3$  hasta un color Amarillo - Rosáceo.

- ◆ Anotar el volumen utilizado de  $\text{AgNO}_3$  como Volumen del blanco ( $V_K$ ) en el formato de registro.

### Determinación de la muestra

- Medir en la probeta 25 ml de cada una de las muestras (agua potable de cada una de las redes, de los pozos, los reservorios de  $270 \text{ m}^3$ ,  $2100 \text{ m}^3$ ,  $500 \text{ m}^3$ , las cisternas de molino y Supe, agua cruda de molino y supe).
- Luego agregar 25 ml de agua destilada, hasta llegar a los 50 ml.
- Se vierte las muestras en cada uno de los matraces respectivamente.
- Agregar luego el contenido del sobrecito del Cromato de Potasio ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) en cada una de las muestras.
- Titular posteriormente c/u de las muestras con Nitrato de Plata ( $\text{AgNO}_3$ ) gota a gota agitando continuamente hasta que cambie de color.
- Anotar el gasto total de Nitrato de Plata.



### PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE OPERACIÓN

### DETERMINACION DE DUREZA

#### ALCANCE

Aplicable para muestras de agua con rango de concentraciones de dureza entre 0 y 1000 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ .

#### REFERENCIAS

NTP 214.018:1999 AGUA PARA CONSUMO HUMANO. Determinación de la dureza.

Método volumétrico con EDTA. 2a edición

Métodos Estandarizados para el Análisis de Agua Potable y Residual. SM 2340 C.

## PROCEDIMIENTOS

### PARA AGUAS DE ALTA DUREZA

#### Procedimiento:

- 1- Medir en la probeta 25 ml de cada una de las muestras (agua potable de cada una de las redes, de los pozos, los reservorios de 270 m<sup>3</sup>, 2100 m<sup>3</sup>, 500 m<sup>3</sup>, las cisternas de molino y Supe, agua cruda de molino y supe).
- 2- Luego agregar 25 ml de agua destilada, hasta llegar a los 50 ml.
- 3- Se vierte las muestras en cada uno de los matraces respectivamente.
- 4- Agregar 1 ml de la solución Buffer de Dureza a cada una de las muestras.
- 5- Luego agregar el indicador negro de eriocromo en c/u de las muestras.
- 6- Titular posteriormente c/u de las muestras con EDTA gota a gota agitando continuamente hasta que cambie de color.
- 7- Anotar el gasto total de EDTA.



### PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE OPERACIÓN

## DETERMINACION DE CLORO RESIDUAL

### ALCANCE

Aplicable a aguas naturales y tratadas

### REFERENCIAS

NTP 214.030:2001 AGUA PARA CONSUMO HUMANO. Determinación de cloro residual. Método colorimétrico DPD

Métodos Estandarizados para el Análisis de Agua Potable y Residual. SM 4500 –Cl.

### DESCRIPCION

#### a. Indicaciones para el instrumento

- ✍ Antes de efectuar la prueba, asegúrese de que el instrumento se encuentra en el modo correcto de escala de medición. Para mediciones de cloro libre y cloro total entre 0 y 2.00 mg/L, el instrumento deberá estar en la escala inferior de medición (LO). En la pantalla aparecerá hasta las centésimas (0.00).
- ✍ Para efectuar mediciones de cloro total en la escala superior de medición, el instrumento deberá estar en el modo de escala superior de medición (HI).

En la pantalla aparecera hasta las décimas (0.0).

- ✍ Para cambiar de modo de escala de medición, pulse simultáneamente los botones ZERO y READ. Transcurrido un segundo, suelte el botón ZERO y mantenga pulsado el botón READ hasta que aparezcan en la pantalla las letras "HI" o "LO". Estas letras designan la escala de calibración que utilizará el instrumento para determinar el contenido de cloro en las muestras.
- ✍ El instrumento se apaga automáticamente transcurrido 1 minuto, y se almacena en memoria el último ajuste a cero. Pulse "READ" para completar el análisis.

#### b. Medición del Cloro Residual

- ❖ Calibrar el equipo.
- ❖ Llene la celda hasta la señal de 10 ml con la muestra (de referencia) y tápela.
- ❖ Retire el capuchón del instrumento.
- ❖ Coloque la muestra de referencia en el portaceldas, con la marca en forma de diamante hacia Ud. Cubra la celda completamente con el capuchón del instrumento (la cara plana en la parte posterior del instrumento).
- ❖ Pulse el botón "ZERO". Se encenderá el instrumento y en la pantalla aparecerá la indicación " - - - " y a continuación 0.00.
- ❖ Extraiga la celda del portaceldas.
- ❖ Llenar una celda con la muestra hasta la señal de 10ml.
- ❖ Añadir a la celda con la muestra el contenido del sobre en polvo o una pastilla de DPD para cloro residual libre. Tape la celda y agítela suavemente durante 20 segundos.
- ❖ Colocar la muestra preparada en el portaceldas. Cubra la celda completamente con el capuchón del instrumento (la cara plana en la parte posterior del instrumento).
- ❖ Pulsar "READ" aparecerá en la pantalla la indicación " \_ \_ \_ ", y a continuación los resultados expresados en mg/l de cloro libre.
- ❖ Anotar el resultado en el formato de registro 01 RG GO CC, para análisis fisicoquímico, 03 RG GO CC, para la salida de plantas, 04 RG GO CC, para salida de reservorios, 05 RG GO CC, para análisis bacteriológico, 06 RG GO CC para análisis de EPS SEMAPA BARRANCA S.A.



## PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE OPERACIÓN

### DETERMINACION DE TURBIEDAD

#### ALCANCE

Aplicable a muestras de agua potable y muestras de agua que estén libres de residuos y sedimentos que se depositen rápidamente.

#### REFERENCIAS

NTP 214.006:1999 AGUA PARA CONSUMO HUMANO.  
Determinación de turbiedad. Método nefelométrico. 2a edición

Métodos Estandarizados para el Análisis de Agua Potable y Residual. SM 2130 B.

#### MEDICIÓN DE LA TURBIEDAD

- Antes de proceder al análisis, verificar las condiciones del material, en especial el estado y limpieza de las celdas.
- Calibrar el equipo, aplicando los estándares secundarios.
- Encienda el equipo presionando la tecla "POWER".
- Presionar la tecla "RANGE" y seleccionar el rango de medición en "autorango" y activar o desactivar según criterio del usuario "signal average" (señal promedio).
- Agite la muestra y esperar que las burbujas de aire desaparezcan.
- Llene una celda con la muestra.
- Dejar escapar las burbujas y tapar la celda con muestra.
- Limpiar la superficie del vidrio con un paño libre de pelusas. La cubeta debe de estar libre de huellas, suciedad o restos aceitosos.
- Introduzca la celda con muestra en el equipo y cerciórese que la cubierta de la cubeta esté en posición segura.
- Presionar la tecla "READ". La pantalla mostrará " \_ \_ \_ " y NTU parpadeando.
- Para la medición de la turbiedad, proceder del siguiente modo:
- Y Agitar la muestra y esperar a que las burbujas de aire desaparezcan. En el caso de que la muestra tenga una turbiedad mayor de 4.000 UNT, se efectuarán diluciones con agua destilada. Y Enjuagar la celda limpia tres veces con un volumen pequeño de muestra, verter la muestra hasta la línea (aproximadamente 30 mililitros) y tapar la celda. Y Con un papel toalla, limpiar cuidadosamente la parte exterior de la celda para eliminar el agua y las huellas digitales. Aplicar una pequeña cantidad de aceite de silicona. Retirar el exceso. Coger la celda sólo por la parte superior.

- Luego de aproximadamente 15 segundos, aparecerá el valor de la lectura.
- Registrar el valor de la turbiedad de la muestra en el formato de registro 01RG GO CC para análisis de terceros, 02 RG GO CC para agua cruda, 03 RG GO CC para salida de planta, 04 RG GO CC para salida de reservorios ó 06 RG GO CC para análisis de EPS SEMAPA BARRANCA S.A.
- Limpiar la celda con un paño seco.



## PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE OPERACIÓN

### DETERMINACION DE COLIFORMES TOTALES

#### ALCANCE

Este método es aplicable a todos los tipos de aguas excepto aquellas donde la presencia de materia suspendida interfiere con la filtración o la gran cantidad de otros organismos no Coliformes pueden interferir con el crecimiento.

Esta técnica es útil para agua potable y distintas aguas naturales. Es aplicable también a las aguas saladas, pero no al de aguas residuales.

#### DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

- Autoclave** : De tamaño suficiente para permitir la Circulación de vapor. Debe tener fuente interna de calor, termómetro con sensor en la salida, manómetro y válvula de seguridad operativa. El autoclave debe de mantener la temperatura de esterilización durante todo el ciclo y completar un ciclo en 45 a 60 minutos, cuando se utiliza un periodo de esterilización de 12 minutos a 15 minutos, 1.05 kg/cm<sup>2</sup> (15 psi), y 121°C, o cuando la cinta de verificación cambia de color, asegurándonos de esta forma que se ha efectuado la esterilización. Para que la esterilización sea suficiente todo el aire debe ser eliminado del interior del autoclave antes de iniciar el período de esterilización.
- Incubadora de aire caliente:** con dispositivo interno de control y monitoreo de temperatura a 35°C +/- 1,0 °C. Para incubadoras no portátiles, los termómetros deben colocarse en la parte superior e inferior de los anaqueles del área

- en uso, con el bulbo del termómetro sumergido en líquido.
- Refrigeradora** : capaz de mantener una temperatura entre 1°C y 5°C. Los termómetros deben estar graduados en intervalos de 1°C y el bulbo del termómetro debe estar sumergido en líquido.
- Equipo de filtración** : con unidades fabricadas de plástico resistente al Autoclavado, acero inoxidable o vidrio, no deben estar rayadas o corroídas y no deben tener fugas.
- Equipo generador de vacío** : que asegure una presión diferencial sobre el Filtro de membrana de tal manera que la filtración se lleve a cabo eficientemente y que a la vez la membrana no se rompa.
- Balanzas** : con sensibilidad de 0.1 g.
- Destilador de agua** : para producir agua de grado reactivo que pueda impedir el desarrollo de bacterias. Se recomienda efectuar un tratamiento previo si es que el agua que alimenta al destilador es de baja calidad. Una columna de intercambio iónico, utilizando el ciclo de cloruro de sodio, puede ser colocada antes del destilador para ablandar las aguas duras.
- Medidor de pH** : Con sistema electrónica capaz de dar lecturas directas con una exactitud de  $\pm 0,1$  unidades de pH.
- Frascos para el muestreo** : deben de ser botellas de vidrio borosilicato o de plástico de boca ancha con tapa de vidrio o tapas con forros no tóxicos para resistir la esterilización repetida. La capacidad de los envases de la muestra debe ser de al menos 500 ml. Los tapones del frasco deben estar cubiertos con papel de aluminio, papel kraft o papel resistente a la esterilización.
- Frascos con agua de dilución** : con capacidad total de 200 ml. Deben ser Autoclavables con tapas de rosca cuyo revestimiento no produzca compuestos Tóxicos o bacteriostáticos al ser esterilizados.
- Pipetas serológicas** : de 10 ml de capacidad y tolerancia de  $\pm 2,5$  %. Deben tener la graduación claramente marcada y la punta intacta.
- Placas estériles descartables:** de 50 mm \* 12 mm o placas de 60 mm \* 10 mm de vidrio o plásticos.
- Almohadillas absorbentes** : 48 mm de diámetro y de espesor suficiente para absorber entre 1,8 ml a 2,2 ml de medio.

**Pinzas sin dientes con borde plano:** esterilizados con alcohol etílico al 95 % y llama.

**Grupo Coliformes totales :** Bacterias aerobias y anaerobias facultativas, Gram - negativas no esporuladas y de forma alargada, que desarrollan una colonia roja con brillo metálico en un medio tipo Endo que contenga lactosa tras una incubación de 24 horas a 35° C.

µm Micrómetros

UFC Unidad formadora de colonias

## REFERENCIAS

NTP 214.031:2001 AGUA PARA CONSUMO HUMANO. Detección y recuento de coliformes totales. Método de filtración por membrana.

Métodos Estandarizados para el Análisis de Agua Potable y Residual. SM 9222 B.

## DESCRIPCION

### Preparación de Soluciones y Reactivos

Preparación de medios de cultivo, reactivos y agua de dilución.

Se recomienda el uso de medios deshidratados o preparados comercialmente, el medio deshidratado debe almacenarse en un lugar fresco y seco, los medios aglutinados o decolorados deben descartarse. El medio debe ser descartado en la fecha de expiración indicada por el fabricante.

### Agua de grado reactivo

Debe de cumplir con los siguientes criterios: tener conductividad menor de 2 µmhos/cm (µsiemens/cm) a 25°C, tener menos de 0.1 mg/L de cloro residual y el resultado del recuento heterotrófico en placa debe ser menor de 500 UFC/mL.

**Caldo m – Endo.** Disolver 48 gramos del medio deshidratado en un litro de agua destilada que contiene 20 ml de etanol al 95 %. Calentar evitando la ebullición y el sobrecalentamiento. El pH final debe ser de  $7.2 \pm 0.2$ . No autoclavar el medio. Guardar el medio líquido en la oscuridad a 4°C y descartar después de 4 días.

### Agua de dilución

Para el agua de dilución, es necesario la preparación de soluciones patrones A y B.

- ❖ Solución patrón A: Disolver 34 gramos de fosfato ácido de potasio anhídrido en 500 mL de agua destilada, ajustar el pH a  $7.2 \pm 0.5$  con hidróxido de sodio 0.1N y completar el volumen a un litro con agua destilada. Autoclavar por 15 minutos a 121°C.



- ❖ Solución patrón B: Disolver 81,1 gramos de cloruro de magnesio en un litro de agua destilada. Autoclavar por 15 minutos a 121°C.

Agregar 1,25 mL de la solución patrón A y 5 mL de la solución B a un litro de agua destilada. Distribuir en cantidades que aseguren, luego de llevarlo a la autoclave por 15 minutos a 121°C, un volumen de 90 mL  $\pm$  2 ml.

#### **Solución de Tiosulfato de sodio**

Disolver 3 gramos de tiosulfato de sodio en 100 mL de agua destilada para obtener una concentración del 3 %. Para agua clorada, colocar en los frascos de muestreo 0.1 mL de esta solución (antes de su esterilización), por cada 100 mL de capacidad del frasco.

#### **Solución de Alcohol Iodado**

Disolver 2 gramos de yodo y 2.5 gramos de ioduro de potasio en 100 mL de alcohol al 50 % hasta disolución completa del yodo. Agregar 3 mL de esta solución en 100 mL de alcohol etílico al 95 %.

#### **Precauciones de operación**

- No mantener el agua de dilución con inoculo por mas de 30 minutos a temperatura de ambiente porque puede ocasionar la muerte o multiplicación de bacterias.
- Los tiempos requeridos para esterilizar en autoclave son los que se enumera a continuación. A excepción de los filtros de membrana, almohadillas y medios que contienen carbohidratos, los tiempos indicados son tiempos mínimos que pueden requerir ajuste de acuerdo a volúmenes, envases y cargas.
- El lavado del material de vidrio debe hacerse con un detergente adecuado, se debe enjuagar con agua caliente para eliminar todos los residuos del compuesto del lavado, y por último con agua destilada o deionizada para el enjuague final.
- El material de vidrio se esteriliza en recipientes de metal o acero inoxidable a 170°C por un mínimo de 2 horas. Los frascos de muestreo con tapas de plástico y otros materiales no resistentes a la esterilización por calor seco, deben autoclavarse durante 15 minutos a 121°C y 1,05 kg/cm<sup>2</sup> (15 psi), o cuando la cinta de verificación cambia de color, asegurándonos de esta forma que se ha efectuado la esterilización.
- Si en los análisis de rutina no se obtiene un resultado positivo de Coliformes totales durante un trimestre, el laboratorio debe utilizar el procedimiento de coliformes utilizando un control (cultivo puro o muestra positiva) para coliformes totales positivos.
- Verificar periódicamente el funcionamiento de los equipos a utilizar.

- Al comienzo de cada serie de filtraciones por muestra, utilizar unidades de filtración estériles como mínima precaución para evitar la contaminación accidental.
- Considerar que se interrumpe una serie de filtraciones cuando transcurre un intervalo de 30 o más minutos entre la filtración de dos volúmenes de la misma muestra. Si se produjera una interrupción de este tipo, la filtración siguiente se debe tratar como si fuera una nueva serie, esterilizar los soportes de los filtros de membrana que se estén utilizando.
- El agua potable se analiza filtrando 100mL o más, o muestras duplicadas de volúmenes más pequeños. Si hay mayor contaminación, se analizara filtrando volúmenes distintos (diluidos o no), en función de la densidad bacteriana que se espere. Cuando se filtren menos de 20 mL (diluidos o no), se añadirán alrededor de 10 mL de agua de dilución estéril al embudo antes y después de la filtración.

#### **Determinación de muestras**

- ✓ Realizar la recolección, manejo y preservación de la muestra de acuerdo al 17 IO GT CC Toma de muestras, correspondiente al análisis bacteriológico.
- ✓ Esterilizar el equipo de filtración entre una muestra y otra, mediante radiación UV o autoclave.
- ✓ Usar una pinza estéril y colocar el filtro de membrana estéril sobre la base del sistema de filtración.
- ✓ Colocar con cuidado el embudo o vaso de filtración sobre la base del sistema, fijándolo con una pinza.
- ✓ Humedecer la membrana con un pequeño volumen de agua destilada estéril.
- ✓ Realizar un control de calidad previo al análisis, filtrar 100 mL de agua destilada estéril y proceder como si fuera una muestra más.
- ✓ Homogenizar vigorosamente la muestra por lo menos unas 25 veces.
- ✓ Proceder a realizar diluciones en caso fuera necesario.
- ✓ Para las diluciones, transferir con una pipeta estéril 10 ml de la muestra original a un frasco con 90 ml  $\pm$  2 ml de agua de dilución. De esta manera se tiene la primera dilución ( $10^{-1}$ ), siendo que 1 ml de la misma corresponda a 0.1 ml de la muestra original.
- ✓ Homogenizar el frasco que contiene la dilución ( $10^{-1}$ ) y con una nueva pipeta estéril transferir 10 ml a un nuevo frasco de dilución, teniendo así la segunda dilución ( $10^{-2}$ ), siendo que 1 ml de la misma corresponda a 0.01 ml de la muestra original. Continuar con este proceso dependiendo del grado de contaminación de la muestra.

- ✓ Ordenar los frascos conteniendo las diluciones, en secuencia decreciente de concentración (de mayor a menor dilución).
- ✓ En caso de trabajar con diluciones, empezar con la más diluida.
- ✓ Colocar la muestra o diluciones de la misma en un volumen ideal que Proporcione alrededor de 80 colonias de coliformes y no más de 200 Colonias de todos los tipos. (Por ejemplo, 10 mL, 25 mL, 50 mL y 100 mL). No se recomienda filtrar volúmenes menores a 10 mL.
- ✓ Proceder a filtrar la muestra con ayuda del equipo generador de vacío.
- ✓ Luego de la filtración y la desconexión del vacío, retirar el embudo y el filtro de membrana con una pinza estéril.
- ✓ Si se utiliza un medio de cultivo líquido, colocar la almohadilla absorbente previamente esterilizada en la base de la placa, y saturar con 1,8 a 2,2 ml del medio.
- ✓ Colocar la membrana (con ayuda de la pinza estéril) en la placa conteniendo el caldo m-Endo o agar Endo LES, con un movimiento de rotación para evitar la formación de burbujas de aire debajo de la membrana.
- ✓ El tiempo entre la filtración y la incubación no debe exceder los 30 minutos.
- ✓ Invertir la placa e incubar a  $35^{\circ}\text{C} \pm 1,0^{\circ}\text{C}$  por 22 horas a 24 horas.
- ✓ Contar las colonias de color rojo oscuro, con brillo metálico en la superficie.
- ✓ Anotar en el formato de registro 05 RG GT CC para análisis bacteriológico ó en el formato de registro 06 RG GT CC para análisis de agua de EPS SEMAPA BARRANCA S.A.



## PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE OPERACIÓN

### DETERMINACION DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES

#### REFERENCIAS

NTP 214.031:2001 AGUA PARA CONSUMO HUMANO. Detección y recuento de coliformes totales. Método de filtración por membrana.

Métodos Estandarizados para el Análisis de Agua Potable y Residual. SM 9222 B.

## DESCRIPCION

### Preparación de Soluciones y Reactivos

Preparación de medios de cultivo, reactivos y agua de dilución.

Se recomienda el uso de medios deshidratados o preparados comercialmente, el medio deshidratado debe almacenarse en un lugar fresco y seco, los medios aglutinados o decolorados deben descartarse. El medio debe ser descartado en la fecha de expiración indicada por el fabricante.

El medio de cultivo esterilizado refrigerado, debe incubarse de la noche a la mañana previa al análisis, para evitar un cambio brusco de temperatura que puede perjudicar al desarrollo de las bacterias coliformes. Se deben descartar los medios de cultivo con crecimiento.

Para la preparación de medios de cultivo, reactivos y agua de dilución utilizar solamente agua de grado reactivo.

### Agua de grado reactivo

Debe de cumplir con los siguientes criterios: tener conductividad menor de 2  $\mu\text{mhos/cm}$  ( $\mu\text{siemens/cm}$ ) a 25°C, tener menos de 0.1 mg/L de cloro residual y el resultado del recuento heterotrófico en placa debe ser menor de 500 UFC/mL.

#### 1. Caldo m – Endo.

Disolver 48 gramos del medio deshidratado en un litro de agua destilada que contiene 20 ml de etanol al 95 %. Calentar evitando la ebullición y el sobrecalentamiento. El pH final debe ser de  $7.2 \pm 0.2$ . No autoclavar el medio. Guardar el medio líquido en la oscuridad a 4°C y descartar después de 4 días.

#### 2. Agua de dilución

Para el agua de dilución, es necesario la preparación de soluciones patrones A y B.

- ❖ Solución patrón A: Disolver 34 gramos de fosfato ácido de potasio anhidro en 500 mL de agua destilada, ajustar el pH a  $7.2 \pm 0.5$  con hidróxido de sodio 0.1N y completar el volumen a un litro con agua destilada. Autoclavar por 15 minutos a 121°C.
- ❖ Solución patrón B: Disolver 81,1 gramos de cloruro de magnesio en un litro de agua destilada. Autoclavar por 15 minutos a 121°C.

#### 3. Solución de Tiosulfato de sodio

Disolver 3 gramos de tiosulfato de sodio en 100 mL de agua destilada para obtener una concentración del 3 %. Para agua clorada, colocar en los frascos de muestreo 0.1 mL de esta solución (antes de su esterilización), por cada 100 mL de capacidad del frasco.

#### 4. Solución de Alcohol Iodado

Disolver 2 gramos de yodo y 2.5 gramos de ioduro de potasio en 100 mL de alcohol al 50 % hasta disolución completa del yodo. Agregar 3 mL de esta solución en 100 mL de alcohol etílico al 95 %.

##### ii. Precauciones de operación

- No mantener el agua de dilución con inóculo por más de 30 minutos a temperatura de ambiente porque puede ocasionar la muerte o multiplicación de bacterias.
- Los tiempos requeridos para esterilizar en autoclave son los que se enumeran a continuación. A excepción de los filtros de membrana, almohadillas y medios que contienen carbohidratos, los tiempos indicados son tiempos mínimos que pueden requerir ajuste de acuerdo a volúmenes, envases y cargas.
- El lavado del material de vidrio debe hacerse con un detergente adecuado, se debe enjuagar con agua caliente para eliminar todos los residuos del compuesto del lavado, y por último con agua destilada o deionizada para el enjuague final.
- El material de vidrio se esteriliza en recipientes de metal o acero inoxidable a 170°C por un mínimo de 2 horas. Los frascos de muestreo con tapas de plástico y otros materiales no resistentes a la esterilización por calor seco, deben autoclavarse durante 15 minutos a 121°C y 1,05 kg/cm<sup>2</sup> (15 psi), o cuando la cinta de verificación cambia de color, asegurándonos de esta forma que se ha efectuado la esterilización.
- Si en los análisis de rutina no se obtiene un resultado positivo de Coliformes totales durante un trimestre, el laboratorio debe utilizar el procedimiento de coliformes utilizando un control (cultivo puro o muestra positiva) para coliformes totales positivos.
- Verificar periódicamente el funcionamiento de los equipos a utilizar.
- Al comienzo de cada serie de filtraciones por muestra, utilizar unidades de filtración estériles como mínima precaución para evitar la contaminación accidental.
- Considerar que se interrumpe una serie de filtraciones cuando transcurre un intervalo de 30 o más minutos entre la filtración de dos volúmenes de la misma muestra. Si se produjera una interrupción de este tipo, la filtración siguiente se debe tratar como si fuera una nueva serie, esterilizar los soportes de los filtros de membrana que se estén utilizando.
- El agua potable se analiza filtrando 100mL o más, o muestras duplicadas de volúmenes más pequeños. Si hay mayor contaminación, se analizara filtrando volúmenes distintos (diluidos o no), en función de la densidad bacteriana que se espere. Cuando

se filtren menos de 20 mL (diluidos o no), se añadirán alrededor de 10 mL de agua de dilución estéril al embudo antes y después de la filtración.

**b. Determinación de muestras**

- ✓ Realizar la recolección, manejo y preservación de la muestra de acuerdo al 17 IO GO CC Toma de muestras, correspondiente al análisis bacteriológico.
- ✓ Esterilizar el equipo de filtración entre una muestra y otra, mediante radiación UV o autoclave.
- ✓ Usar una pinza estéril y colocar el filtro de membrana estéril sobre la base del sistema de filtración.
- ✓ Colocar con cuidado el embudo o vaso de filtración sobre la base del sistema, fijándolo con una pinza.
- ✓ Humedecer la membrana con un pequeño volumen de agua destilada estéril.
- ✓ Realizar un control de calidad previo al análisis, filtrar 100 mL de agua destilada estéril y proceder como si fuera una muestra más.
- ✓ Homogenizar vigorosamente la muestra por lo menos unas 25 veces.
- ✓ Proceder a realizar diluciones en caso fuera necesario.
- ✓ Para las diluciones, transferir con una pipeta estéril 10 ml de la muestra original a un frasco con 90 ml  $\pm$  2 ml de agua de dilución. De esta manera se tiene la primera dilución ( $10^{-1}$ ), siendo que 1 ml de la misma corresponda a 0.1 ml de la muestra original.
- ✓ Homogenizar el frasco que contiene la dilución ( $10^{-1}$ ) y con una nueva pipeta estéril transferir 10 ml a un nuevo frasco de dilución, teniendo así la segunda dilución ( $10^{-2}$ ), siendo que 1 ml de la misma corresponda a 0.01 ml de la muestra original. Continuar con este proceso dependiendo del grado de contaminación de la muestra.
- ✓ Ordenar los frascos conteniendo las diluciones, en secuencia decreciente de concentración (de mayor a menor dilución).
- ✓ En caso de trabajar con diluciones, empezar con la más diluida.
- ✓ Colocar la muestra o diluciones de la misma en un volumen ideal que proporcione alrededor de 80 colonias de coliformes y no más de 200 Colonias de todos los tipos. (Por ejemplo, 10 mL, 25 mL, 50 mL y 100 mL). No se recomienda filtrar volúmenes menores a 10 mL.
- ✓ Proceder a filtrar la muestra con ayuda del equipo generador de vacío.
- ✓ Luego de la filtración y la desconexión del vacío, retirar el embudo y el filtro de membrana con una pinza estéril.
- ✓ Si se utiliza un medio de cultivo líquido, colocar la almohadilla absorbente previamente esterilizada en la base de la placa, y saturar con 1,8 a 2,2 ml del medio.

- ✓ Colocar la membrana (con ayuda de la pinza estéril) en la placa conteniendo el caldo m-Endo o agar Endo LES, con un movimiento de rotación para evitar la formación de burbujas de aire debajo de la membrana.
- ✓ El tiempo entre la filtración y la incubación no debe exceder los 30 minutos.
- ✓ Invertir la placa e incubar a  $35^{\circ}\text{C} \pm 1,0^{\circ}\text{C}$  por 22 horas a 24 horas.
- ✓ Contar las colonias de color rojo oscuro, con brillo metálico en la superficie.
- ✓ Anotar en el formato de registro 05 RG GO CC para análisis bacteriológico ó en el formato de registro 06 RG GO CC para análisis de agua de EPS SEMAPA BARRANCA S.A.



## PROCEDIMIENTO NORMALIZADO DE OPERACIÓN

### DETERMINACION DE pH

#### ALCANCE

Aplicable a aguas en muestras acuosas diluidas. El rango de aplicación del método es de 0 a 14 unidades de pH.

#### REFERENCIAS

NTP 214.029:2000 AGUA PARA CONSUMO HUMANO. Determinación de pH. Método electrométrico

Métodos Estandarizados para el Análisis de Agua Potable y Residual. SM 4500 – H<sup>+</sup>B.

#### DESCRIPCION

##### Medición de pH

Para tomar mediciones de pH, “STAND” y “SLOPE” no deben parpadear, lo que indica que la unidad está calibrada en dos puntos y está lista para realizar mediciones. Si “STAND” y “SLOPE” parpadean, realice la calibración de pH antes de tomar las mediciones.

1. Pulse MODE (modo) para entrar en el modo pH con AUTOLOCK (autobloqueo) encendido o apagado, como lo desee. Para las muestras naturalmente inestables, la unidad no entrará en AUTOLOCK (autobloqueo). En este caso debe apagar AUTOLOCK (autobloqueo).

2. Enjuague el electrodo de pH y/o sonda ATC/Temp con agua destilada y sumérjala en la muestra que será medida. Saque las burbujas de aire atrapadas alrededor de la sonda sacudiendo o agitando la sonda. Deje que el pH y/o la temperatura se estabilicen. Si la sonda ATC/Temp no está conectada, aparece “MAN”, lo que indica que se utiliza la compensación manual de temperatura. Fije la unidad para que indique la temperatura de la muestra pulsando las teclas  $\Delta$  y  $\nabla$  (-10,0 a 120° C). Si la sonda ATC/Temp está conectada, aparece “ATC” junto a la temperatura de la muestra.

3. Si AUTOLOCK (autobloqueo) está apagado, el valor de pH de la muestra aparece en la pantalla. Si las lecturas de pH y temperatura son estables, tome la lectura. Si AUTOLOCK (autobloqueo) está encendido, pulse MEA./EFF. “WAIT” parpadea hasta que la unidad detecta una lectura estable de pH.



## ANEXO 8

Tabla 11

*Valor de r de Pearson*

Gl/ $\alpha$	0,1	0,05	0,02	0,01
1	$\pm 0,988$	$\pm 0,997$	$\pm 1,000$	$\pm 1,000$
2	$\pm 0,900$	$\pm 0,950$	$\pm 0,980$	$\pm 0,990$
3	$\pm 0,805$	$\pm 0,878$	$\pm 0,934$	$\pm 0,959$
4	$\pm 0,729$	$\pm 0,811$	$\pm 0,882$	$\pm 0,917$
5	$\pm 0,669$	$\pm 0,754$	$\pm 0,833$	$\pm 0,874$
6	$\pm 0,662$	$\pm 0,707$	$\pm 0,789$	$\pm 0,834$
7	$\pm 0,592$	$\pm 0,666$	$\pm 0,750$	$\pm 0,798$
8	$\pm 0,549$	$\pm 0,632$	$\pm 0,716$	$\pm 0,765$
9	$\pm 0,521$	$\pm 0,602$	$\pm 0,685$	$\pm 0,735$
10	$\pm 0,497$	$\pm 0,576$	$\pm 0,658$	$\pm 0,708$
11	$\pm 0,476$	$\pm 0,553$	$\pm 0,634$	$\pm 0,684$
12	$\pm 0,458$	$\pm 0,532$	$\pm 0,612$	$\pm 0,661$
13	$\pm 0,441$	$\pm 0,514$	$\pm 0,592$	$\pm 0,641$
14	$\pm 0,426$	$\pm 0,497$	$\pm 0,574$	$\pm 0,623$
15	$\pm 0,412$	$\pm 0,482$	$\pm 0,558$	$\pm 0,606$
16	$\pm 0,400$	$\pm 0,468$	$\pm 0,542$	$\pm 0,590$
17	$\pm 0,389$	$\pm 0,456$	$\pm 0,528$	$\pm 0,575$
18	$\pm 0,378$	$\pm 0,444$	$\pm 0,516$	$\pm 0,561$
19	$\pm 0,369$	$\pm 0,433$	$\pm 0,503$	$\pm 0,549$
20	$\pm 0,360$	$\pm 0,433$	$\pm 0,492$	$\pm 0,537$

