

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO**  
**FACULTAD DE ECOLOGIA**  
**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA SANITARIA**



**“DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE NITRATOS Y FOSFATOS  
EN EL COMPORTAMIENTO POBLACIONAL DE COLIFORMES  
FECALES EN LAS AGUAS RESIDUALES URBANAS DEL  
DISTRITO DE CALZADA – 2013”**

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

**Autor:** Bach. Rolan Tello Marín

**Asesor:** Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna

**Moyobamba – Perú**

**2015**

Nº de Registro: 06056513



**ACTA DE SUSTENTACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO**  
**PROFESIONAL DE INGENIERO SANITARIO**

En la sala de conferencia de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín - T sede Moyobamba y siendo las **Once de la mañana del día Lunes 23 de Marzo del Dos Mil Quince**, se reunió el Jurado de Tesis integrado por:

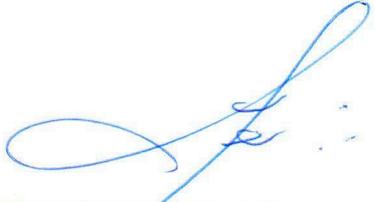
Ing. M.Sc. YRWIN FRANCISCO AZABACHE LIZA	<b>PRESIDENTE</b>
Ing. GERARDO CACERES BARDALEZ	<b>SECRETARIO</b>
Ing. ANGEL TUESTA CASIQUE	<b>MIEMBRO</b>
Ing. M.Sc. SANTIAGO ALBERTO CASAS LUNA	<b>ASESOR</b>

Para evaluar la sustentación de Tesis Titulado: **"DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE NITRATOS Y FOSFATOS EN EL COMPORTAMIENTO POBLACIONAL DE COLIFORMES FECALIS EN LAS LAGUNAS RESIDUALES URBANAS DEL DISTRITO DE CALZADA - 2013"**, presentado por el Bachiller en Ingeniería Sanitaria **ROLAN TELLO MARÍN**, según Resolución Consejo de Facultad, N° **0189-2013-UNSM-T-FE-CF** de fecha **30 de Diciembre del 2013**.

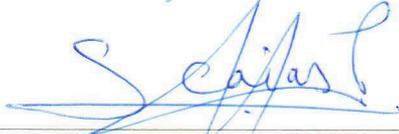
Los señores miembros del Jurado, después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas y terminada la réplica, luego de debatir entre sí, reservada y libremente lo declaran **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **BUENO** y nota **TRECE (13)**.

En fe de la cual se firma la presente acta siendo las **12:20 pm horas** del mismo día, con lo cual se dio por terminado el presente acto de sustentación.

  
Ing. M.Sc. YRWIN FRANCISCO AZABACHE LIZA  
PRESIDENTE

  
Ing. GERARDO CACERES BARDALEZ  
SECRETARIO

  
Ing. ANGEL TUESTA CASIQUE  
MIEMBRO

  
Ing. M.Sc. SANTIAGO ALBERTO CASAS LUNA  
ASESOR

## **DEDICATORIA.**

A Dios por darme la sabiduría  
y la fortaleza para llegar a un feliz  
Termino de mi vida profesional.

A mis padres Pedro Alejandro y Socorro Del Carmen  
que con sus sabios consejos han sabido conducirme  
por el camino correcto para poder llegar y lograr mis  
metas.

A mis hermanos Pedro, Roberto, Marina,  
Margarita, Juan Martín y Martha,  
por su apoyo moral y espiritual

A mis preciosos hijos Karen Liley, Mauricio Alejandro  
y Christian Martín que con su ternura y amor me  
entendieron

**Rolan Tello Marín.**

## **AGRADECIMIENTO**

- A Dios que cada día me brinda su confianza de espíritu y que me guía, me protege y me fortalece a seguir adelante.
- A la Universidad Nacional de San Martín - T - Facultad de Ecología, por darme la oportunidad de formarme en sus aulas y así adquirir conocimientos para mi formación académica y profesional que hoy me sirve para poder desenvolverme plenamente en el campo de mi carrera profesional.
- A los catedráticos de la Universidad Nacional de San Martín, quienes me orientaron para lograr mis objetivos.

## INDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	i
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	ii
<b>INDICE</b> .....	iii
<b>RESUMEN</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>CAPITULO</b>	
<b>I. El Problema de investigación</b> .....	01
1.1. Planteamiento del problema.....	01
1.2. Objetivos .....	03
1.3. Fundamentación teórica .....	03
1.3.1. Antecedentes de la investigación.....	03
1.3.2. Definición de términos.....	32
1.4. Variable .....	34
1.5. Hipótesis.....	34
<b>II. Marco Metodológico</b> .....	35
2.1. Tipo de investigación.....	35
2.2. Diseño de investigación.....	35
2.3. Población y muestra .....	35
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	35
2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	36
<b>III. Resultados</b> .....	37
3.1. Resultados.....	37
3.2. Discusiones.....	69
3.3. Conclusiones.....	71
3.4. Recomendaciones.....	72
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	73
<b>ANEXOS</b> .....	74

## RESUMEN.

El presente Proyecto de Tesis denominado: “Determinación de la concentración de nitratos y fosfatos en el comportamiento poblacional de coliformes fecales en las aguas residuales urbanas del Distrito de Calzada – 2013”, tiene como objetivos: Cuantificar la concentración de Nitratos, Fosfatos y Coliformes fecales en las aguas residuales urbanas de Calzada, determinar la relación entre la concentración de Fosfatos y Nitratos y el comportamiento poblacional de Coliformes fecales en las aguas residuales urbanas de Calzada.

- La caracterización del afluente de forma cualitativa en la laguna presenta una coloración gris verdosa por la presencia de materia orgánica y color azulado por los detergentes.
  - La temperatura promedio en el Afluentes es de 22.43 °C y en Efluente es de 23.05 °C.
  - El promedio obtenido de pH en el Afluente es 5.61 que es agua ácida y en el Efluente es 6.98 que es agua neutra.
  - La concentración promedio de Fosfatos en el Afluente es de 7.18 mg/L y en el Efluente 2.01 mg/L.
  - La concentración promedio de Nitratos en el Afluente es de 16.62 mg/L y en el Efluente 8.23 mg/L.
  - La concentración promedio de Coliformes Fecales en el Afluente es de 20,448.28 UFC/100mL y en el Efluente 8,025.81 UFC/100mL.
- Los coeficientes de correlación de Fosfatos en relación del comportamiento de coliformes fecales en el Afluente es 0.609 y en el Efluente es 0.551 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.
- Los coeficientes de correlación de Nitratos en relación del comportamiento de coliformes fecales en el Afluente es 0.512 y en el Efluente es 0.519 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO  
FACULTAD DE ECOLOGÍA  
**CENTRO DE IDIOMAS**



ABSTRACT

This thesis project named: "Determination of the nitrates and phosphates concentration in the population behavior of fecal coliforms in the sewage of the Calzada urban district - 2013 ", has the following objectives: Quantify the nitrates, phosphates and fecal coliforms concentration in the Calzada urban waste water, determine the relationship between the concentration of phosphates and nitrates, and population behavior of fecal coliforms in the Calzada urban waste water.

- The tributary qualitatively characterization in the lagoon has a greenish gray coloration by the presence of organic matter and bluish color by detergents.
  - The average temperature in the tributaries is 22.43 °C and in effluent is 23.05 °C.
  - The average obtained from pH in the tributary is 5.61 which is acidic water and in the wetland effluent is 6.98 which is neutral water.
  - The phosphates average concentration in the tributary is 7.18 mg/L in the effluent and 2.01 mg/L.
  - The nitrates average concentration in the tributary is 16.62mg/L in the effluent and 8.23 mg/L.
  - The fecal coliforms average concentration in the tributary is 20,448.28 CFU/ 100ml and in the effluent 8,025.81 CFU/ 100ml.
- The correlation coefficients of phosphates in relation to the behavior of fecal coliforms in the Tributary are 0,609 and in the effluent are 0.551 was rejected the null hypothesis and accept the alternative hypothesis.
- The correlation coefficients of nitrates in relation to the behavior of fecal coliforms in the Tributary are 0,512 and in the effluent are 0.519was rejected the null hypothesis and accept the alternative hypothesis.

Key words: urban waste water, correlation coefficients.

## **I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACION**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

Toda actividad humana provoca directa o indirectamente impactos en el entorno. Algunas de estas actividades pueden representar riesgos para la salud en las poblaciones expuestas, por lo que presenta altos niveles de contaminación debido principalmente a su mal funcionamiento al descuido y la falta de conciencia e interés tanto de la comunidad como de los entes competentes.

Durante los últimos años el Distrito de Calzada, ha venido preocupándose en dar solución al problema originado por aumento de los caudales de evacuación de aguas residuales y también por la mala distribución y evacuación de aguas pluviales urbanas, que necesitan el mejoramiento del tratamiento de los efluentes residuales con la finalidad de resolver el problema, para mantener el Distrito con agradable aspecto urbano y sobre todo aquellos que tienen mayor riesgo y peligro como es el caso de los ecosistemas naturales.

Dando a conocer la realidad que presentan las lagunas de oxidación son especialmente eficaces en la eliminación de problemas y contaminantes tales como la Demanda Biológica de Oxígeno, no obstante existen otros contaminantes que pueden ser tratados como Nitratos y Fosfatos, en el comportamiento poblacional de Coliformes fecales, en las aguas residuales urbanas de Calzada.

Frente a este problema nos formulamos la siguiente interrogante:

**¿Cuál es la concentración de Nitratos y Fosfatos, que influyen en el Comportamiento Poblacional de Coliformes Fecales, en las aguas residuales urbanas en la laguna del Distrito de Calzada?**

## **Justificación e Importancia.**

El presente trabajo se realiza con el fin de determinar la concentración de Nitratos y Fosfatos en el comportamiento poblacional de Coliformes Fecales en las aguas residuales urbanas, y mantener el Distrito con agradable aspecto urbano y sobre todo aquellos que tienen mayor riesgo y peligro como es el caso de los ecosistemas naturales.

En Perú el 90% de los cuerpos de agua superficiales presenta algún grado de contaminación, en el desarrollo y aplicación de tecnologías apropiadas para el tratamiento de aguas residuales, entendiéndose por tecnología apropiada aquella que permite lograr los estándares de calidad requeridos a un precio que pueda pagarse. La generación de aguas residuales es un producto inevitable de la actividad humana.

El consumo de agua y la consecuente descarga de aguas residuales dependen esencialmente de las condiciones de vida de la población. La existencia de aguas residuales específicas depende además del tamaño y las características de la comunidad.

La presencia de los Coliformes fecales en las aguas residuales que discurren por las capas superficiales del suelo, presentan alto riesgo en la contaminación de los alimentos provenientes de los campos agrícolas, además los malos olores que emanan son perjudiciales para la población humana, entre otros especies.

Por tal motivo se propone el proyecto de investigación, para buscar alternativas de solución evitando la contaminación ambiental y ser considerado por las autoridades de la localidad.

## **1.2. OBJETIVOS.**

### **1.2.1. OBJETIVO GENERAL.**

- Determinar la concentración de Nitratos y Fosfatos en el comportamiento poblacional de Coliformes fecales en las aguas residuales urbanas de Calzada.

### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Cuantificar la concentración de Nitratos, Fosfatos y Coliformes fecales en las aguas residuales urbanas de Calzada.
- Determinar la relación entre la concentración de Fosfatos y el comportamiento poblacional de Coliformes fecales en las aguas residuales urbanas de Calzada.
- Determinar la relación entre la concentración de Nitratos y el comportamiento poblacional de Coliformes fecales en las aguas residuales urbanas de Calzada.

## **1.3. FUNDAMENTACIÓN TEORICA.**

### **1.3.1. Antecedentes de la investigación**

En el estudio de la concentración de nitratos, nitritos y amonio en el agua de consumo del partido de moreno – provincia de Buenos Aires, Rina F. 2005, concluye es posible que este deterioro en la calidad del agua subterránea se deba a la disposición de líquidos cloacales, en aquellas zonas urbanizadas donde no hay servicio de red cloacal, sumado a la elevada densidad poblacional. En aquellos sectores en los que dicha red existe actualmente, y en los cuales se han hallado elevados valores de nitrato, podría corresponder tal deterioro, a filtraciones provenientes de la mencionada red, o a que el

proceso de contaminación pudiese haber comenzado con anterioridad a la instalación de la misma. También, sería conveniente considerar otras probables fuentes de nitratos, como son los efluentes procedentes de industrias, y los fertilizantes nitrogenados en los sectores rurales.

En el proyecto: Oportunidades de mejoras ambientales por el tratamiento de aguas residuales en el Perú, Rossi L. 2010, concluye, las pocas PTAR que operan no cuentan con un monitoreo y registro de datos, tampoco cumplen aún con los niveles de purificación necesarios, esto genera impactos ambientales negativos y riesgos para la salud de los seres humanos. En ese sentido, es necesario crear alianzas con municipalidades y cooperaciones internacionales para el mejoramiento de los procesos de plantas de tratamiento de aguas residuales, donde FONAM pueda apoyar en la búsqueda de estas cooperaciones, como ente promotor de este mecanismo de desarrollo limpio a nivel nacional.

En el proyecto: Evaluación, Mejoramiento y Optimización de la Planta de Tratamiento de aguas residuales de la ciudad Soritor Moyobamba, Prada G. 2005, manifiesta que las aguas residuales de la PTAR Soritor están contaminado las aguas subterráneas y superficiales adyacentes a ella, poniendo en grave riesgo la salud de las personas que aprovechan esta agua y el equilibrio ecológico de ecosistema circundante.

En el trabajo: Sistema de tratamiento para aguas residuales de la localidad de Shanao, Sánchez B.; 2008, concluye, que el tratamiento de las aguas servidas es muy necesario para disminuir la contaminación de las aguas receptoras y del medio ambiente. Teniendo en cuenta que la prevención de la contaminación es mucho menos costosa que tratar de limpiar un suministro de agua contaminada o rectificar un brote de enfermedades contagiosas.

En el estudio de la Determinación de la concentración de Coliformes Fecales y Totales en el Río Mayo, por incidencia de la descarga de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba, Tananta D. 2009, concluye, que utilizando el

método de filtración de membranas para determinar la concentración de Coliformes fecales, y totales, se conoce que las concentraciones bacteriológicas Coliformes Fecales y Coliformes Totales, está a 50 metros aguas arriba del vertedero, superan las ECAs, siendo  $[1.3 \times 10^5]$  para CT Y  $[1.0 \times 10^4]$  para CF, la incidencia o aporte bacteriológico del vertedero al Río Mayo ha sido analizado mediante el método de regresión lineal simple, determinando que existe una que existe relación de moderado a significativo para Coliformes totales, mientras que para Coliformes fecales la relación de causa efecto es medianamente aceptable, por otro lado se hace evidente que 50 metros aguas abajo del punto de vertimiento las concentraciones en promedio disminuyen a  $1.6 \times 10^6$  para Coliformes Totales y  $1.0 \times 10^5$  para Coliformes Fecales, siendo evidente la alta capacidad de superación natural del Río Mayo.

### **1.3.2. Bases Teóricas.**

#### **AGUAS RESIDUALES.**

Problemática general de las aguas residuales.

Las aguas residuales plantearán el mayor problema con que se enfrentará la humanidad en los próximos años. En los países con escasas disponibilidades de agua dulce, la situación se volverá más aguda. Las aguas residuales producen una serie de alteraciones en los cursos y planos de agua debido a los diversos productos que contienen, y a que las áreas receptoras son cada vez menos capaces de asimilar.

La capacidad de auto depuración de una masa de agua es siempre limitada, mientras que el vertido de residuos a ella no tiene freno en el momento actual. Es decir, el volumen de aguas residuales depuradas no alcanza en ningún punto el nivel que debería tener hasta compensar la diferencia que existe con la capacidad de auto depuración de los ríos.

La expansión urbana y el aumento del consumo hídrico consecuente, han provocado un crecimiento proporcional de las aguas residuales generadas. Entre un 70 y 80% de las aguas recibidas a nivel domiciliario se transforman

en residuales vertiéndose en las redes de saneamiento, si las hay, o en drenajes de diverso tipo, para terminar engrosando los cuerpos de agua naturales. Del mismo modo, las aguas utilizadas por la industria, ya sea para ser consumidas en los procesos industriales, en el enfriado o en la limpieza, también se vierten en las redes y canales de desagüe, culminando su itinerario en ríos, lagos y mares (Seoanez, M, 1995).

Los establecimientos agropecuarios consumen volúmenes considerables de agua, sobre todo cuando plantan sus cultivos bajo riego. A la salida de los drenajes agrícolas, el agua sale cargada de agroquímicos, materia orgánica y partículas de suelos, de las formaciones superficiales o geológicas. Todos estos vertidos residuales tienen un impacto muy fuerte en la ecología acuática. Su irrupción repentina introduce modificaciones en las características habituales de los sistemas hídricos: cambia el contenido y composición de las sales, la materia orgánica y los tenores de gases disueltos, se producen variaciones de temperatura, de color y turbidez y alteraciones del pH, y se introducen elementos extraños, a menudo agresivos para los organismos del lugar (Garduño, Héctor, 1994)

Esta situación está transformándose gradualmente en un problema crítico en muchas partes del mundo. En ciertas áreas densamente pobladas los volúmenes vertidos exceden en mucho las posibilidades de recepción de los cursos de agua, lagos y ambientes litorales o estuarios. El resultado es una degradación creciente y la destrucción de los recursos biológicos que de ellos dependen. Este problema se ha vuelto común en todas las grandes urbes de América Latina, África y Asia.

De todos modos, existen numerosas razones, ambientales, sociales, sanitarias e incluso económicas, que impulsan a extremar esfuerzos en esa tarea. El tratamiento generalizado y completo de todas las aguas residuales urbanas y agropecuarias se ha transformado en una necesidad urgente, si queremos evitar que el planeta se transforme en un mundo de aguas residuales (Rivas Mijares, G. 1978)

En México, durante las últimas décadas, el crecimiento poblacional y el desarrollo industrial han producido efectos que degradan el medio ambiente y deterioran sus recursos, como la contaminación del agua, que ha dado lugar a mayores riesgos en la salud y a un deterioro de la calidad de vida de la población.

El gobierno federal, desde la década de los setenta, ha considerado que la gestión del agua es un tema prioritario y que la depuración de las aguas residuales debe ser empleada como una herramienta de gestión con el fin de controlar y prevenir la contaminación. De acuerdo con el Inventario Nacional de Plantas de Tratamiento, México contaba, en junio de 1997, con 808 sistemas de depuración de aguas residuales municipales.

Del total de estos sistemas de tratamiento, 615 se encontraban en operación (76%) con un caudal de 35.34 m<sup>3</sup>/s. Con base en el caudal de operación y si se estima que se generaban 231 m<sup>3</sup>/s de aguas residuales en el país (SEMARNAP, 1995) (Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca) sólo se están tratando el 15.3% de este caudal, por lo que se descargaba al ambiente alrededor de 196 m<sup>3</sup>/s de aguas residuales sin tratar.

Los sistemas de tratamiento con que cuenta el país tienen gran variedad de procesos, pero los más empleados son las lagunas de oxidación, que se utilizan en 416 plantas de tratamiento, y los lodos activados, que se emplean en 174 plantas. Entre estos dos procesos se tiene más del 70% de las plantas de tratamiento del país.

De los 615 sistemas de depuración de aguas residuales municipales en operación, sólo se cuenta con información de eficiencia de operación de 379 de éstos; 113 se encuentran en el rango de eficiencia de 0 a 50%, 133 en el rango de 50 a 75% y 133 en el rango de > 75%. Con base en esta información, más del 70% de las plantas, están por encima del 50% de eficiencia (Cifuentes et al, 1995)

## **IMPORTANCIA ECOLÓGICA Y SANITARIA**

Las aguas residuales, debido a la gran cantidad de sustancias (algunas de ellas tóxicas) y microorganismos que portan, pueden ser causa y vehículo de contaminación, en aquellos lugares donde son evacuadas sin un tratamiento previo.

Se puede definir la polución del agua como una modificación, generalmente provocada por el hombre, de la calidad del agua, haciéndola impropia y peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca, las actividades recreativas, así como para los animales domésticos y la vida natural.

Según esta definición, la polución sería una consecuencia ineludible del desarrollo y la civilización. Esto es explicable, ya que conforme aumenta el desarrollo de las poblaciones, se incrementa a su vez la diversidad de los agentes contaminantes procedentes de actividades agrícolas, industriales y urbanas, que el hombre no se preocupa de destruir o reciclar, o no lo hace en la magnitud suficiente. De esta forma, se acaba saturando el poder autodepurador del medio natural.

### **Acción tóxica**

Es el efecto y la repercusión que tienen algunos residuos sobre la flora y fauna natural de las masas hídricas receptoras y sobre los consumidores que utilicen esas aguas, o que se vean afectados por la acumulación de estas sustancias tóxicas en la cadena alimentaria. A este respecto, es importante tener en cuenta que en numerosas ocasiones las aguas residuales se utilizan, sin un tratamiento previo, para el riego de cosechas de verduras y hortalizas, con el enorme riesgo que esto supone, ya que el hombre puede consumirlas crudas, pasando a él directamente la contaminación por tóxicos o microorganismos.

En otras ocasiones, no son directamente los residuos los que provocan la desaparición de los organismos del agua, sino que para la descomposición de las sustancias contaminantes son necesarias grandes cantidades de

oxígeno, llegando a agotarse y creando condiciones anóxicas que impiden la vida acuática.

Por estas razones, se están realizando diversos estudios sobre la toxicidad de algunos compuestos sobre organismos y microorganismos acuáticos, y sobre los niveles de resistencia y adaptación de éstos a algunas sustancias y elementos presentes en el agua.

Estos organismos se pueden utilizar como bioindicadores de la calidad de las aguas, ya que su presencia o ausencia nos indica el nivel de contaminación, siempre teniendo en cuenta el medio de referencia, ya que la presencia de un mismo organismo en distintos medios puede indicar distintos grados de polución, según el medio del que se trate, y la simple comparación puede llevar a una subestimación del grado de contaminación (Metcalf - Eddy, 1977).

### **AGUAS RESIDUALES URBANAS.**

Las aguas residuales se pueden definir como aquellas que por uso del hombre, representan un peligro y deben ser desechadas, porque contienen gran cantidad de sustancias y/o microorganismos.

Las aguas residuales urbanas no alcanzan, el nivel que deberían tener para compensar la diferencia que existe con la capacidad depuradora de los ríos. Las aguas residuales de las urbes, sin residuos industriales, provocan una perturbación que se manifiesta principalmente por la disminución del oxígeno disuelto debido a la materia orgánica que agregan. Estas se originan mediante el aporte de desechos humanos y animales, residuos domésticos, de restos vegetales, de aguas de lluvia, aguas de lavado y otros (Seoanez; M. 1995).

### **Origen de las Aguas Residuales Urbanas**

Llamamos aguas residuales a los líquidos procedentes de la actividad humana, que llevan en su composición gran parte de agua, y que generalmente son vertidos a cursos o a masas de aguas continentales o marinas.

**Excretas.**

Son las que contienen los residuos sólidos y líquidos que constituyen las heces humanas fundamentalmente, y tienen la siguiente composición: Las Deyecciones sólidas se componen normalmente de agua, celulosa, lípidos, prótidos y materia orgánica en general que en forma de elementos compuestos de interés agrario corresponden a porcentajes de hasta 30% de N, 3% de  $\text{P}_2\text{O}_5$  y 6% de  $\text{K}_2\text{O}$ , entre otros.

Cuando son expulsadas las heces. Aparece un principio de putrefacción, que tiene lugar sobre las proteínas, tanto alimenticias como aquellas provenientes de secreciones y restos de la mucosa intestinal. Asimismo se presentan descarboxilaciones de aminoácidos que producen lesina, tirosina, aminas, etc., y desaminaciones con desprendimiento de  $\text{NH}_3$ .

**Residuos domésticos.**

Son los que proceden de la evacuación de los residuos y manipulaciones de cocinas (desperdicios, arenas de lavado, residuos animales y vegetales detergentes y partículas), de los lavados domésticos (jabones, detergentes sintéticos con espumantes MES, sales, etc.), y de la actividad general de las viviendas (celulosa, almidón, glucógeno, insecticidas, partículas orgánicas, etc.) y que se recogen en la limpieza de la habitación humana.

**Arrastres de lluvia.**

Al caer la lluvia sobre una ciudad, arrastrara las partículas y fluidos presentes en las superficies expuestas, es decir: hollín, polvo de ladrillo y cemento esporas polvo orgánico e inorgánico de los tejados, partículas sólidas polvo, hidrocarburos de las vías públicas, restos de vegetales y animales y partículas sólidas (tierras) de los parques y zonas verdes. Si la precipitación es suficiente, los arrastres se efectuaran hasta la red de evacuación y aparte de los componentes extraños, el volumen de agua es tal que produce diluciones a tener en cuenta en los procesos de depuración.

### **Infiltraciones.**

A veces en zonas verdes urbanas, y debido a la composición de su suelo, se produce infiltración de aguas hacia los acuíferos, con el consiguiente peligro de contaminación. Normalmente, las redes de evacuación de las aguas residuales son subterráneas, y en aquellos casos en que los acuíferos están próximos a la superficie por lluvias u otras causas existe peligro de infiltraciones y fugas a través de tuberías en mal estado o con conexiones defectuosas, o simplemente por paso gravitatorio normal (Rivas Mijares, G. 1978).

### **Composición de las aguas residuales**

Más que el conocimiento químico exacto de la composición de las aguas residuales urbanas, tres son las características más importantes que debemos destacar, desde un punto de vista sanitario y en relación con el tratamiento:

- La gran cantidad de sólidos presentes.
- La abundancia de sustancias biodegradables.
- La presencia de un gran número de microorganismos.

La concentración del agua residual de una población depende principalmente del consumo de agua y de la cantidad de residuos producido a diario por habitante. La fortaleza contaminante de las aguas residuales domésticas es usualmente caracterizada por su demanda Bioquímica de Oxígeno. Esto determina si el agua residual en cuestión es de composición fuerte, media o débil.

Tabla 1. Otras características determinantes son los sólidos en suspensión y de nitrógeno amoniacal.

**Tabla 1: Composición Típica de las Aguas Residuales Domésticas.**

Constituyente	Concentración mg/l		
	Fuerte	Media	Débil
Demanda Bioquímica de Oxígeno, 5 días,20Oc	350	200	100
Demanda Química de Oxígeno	1000	500	250
pH	7,5	7	6,5
Sólidos Totales	1.2	700	350
Sólidos Disueltos	850	500	250
Fijos	525	300	145
Volátiles	325	200	105
Totales Suspendidos	350	200	100
Fijos	75	50	30
Volátiles	275	150	70
Sólidos Sedimentables	20	10	5
Carbono Orgánico Total (COT)	300	200	100
Nitrógeno Total (como N)	60	40	20
Orgánico	35	15	8
Amoníaco Libre	50	25	12
Nitritos	0	0	0
Nitratos	0	0	0
Fósforo Total	20	10	6
Orgánico	5	3	2
Inorgánico	15	7	4
Cloruros	150	50	30
Alcalinidad (como CaCO3)	350	100	50
Grasas	150	100	50

**Fuente: (Metcalf - Eddy, 1995).**

### **Características Físicas, Químicas y Biológicas del Agua Residual.**

Las aguas residuales urbanas tienen una composición más o menos uniforme, que facilita los procesos de tratamiento, y las distingue claramente de las aguas residuales industriales, cuya variedad es en muchos casos indescriptible. Aun así, aunque derive sólo de efluentes domésticos, la composición varía influenciada por algunos factores como son los hábitos alimentarios, consumo de agua, uso de productos de limpieza en el hogar, etc.

La composición, al igual que la cantidad de aguas residuales, sufre también variaciones respecto al tiempo. Varía en el transcurso de las distintas horas del día, en función de los días de la semana y se presentan variaciones estacionales.

Tres grupos de caracteres se pueden tener en cuenta para los diferentes componentes del agua residual:

-Físicos

-Químicos

-Biológicos

La Tabla 2 muestra las principales propiedades físicas del agua residual así como sus principales constituyentes químicos y biológicos y su procedencia.

**Tabla 2: Características Físicas, Químicas y Biológicas del Agua Residual y sus Procedencias**

Características	Procedencia
<b>PROPIEDADES FÍSICAS:</b>	
Color	Aguas residuales domésticas e industriales
Olor	Aguas residuales en descomposición, residuos industriales
Sólidos	Agua de suministro, aguas residuales domésticas e industriales, erosión del suelo, infiltración y conexiones incontroladas
Temperatura	Aguas residuales domésticas e industriales
<b>CONSTITUYENTES QUÍMICOS:</b>	
<b>Orgánicos:</b>	
Carbohidratos	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Grasas animales, aceites y grasa	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Pesticidas	Residuos agrícolas
Fenoles	Vertidos industriales
Proteínas	Aguas residuales domésticas e industriales y comerciales
Contaminantes prioritarios	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Agentes Tensoactivos	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Compuestos Orgánicos volátiles	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Otros	Degradación natural de materia orgánica
<b>Inorgánicos:</b>	
Alcalinidad	Aguas residuales domésticas, agua de suministro, infiltración de agua subterránea
Cloruros	Aguas residuales domésticas, agua de suministro, infiltración de agua subterránea

Metales pesados	Vertidos industriales
Nitrógeno	Residuos agrícolas y aguas residuales domésticas
pH	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Fósforo	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales, aguas de escorrentía
<b>Características</b>	<b>Procedencia</b>
Contaminantes prioritarios	Aguas residuales domésticas, industriales y comerciales
Azufre	Agua de suministro; aguas residuales domésticas, comerciales e industriales
<b>Gases:</b>	
Sulfuro de Hidrógeno	Descomposición de residuos domésticos
Metano	Descomposición de residuos domésticos
Oxígeno	Agua de suministro; infiltración de agua superficial
<b>Constituyentes Biológicos:</b>	
Animales	Cursos de agua y plantas de tratamiento
Plantas	Cursos de agua y plantas de tratamiento
<b>Protistas:</b>	
Eubacterias	Aguas residuales domésticas, infiltración de agua superficial
Arqueobacterias	Aguas residuales domésticas, infiltración de agua superficial, plantas de tratamiento
Virus	Aguas residuales domésticas

**Fuente: (Metcalf - Eddy, 1995).**

## **CARACTERÍSTICAS FÍSICAS**

### **Definición y Utilidad.**

Las características físicas más importantes del agua residual son el contenido de sólidos, término que engloba la materia en suspensión, la materia sedimentable, la materia coloidal y la materia disuelta. Otras características físicas importantes son el olor, temperatura, la densidad, el color y la turbiedad.

#### ➤ **Sólidos totales.**

Analíticamente, se define el contenido de sólidos totales como la materia que se obtiene como residuo después de someter al agua a un proceso de evaporación entre 103 y 105 °C. No se define como sólida aquella materia que se pierde durante la evaporación debido a su alta presión de vapor. Los sólidos sedimentables se definen como aquellos que se sedimentan en el fondo de un recipiente de forma cónica (cono de Imhoff) en el transcurso de un periodo de 60 minutos, los sólidos sedimentables expresados en unidades de ml/l, constituyen una medida aproximada de la cantidad de fango que se obtendrá en la decantación primaria del agua residual. (Cubillos, J.A. 1970).

#### ➤ **Temperatura.**

Suele ser superior a la del agua de consumo, por el aporte de agua caliente procedente del aseo y las tareas domésticas. Oscila entre 10 °C y 21 °C, con un valor medio de 15 °C, aproximadamente.

Esta mayor temperatura ejerce una acción perjudicial sobre las aguas receptoras, pudiendo modificar la flora y fauna de éstas, y dando lugar al crecimiento indeseable de algas, hongos, etc.

También, el aumento de temperatura puede contribuir al agotamiento del oxígeno disuelto, ya que la solubilidad del oxígeno disminuye con la temperatura. (Lara, J. 2000).

➤ **Turbiedad.**

La turbiedad, como medida de las propiedades de transmisión de la luz de un agua, es otro parámetro que se emplea para indicar la calidad de las aguas vertidas o de las aguas naturales en relación con la materia coloidal y residual en suspensión. La medición de la turbiedad se lleva a cabo mediante la comparación entre la intensidad de la luz dispersada en la muestra y la intensidad registrada en una suspensión de referencia en las mismas condiciones. (Garduño, Héctor 1994).

## **CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS**

➤ **Medida del contenido orgánico.**

A lo largo de los años, se han ido desarrollando diferentes ensayos para la determinación del contenido orgánico de las aguas residuales. En general, los diferentes métodos pueden clasificarse en dos grupos, los empleados para determinar altas concentraciones de contenido orgánico y los empleados para determinar las concentraciones a nivel traza.

El primer grupo incluye los siguientes ensayos de laboratorio: demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), y carbono orgánico total (COT). En el pasado, se empleaban otros ensayos, entre los que destacaban nitrógeno total y albuminoide, nitrógeno orgánico y amoniacal, y oxígeno consumido. Estas determinaciones aun figuran en los análisis completos de aguas residuales, excepción hecha de las determinaciones relativas al nitrógeno albuminoide y al oxígeno consumido.

Sin embargo, su importancia ya no es la misma. Mientras que antes se empleaban casi exclusivamente como indicadores de la materia orgánica, actualmente se emplean para determinar la disponibilidad de nitrógeno para mantener la actividad biológica en los procesos de tratamiento de aguas residuales industriales y para evitar indeseables proliferaciones de algas en las aguas receptoras. (Salvato, J. 1982).

➤ **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)**

La DBO es el método usado con mayor frecuencia en el campo de tratamiento de las aguas residuales. Si existe suficiente oxígeno disponible, la descomposición biológica aerobia de un desecho orgánico continuará hasta que el desecho se haya consumido. El período de incubación estándar es de 5 días a 20 °C, pero se pueden usar tiempos mayores y otras temperaturas, la oxidación bioquímica es un proceso lento, cuya duración es, en teoría, infinita. En un período de 20 días se completa la oxidación del 95 a 99% de la materia carbonosa, y en los 5 días que dura el ensayo de la DBO se llega a oxidar entre el 60 y 70%. Se asume la temperatura de 20 °C como un valor medio representativo de temperatura que se da en los cursos de agua que circulan a baja velocidad en climas suaves, y es fácilmente duplicada en un incubador. (Thomas, H. A., 1885).

➤ **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

El ensayo de la DQO se emplea para medir el contenido de materia orgánica tanto de las aguas naturales como de las residuales. En el ensayo, se emplea un agente químico fuertemente oxidante en medio ácido para la determinación del equivalente de oxígeno de la materia orgánica que puede oxidarse. El dicromato de potasio proporciona excelentes resultados en este sentido. El ensayo debe hacerse a altas temperaturas. Para facilitar la oxidación de determinados tipos de compuestos orgánicos es preciso emplear un catalizador (sulfato de plata).

El ensayo de la DQO también se emplea para la medición de la materia orgánica presente en aguas residuales industriales y municipales que contengan compuestos tóxicos para la vida biológica. En muchos tipos de aguas residuales es posible establecer una relación entre DBO y DQO. Ello puede ser de gran utilidad puesto que la primera necesita 5 días para ser determinado frente a las tres horas que necesita la DQO para ser determinada. Una vez establecida la correlación entre ambos parámetros,

pueden emplearse las medidas de la DQO para el funcionamiento y control de las plantas de tratamiento. (Thomas, H. A., 1885).

➤ **Carbono Orgánico Total (COT)**

Este método es especialmente indicado para pequeñas concentraciones de materia orgánica. El ensayo se lleva a cabo inyectando una cantidad conocida de la muestra en un horno a temperaturas altas, o en un medio químicamente oxidante.

En presencia de un catalizador, el carbono orgánico se oxida a anhídrido carbónico, la producción del cual se mide cuantitativamente con un analizador de infrarrojos.

El ensayo puede realizarse en muy poco tiempo y su uso se está extendiendo muy rápidamente. No obstante, algunos compuestos orgánicos presentes pueden oxidarse, lo cual conducirá a valores medidos del COT ligeramente inferiores a las cantidades realmente presentes en la muestra. (Grady, C. P.L. Jr., H.C. Lim 1980)

➤ **Materia orgánica.**

Son varios los componentes inorgánicos de las aguas residuales y naturales que tienen importancia para la determinación y control de la calidad del agua. Las concentraciones de las sustancias inorgánicas en el agua aumentan tanto por el contacto del agua con las diferentes formaciones geológicas, como por las aguas residuales, tratadas o sin tratar, que a ella se descargan (Snoeyink, V. Jenkins, D.1988).

➤ **Alcalinidad.**

La alcalinidad de un agua residual está provocada por la presencia de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos de elementos como el calcio, el magnesio, el sodio, el potasio o el amoníaco. De entre todos ellos, los más comunes son el bicarbonato de calcio y el bicarbonato de magnesio. La alcalinidad ayuda a regular los cambios del pH producido por la adición de ácidos. Normalmente el agua residual es alcalina, propiedad

que adquiere de las aguas de tratamiento, el agua subterránea, y los materiales añadidos en los usos domésticos. (Sawyer, C. Mc Carty, & Parkin 1994)

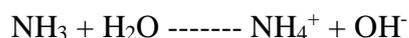
➤ **Nitrógeno.**

Los elementos nitrógeno y fósforo son esenciales para el crecimiento de protistas y plantas, razón por la cual reciben el nombre de nutrientes o bioestimuladores. Trazas de otros elementos, tales como el hierro, son necesarias para el crecimiento biológico. No obstante, el nitrógeno y el fósforo son, en la mayoría de los casos, los principales elementos nutritivos. Puesto que el nitrógeno es absolutamente básico para la síntesis de proteínas, será preciso conocer datos sobre la presencia del mismo en las aguas, y en qué cantidades, para valorar la posibilidad de tratamiento de las aguas residuales domésticas e industriales, mediante procesos biológicos. (Thomas, H. A., 1885).

➤ **Formas del nitrógeno.**

El contenido total en nitrógeno está compuesto por nitrógeno orgánico, amoníaco, nitrito y nitrato. El contenido en nitrógeno orgánico se determina con el método Kjendahl. El nitrógeno Kjendahl total se determina del mismo modo que el nitrógeno orgánico, con la diferencia de que no se elimina el amoníaco presente antes del proceso de digestión.

Por lo tanto, el nitrógeno Kjendahl total incluye ambas formas de nitrógeno, el orgánico y el amoniacal. El nitrógeno amoniacal se encuentra en solución acuosa, bien en forma de ion amonio o como amoníaco, en función del pH de la solución, de acuerdo con la siguiente ecuación de equilibrio: (Romero, J.A., 2004).



➤ **Fósforo.**

El fósforo también es esencial para el crecimiento de algas y otros organismos biológicos. Debido a que en aguas superficiales tienen lugar

nocivas proliferaciones incontroladas de algas, actualmente existe mucho interés en limitar la cantidad de compuestos de fósforo que alcanzan las aguas superficiales por medio de vertidos de aguas residuales domésticas, industriales, y a través de las escorrentías naturales.

Como ejemplo podemos citar el caso de las aguas residuales municipales, cuyo contenido en fósforo puede variar entre 4 y 15mg/l. Las formas más frecuentes en las que se presenta el fósforo en soluciones acuosas incluyen el ortofosfato, el polifosfato y los fosfatos orgánicos. (Levine, A. Tchobanoglous, & T. Asano 1985).

### **CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS**

Las aguas residuales, dependiendo de su composición y concentración, pueden llevar en su seno gran cantidad de organismos. También influyen en su presencia la temperatura y el pH, puesto que cada organismo requiere unos valores determinados de estos dos parámetros para desarrollarse.

#### **➤ Microorganismos.**

Los principales grupos de organismos presentes tanto en aguas residuales como superficiales se clasifican en organismos eucariotas, eubacterias y Arqueo bacterias, la mayoría de los organismos pertenecen al grupo de las eubacterias. La categoría protista, dentro de los organismos eucariotas, incluye las algas, los hongos y los protozoos. Las plantas tales como los helechos, los musgos, las plantas hepáticas y las plantas de semilla están clasificadas como eucariotas multicelulares. Los vertebrados y los invertebrados están clasificados como animales eucariotas multicelulares.

**Tabla 3: Clasificación de los microorganismos**

<b>Grupo</b>	<b>Estructura</b>	<b>Caracterización</b>	<b>Miembros representativos</b>
Eucariotas	Eucariota	Multicelular, con gran diferenciación de las células y el tejido	Plantas (plantas de semilla, musgos, helechos). Animales (vertebrados e invertebrados).
		Unicelular o coenocítica o micelial; con escasa o nula diferenciación de tejidos.	Protistas (algas, hongos, protozoos)
Eubacterias	Procariota	Química celular parecida a las eucariotas.	La mayoría de las bacterias.
Arqueobacterias	Procariota	Química celular distintiva	Metanógenos, halófilos, termacidófilos.

**Fuente: (Levine, A. Tchobanoglous, & T. Asano 1985).**

➤ **Organismos patógenos.**

Los organismos patógenos que se encuentran en las aguas residuales pueden proceder de desechos humanos que están infectados o que sean portadores de una determinada enfermedad. Las principales clases de organismos patógenos presentes en las aguas residuales son como se muestra en la Tabla 4, las bacterias, los virus, los protozoos y el grupo de los helmintos. Los organismos bacterianos patógenos que pueden ser excretados por el hombre causan enfermedades del aparato intestinal como la fiebre tifoidea y la paratifoidea, la disentería, diarreas y cólera.

Debido a la alta capacidad de infección de estos organismos, cada año son responsables de un gran número de muertes en países con escasos recursos sanitarios, especialmente en zonas tropicales.

**Tabla 4: Organismos Patógenos Causantes de Enfermedades de Origen Hídrico.**

<b>Organismo</b>	<b>Enfermedad Principal</b>	<b>Origen Principal</b>
<b>Bacterias</b>		
Salmonella typhi	Fiebre tifoidea	Heces humanas
Salmonella paratyphi	Fiebre paratifoidea	Heces humanas
Otras esp. Salmonella	Gastroenteritis (salmonelosis)	Heces anim. y hum.
Shigella	Disenteria bacilar	Heces humanas
Vibrio cholerae	Cólera	H.humanas. Agua costera
Patógeno Escherichia coli	Gastroenteritis	H.hum.y animal
Yersenia enterocolítica	Gastroenteritis	H.hum.y animal
Campilobacter yeyuni	Gastroenteritis	H.hum.y animal
Helicobacter pylori	Úlceras pépticas	Saliva, heces humanas
<b>Virus entéricos</b>		
Poliovirus	Poliomielitis	Heces humanas
Cosaeikierosus	Enf. Aparato resp. Superior	Heces humanas
Ecovirus	Enf. Aparato resp. Superior	Heces humanas
Rotavirus	Gastroenteritis	Heces humanas
Virus de la Hepatitis A	Hepatitis infecciosa	Heces humanas
Virus de la Hepatitis E	Hepatitis	Heces humanas
Astrovirus	Gastroenteritis	Heces humanas
Adenovirus entérico	Gastroenteritis	Heces humanas

**Fuente: (Cohn; Perry.D; Cox; M, 2002).**

➤ **Determinación de la presencia de organismos coliformes.**

Los ensayos más habituales empleados para la determinación de la presencia de organismos coliformes son el método de fermentación en tubo múltiple y el método de filtro de membrana.

➤ **Método de fermentación en tubo múltiple.**

Este método de ensayo está basado en la dilución hasta la extinción. Para el ensayo de coliformes totales, los tubos inoculados se incuban en un baño de agua a  $35 \pm 0,5$  °C durante un período de  $24 \pm 2$  horas. Caso de producirse acumulación de gases en los tubos de recolección terminada el período de 24 horas, se considera que la reacción es positiva.

➤ **Estimación de las densidades de coliformes.**

Las concentraciones de bacterias coliformes totales suelen expresarse como “Número más probable” (NMP) por cada 100ml. El NMP puede determinarse empleando directamente la distribución de Poisson, usando las tablas para la determinación del NMP derivadas de la distribución de Poisson. (Thomas, H. A. 1885).

➤ **Método de filtro de membrana.**

El método de filtro de membrana puede igualmente, utilizarse para la determinación del número de organismos coliformes presentes en el agua. La determinación llevada a cabo haciendo pasar un volumen conocido de la muestra de agua a través de un filtro de membrana con poros de tamaño muy pequeño debido a que el tamaño de las bacterias es mayor que el de los poros, éstas quedan retenidas en el filtro.

En este momento se ponen en contacto con un agar que contiene los elementos nutritivos necesarios para su crecimiento. Después de un proceso de incubación, las colonias de coliformes son suficientemente grandes para poder ser contadas para posteriormente determinar la concentración de las mismas. La técnica del filtro de membrana presenta la ventaja de ser más rápida que el NMP, además de proporcionar un

recuento directo Ambos métodos está sujetos, no obstante a ciertas limitaciones. (Grady, C. P.,H, LIM 1980).

El sistema de lagunas donde permanecen en contacto con el entorno, principalmente el aire, experimentando un proceso de oxidación y sedimentación, transformándose así la materia orgánica en otros tipos de nutrientes que pasan a formar parte de una comunidad diversa de plantas y ecosistema bacteriano acuático.

Existen otras formas de lagunas para el tratamiento de aguas residuales, según su forma de operación pueden ser clasificadas en:

- **Aeróbicas:** Soportan cargas orgánicas bajas y contienen oxígeno disuelto en todo instante y en todo volumen del líquido
- **Anaeróbicas:** Se proyectan para altas cargas orgánicas y no contienen oxígeno disuelto.
- **Facultativas:** Operan con una carga orgánica media. En las capas superiores hay un proceso aeróbico. En las capas inferiores se tiene un proceso anaeróbico, donde se produce simultáneamente fermentación ácida y mecánica.
- **Aereadas facultativas:** Son una extensión de las lagunas facultativas convencionales. Tienen como función suministrar oxígeno al proceso, cuando la actividad de las algas se reduce durante la noche. Esta acción provoca la disminución de la zona anaeróbica e incrementa la aeróbica provocando la concentración de algas en toda la masa líquida.
- **Aereadas de mezcla completa:** Tienen un nivel de potencia instalados (aeradores) suficientemente alto para suministrar todo el oxígeno requerido y además para mantener en suspensión los sólidos. Es una variante de aereación prolongada sin recirculación. Tiene mayor permanencia hidráulica.
- **Lagunas de sedimentación:** Son empleadas para clarificar el efluente de las lagunas aereadas aeróbicas. En ellas se produce el almacenamiento y digestión de los lodos sedimentados.

## **CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES**

La determinación de los caudales de agua residual es fundamental a la hora de proyectar las instalaciones para su recogida, tratamiento y evacuación. En aquellos casos en que los datos sobre caudales sean escasos o inexistentes, es preciso estimarlos partiendo de otras fuentes de información que guarden estrecha relación con los mismos, como puede ser el caso de los datos sobre consumo de agua. (Metcalf & Eddy. 1995).

### **Composición de los caudales de aguas residuales.**

La composición de los caudales de aguas residuales de una comunidad depende del tipo de sistema de recogida que se emplee, y puede incluir los siguientes componentes:

- **Agua residual doméstica.** Procedente de zonas residenciales o instalaciones comerciales y públicas.
- **Agua residual industrial.** Agua en la cual predominan vertidos industriales.
- **Infiltración y aportaciones incontroladas.** Agua que entra tanto de manera directa como indirecta en la red de alcantarillado. La infiltración hace referencia al agua que penetra en el sistema a través de juntas defectuosas, fracturas y grietas, o paredes porosas. Las aportaciones incontroladas corresponden a aguas pluviales que se descargan a la red por medio de alcantarillas pluviales, drenes de cimentaciones, bajantes de edificios y tapas de pozos de registro.
- **Aguas pluviales.** Aguas resultantes de la escorrentía pluvial. (Metcalf & Eddy. 1995).

### **Estimación de los caudales de aguas residuales a partir de los datos de abastecimiento de agua.**

En aquellos casos en los que no es posible medir directamente de los caudales de aguas residuales y no dispone de series históricas de los mismos, los datos sobre abastecimiento de agua a la comunidad pueden resultar de gran ayuda para estimar los caudales de aguas residuales. Para aquellos casos que en los que no se dispone tampoco de los datos de abastecimiento, se dan valores típicos de dotaciones según el tipo de usuario, aparatos

domésticos e industriales, y la fracción del agua de abastecimiento que se convierte en agua residual, datos que pueden ser útiles para estimar el caudal de agua residual que genera una comunidad. (Salvato, J. 1982)

### **Origen y caudales de aguas residuales domésticas**

Las zonas residenciales y los centros comerciales constituyen las principales fuentes de generación de aguas residuales domésticas, aunque también debe tenerse en cuenta la importante contribución que representan los edificios institucionales y los espacios recreacionales. Los caudales para asentamientos de pequeño tamaño (menos de 1000 habitantes) pueden variar considerablemente con respecto a los estimados para poblaciones más grandes, razón por la cual son objeto de un estudio más detallado. (Geyer, J .C 1962)

### **Origen y caudales de aguas residuales industriales.**

Los caudales de aguas residuales no domésticas generadas en las diferentes industrias dependen del tipo y tamaño del centro industrial, el grado de reutilización del agua y el pre tratamiento que se dé al agua utilizada, en el caso de que exista pre tratamiento alguno. Con el empleo de tanques de retención y regulación es posible hacer frente a las frecuentes puntas de los caudales.

Para zonas industriales en las que no se empleen procesos húmedos, los valores típicos de proyecto de caudales se sitúan en el intervalo de 9 a 14 m<sup>3</sup>/ha por día para zonas de escaso desarrollo industrial, en torno a los 14 a 28 m<sup>3</sup>/ ha por día para zonas con un desarrollo industrial medio.

Para las industrias en las que no se reutiliza internamente el agua, podemos asumir que entre el 85 y el 95 % del agua empleada en los diversos procesos se convierte en agua residual, mientras que en las grandes industrias con sistemas de reutilización de agua es preciso llevar a cabo estudios más detallados. En cuanto a la contribución de las industrias a los caudales de aguas residuales domésticas, ésta se sitúa en valores del orden de 30 a 90 l/hab. Por día (Geyer, J .C 1962)

## **MONITOREO DE AGUAS RESIDUALES.**

El Monitoreo de la calidad del agua es importante para controlar y detectar puntos de contaminación en los ríos.

El Monitoreo Permanente de Calidad de Agua, tiene como meta conocer los datos recopilados del campo y ver cómo impacta al medio las diferentes actividades desarrolladas por el hombre; así en un futuro poder controlar la contaminación del agua con la única finalidad de mejorar la Calidad de Agua y de Vida en las áreas de influencia.

### **Muestreo de Aguas Residuales.**

El muestreo es el proceso de seleccionar una muestra representativa para hacer el análisis, y el proceso de recolección debe considerar algunos aspectos, a fin de que pueda cumplirse el objetivo propuesto. La composición de la muestra puede variar con el tiempo una vez recogida a causa de cambios químicos, reacción con el aire, o interacción de la muestra con el recipiente. Las técnicas de muestreo y de análisis usadas para la caracterización de las aguas residuales van desde determinaciones químicas cuantitativas y precisas, hasta determinaciones biológicas y físicas cualitativas.

Los principales objetivos del método de muestreo es asegurar que las muestras sean representativas del material que se analiza y que las muestras analizadas en el laboratorio sean homogéneas. El término muestra representativa significa que el contenido total de la muestra sea el mismo que el del material del cual se ha tomado, mientras que el término homogénea se refiere a que la muestra presente las mismas características en cada punto del cual se ha extraído la alícuota.

Los resultados analíticos obtenidos en el laboratorio nunca pueden ser más confiables que la muestra sobre la cual se realizan las pruebas, se puede afirmar con seguridad que la mayoría de los datos erróneos implican problemas atribuibles a un inadecuado muestreo que a técnicas inadecuadas de laboratorio.

La recolección de muestras de agua puede parecer una tarea relativamente simple. Sin embargo, se requiere algo más que la simple inmersión de un recipiente en el agua para obtener muestras representativas de la misma y preservar su integridad hasta que sean analizadas en laboratorio.

Generalmente las muestras pueden ser de dos tipos:

- Puntuales
- Compuestas

- **Puntuales.**

Son aquellas que se toman aisladamente en un momento instantáneo en el tiempo, y analizadas por separado. Son esencialmente una guía del aspecto y composición del universo que se está evaluando en el instante de la extracción. La representatividad de una muestra puntual es de valor limitado, pero puede ser usado en el seguimiento de las características rápidamente cambiantes de un desagüe.

La serie de muestras puntuales son útiles para apreciar las variaciones de parámetros tales como: pH, gases disueltos, etc. Las muestras puntuales analizadas in situ son esenciales para las determinaciones de oxígeno disuelto, temperatura, demanda de cloro y cloro residual. Asimismo, las concentraciones debidas a descargas intermitentes de tanques o piletas, pueden determinarse utilizando muestras puntuales.

- **Compuestas.**

Si el caudal en donde se toma la muestra es constante, la muestra compuesta está formada por un número adecuado de porciones uniformes recogidas frecuentemente a intervalos regulares. En cambio, si el caudal varía, como ocurre generalmente en los desagües industriales, es aconsejable tomar una muestra compensada. En este caso el volumen de cada porción será proporcional al caudal del efluente que circula en el momento de la extracción.

➤ **Lugares de muestreo.** La selección de un lugar adecuado para la extracción de muestras es de gran importancia para que estas sean

representativas del lugar que se está estudiando, en general el punto elegido debe ser un lugar donde se produzca turbulencia o tenga caída, de este modo se consiguen condiciones de mezcla que impiden la separación de sólidos, obteniéndose muestras representativas.

- **Duración del Programa de muestreo.** El objetivo del programa de muestreo y la complejidad del proceso que genera fijará la duración del mismo, es probable que no se obtengan resultados confiables con un programa de menos de una semana de duración. En estos casos el mínimo de duración recomendado para un programa de extracción de muestras es de 2 semanas, o debe extenderse a programas aún mayores.
  
- **Preservación de las muestras.** Lo óptimo es un análisis inmediato, si esto no es factible las muestras deben conservarse en frío (hielo) en la oscuridad, esto inhibe los problemas asociados a la multiplicación y la muerte de los organismos por un tiempo (no más de 30 horas).  
Para evitar las alteraciones en la concentración de los parámetros a medir que ocasionan los procesos biológicos, físicos y químicos en las muestras durante el lapso de su colecta y real medición, en campo o en especial si esto se efectúa en laboratorio luego de un viaje (que puede durar horas a días). Deben respetarse las medidas para la preservación de las muestras y mediante adiciones de reactivos químicos, conservación en frío, y/o evitando el efecto de la luz solar, se asegura la validez de las determinaciones a efectuar.
  
- **Adición de reactivos químicos:** Las muestras suelen acidificarse para medir luego algunos compuestos: Ejemplo: metales disueltos, herbicidas tipo fenoxiácidos; debe procurarse siempre el empleo de reactivos de máxima pureza, para no introducir una contaminación adicional en la muestra sometida luego a detección en el Laboratorio.
  
- **Empleo de frío extremo / congelación y/o mantenimiento en freezer.** Esta técnica no es siempre aconsejable, porque causa algunos cambios fisicoquímicos, Por ejemplo formación de precipitados y pérdida de

gases disueltos que pueden afectar la real composición de la muestra. También los compuestos sólidos cambian a causa del proceso congelación / deshielo y el retorno a las condiciones de equilibrio requiere una homogeneización rápida y especial, antes de efectuar las determinaciones analíticas en el Laboratorio.

- **Conservación utilizando frío moderado (4° C):** Esta es la técnica más utilizada y en general mantiene completamente la integridad de los compuestos químicos (poluentes / nutrientes /biota) aunque algunos elementos pueden llegar a precipitar. Se complementa regularmente este método mediante la adición de reactivos químicos, acorde al parámetro a medir.
  
- **Volumen de la Muestra.** El volumen a colectar lo definen los requerimientos del laboratorio en base a la cantidad de parámetros a analizar, cuando se trabaja para detectar compuestos orgánicos deben utilizarse filtros de fibra de vidrio, lo que queda allí retenido es la fracción particulada y el resto constituye la concentración del compuesto disuelto.
  
- **Pruebas in situ.** Siempre que se toma una muestra del agua, se debe anotar los resultados de los parámetros físicos en el lugar de muestreo siempre que sea posible. Para la mayoría de los análisis, será necesario enviar la muestra a un laboratorio.
  
- **Métodos de Análisis.** Los métodos cuantitativos de análisis son gravimétricos, volumétricos o físico- químicos; en los métodos físicos – químicos se miden propiedades diferentes a la masa o al volumen. Los métodos instrumentales de análisis como turbidimetría, colorimetría, potenciometría, polarografía, espectrometría de absorción, flúorimetría, espectroscopia y radiación nuclear son análisis físico – químicos representativos.

### 1.3.3. Definición de Términos.

**Nitrato:** El nitrato es una sal o ion formada por la combinación del ácido nítrico con una base. Los nitratos inorgánicos son una parte esencial de los abonos. Las plantas los convierten de nuevo en compuestos orgánicos nitrogenados como los aminoácidos.

**Fosfatos:** Los fosfatos son las sales o los ésteres del ácido fosfórico. Tienen en común un átomo de fósforo rodeado por cuatro átomos de oxígeno en forma tetraédrica.

**Coliformes Fecales:** Los Coliformes fecales son microorganismos con una estructura parecida por medio de los excrementos de una bacteria común que se llama *Escherichia coli* y se transmiten.

**Contaminación:** La contaminación ambiental es la incorporación a los cuerpos receptores de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, o mezclas de ellas, siempre que alteren desfavorablemente las condiciones naturales del mismo, o que puedan afectar la salud, la higiene o el bienestar del público.

**Bacterias del género Nitrosomonas:** Las bacterias del género Nitrosomonas en comunidades bacterianas son las que convierten al  $\text{NH}_3$  en Nitratos

**Bacterias del género Nitrobacter:** Son las especies de bacterias del suelo que convierten los nitritos en nitratos, pertenecen todas al género Nitrobacter.

**Desnitrificación:** Es el proceso biológico en que el nitrato y el nitrito se convierten a nitrógeno gaseoso (N) que, es liberado, del medio acuático.

**Nitrificación:** Es el proceso biológico en el que el nitrógeno amoniacal es convertido primero en nitrito y luego a nitrato, compuestos que intervienen en la eutrofización acelerada.

**Remoción biológica de nutrientes:** Es el término aplicado para describir que las concentraciones totales de nitrógeno y fósforo son disminuidas del agua mediante procesos biológicos.

**Remoción de la demanda Bioquímica de Oxígeno carbonada (DBO):** Es la conversión biológica de la materia orgánica carbonada del agua residual en tejido celular y varios productos finales en estado gaseoso. En esta conversión se considera que el nitrógeno presente (nitrógeno amoniacal) no es oxidado.

**Sustrato:** Es el término que se aplica a la materia orgánica o los nutrientes que constituyen la principal fuente de alimento durante los procesos biológicos. Por este motivo son el factor limitante principal de la cinética de tratamiento.

**Viento:** El viento interviene en el proceso de autodepuración en las lagunas al provocar una mezcla y generar corrientes verticales del agua. Así, el oxígeno disuelto presente en la superficie es llevado a las capas más profundas. También, la dispersión del agua residual y de los microorganismos en toda la laguna ocurre, por el mismo efecto.

**Temperatura:** La temperatura del líquido en la laguna es probablemente uno de los parámetros importantes en la operación de ésta y por lo general, se encuentra dos o tres grados arriba, de la temperatura ambiente.

**Residuos domésticos:** En áreas urbanas, suburbanas o rurales; algunas fuentes de residuos orgánicos pueden contribuir con una importante liberación de nitrógeno al ambiente. Los basurales a cielo abierto funcionan como medio para contaminar las aguas subterráneas, ya sea, mediante los líquidos provenientes de los propios residuos o por la infiltración del agua de lluvia a través de los mismos.

#### 1.4. VARIABLES.

##### **Variable Independiente**

$X_i$  = Concentración de Fosfatos.

$X_{ii}$  = Concentración de Nitratos

##### **Variable Dependiente**

$Y_i$  = Poblacional de Coliformes fecales.

#### 1.5. HIPÓTESIS.

##### **Hipótesis nula ( $H_0$ ):**

La concentración de Nitratos y Fosfatos, no influyen en el comportamiento poblacional de Coliformes fecales, en las aguas residuales urbanas de Calzada.

**$H_0: r_{xy} = 0$**

##### **Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ):**

La concentración de Nitratos y Fosfatos, influyen en el comportamiento poblacional de Coliformes fecales, en las aguas residuales generadas en el Distrito de Calzada.

**$H_1: r_{xy} > 0$**

## **II. MARCO METODOLÓGICO**

### **2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.**

**De acuerdo a la Orientación:**

Básica

**De acuerdo a la técnica de Contrastación:**

Descriptiva

### **2.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.**

No experimental.

### **2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.**

**Población.**

Agua residual, ubicada en la Laguna de Oxidación del Distrito de Calzada.

**Muestra.**

Un litro de agua residual, (1000 ml).

### **2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.**

#### **a) Etapa Preliminar**

Se recopilará información, trabajos de investigación, referencias bibliográficas referentes a la Determinación de la Concentración de Nitratos y Fosfatos en el Comportamiento Poblacional de Coliformes Fecales en las aguas residuales urbanas para elaboración del proyecto de tesis.

Se seleccionará y determinará equipos, kits y herramientas que serán utilizados en el proyecto.

### **b) Etapa De Campo**

Las muestras obtenidas, en épocas de máxima y mínima precipitación pluvial y del caudal, serán llevadas al laboratorio de ANAQUIMICOS.

### **c) Etapa De Gabinete**

Comprenderá la sistematización de la información para la realización del trabajo de investigación (informe final).

Sistematización de los resultados.

Elaboración del informe final.

En la laguna de oxidación se determinará la T° y el pH

En el laboratorio de ANAQUIMICOS, será determinada la concentración de Nitratos, Fosfatos y Coliformes fecales.

## **2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.**

En el procesamiento de los datos se utilizará la estadística descriptiva, mediante las medidas de dispersión como la varianza, desviación estándar, coeficiente de variación y la regresión lineal, con la finalidad de demostrar la hipótesis establecida.

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1. RESULTADOS.**

En este capítulo se presentan los promedios de resultados obtenidos de las muestras de aguas residuales obtenidas en cada uno de los puntos de muestreo. Con estos resultados se construyen curvas y se analiza la importancia en la influencia del comportamiento de coliformes fecales en las aguas residuales de la Ciudad de Calzada.

Se realizó el análisis en cada punto de muestreo (Afluente y Efluente) con respecto a las actividades que se realizan en la zona que genera el agua de la descarga.

El monitoreo se realizó durante 4 meses, en los meses de agosto, setiembre octubre y noviembre del 2014.

La toma de muestras se realizó tres veces al día (6 a.m., 12 p.m. y 6 p.m.) en afluente y en efluente de la Laguna de Calzada.

Los datos de fosfatos, nitratos y Coliformes Termotolerantes fueron obtenidos del análisis de laboratorio y los datos de temperatura y pH fueron obtenidos directamente de campo a través de utilización de equipos.

##### **3.1.1. Concentración de Nitratos, Fosfatos y Coliformes fecales en las aguas residuales urbanas de Calzada.**

Resultados obtenidos del monitoreo de campo y de los análisis de laboratorio en el **AFLUENTE** (Entrada de Aguas Residuales)

**CUADRO N° 001: CONCENTRACIONES PROMEDIO POR DÍA  
OBTENIDAS DEL MUESTREO DEL AFLUENTE.**

N°	Fecha de Muestreo	Parámetro - Afluente				
		Temperatura (°C)	pH	Fosfatos (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (UFC/100mL)
1	04/08/2014	22.78	5.62	7.18	16.19	20,467
2	11/08/2014	22.76	5.68	7.32	17.20	20,699
3	18/08/2014	22.26	5.67	7.16	16.60	20,367
4	25/08/2014	22.16	5.78	7.28	17.17	20,271
5	01/09/2014	22.52	5.67	7.17	16.16	20,423
6	08/09/2014	22.53	5.63	7.15	16.67	20,704
7	15/09/2014	22.34	5.55	6.98	16.25	20,226
8	22/09/2014	22.42	5.67	7.33	17.00	20,593
9	29/09/2014	22.26	5.46	7.17	16.53	20,401
10	06/10/2014	22.33	5.54	7.11	16.33	20,230
11	13/10/2014	22.53	5.63	7.20	16.67	20,716
12	20/10/2014	22.27	5.55	7.00	16.29	20,221
13	27/10/2014	22.52	5.68	7.06	16.85	20,413
14	03/11/2014	22.37	5.61	7.19	16.52	20,279
15	10/11/2014	22.42	5.67	7.32	17.00	20,814
16	17/11/2014	22.37	5.43	7.21	16.47	20,349

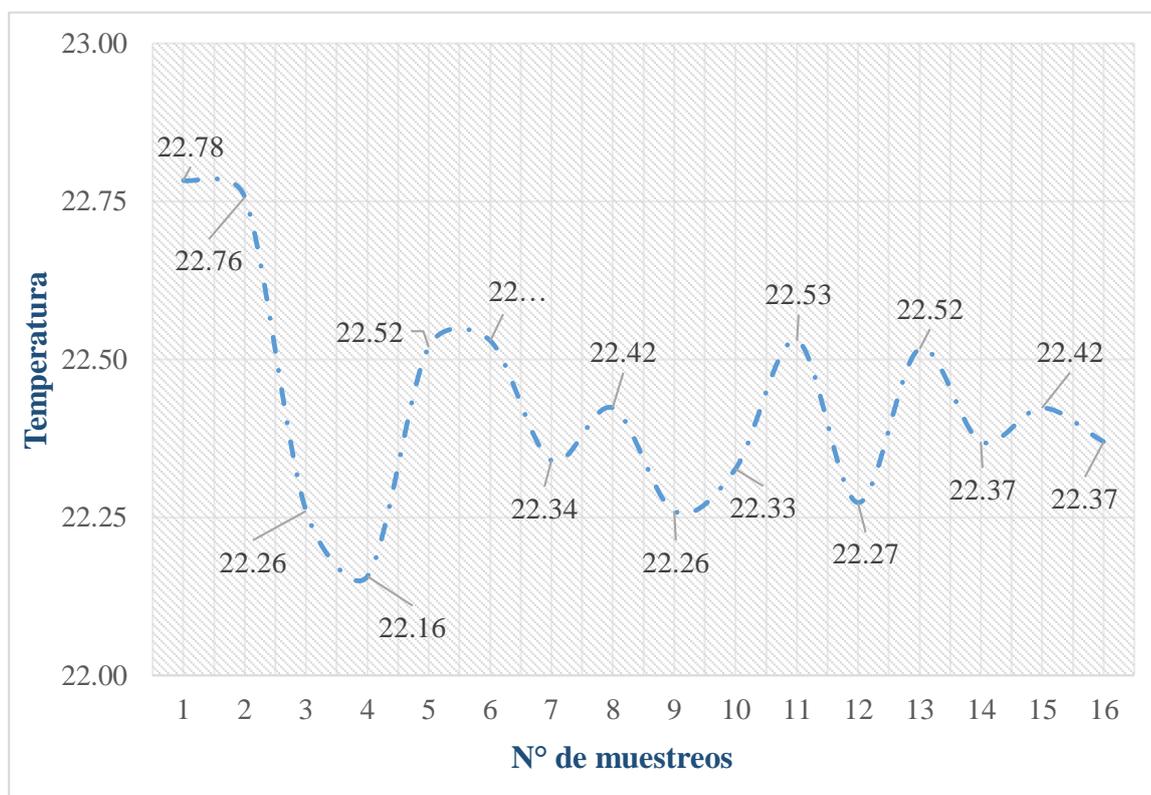
**Fuente: Elaboración Propia.**

## Temperatura

El Cuadro N° 001, contiene los valores promedio de temperatura. Se observa que no existe una variación sustancial de la temperatura, los promedios obtenidos en el parámetro no tienen variaciones extremas en todas las fechas de muestreo, con valores que van desde 22.16 a 22.78 °C.

La poca variación de la temperatura, debido principalmente a la estabilidad térmica de la ciudad de Calzada y además no se identificaron empresas que puedan alterar la temperatura de las aguas residuales.

**Gráfico N° 001:** Variación de Temperatura en los meses de muestreo.

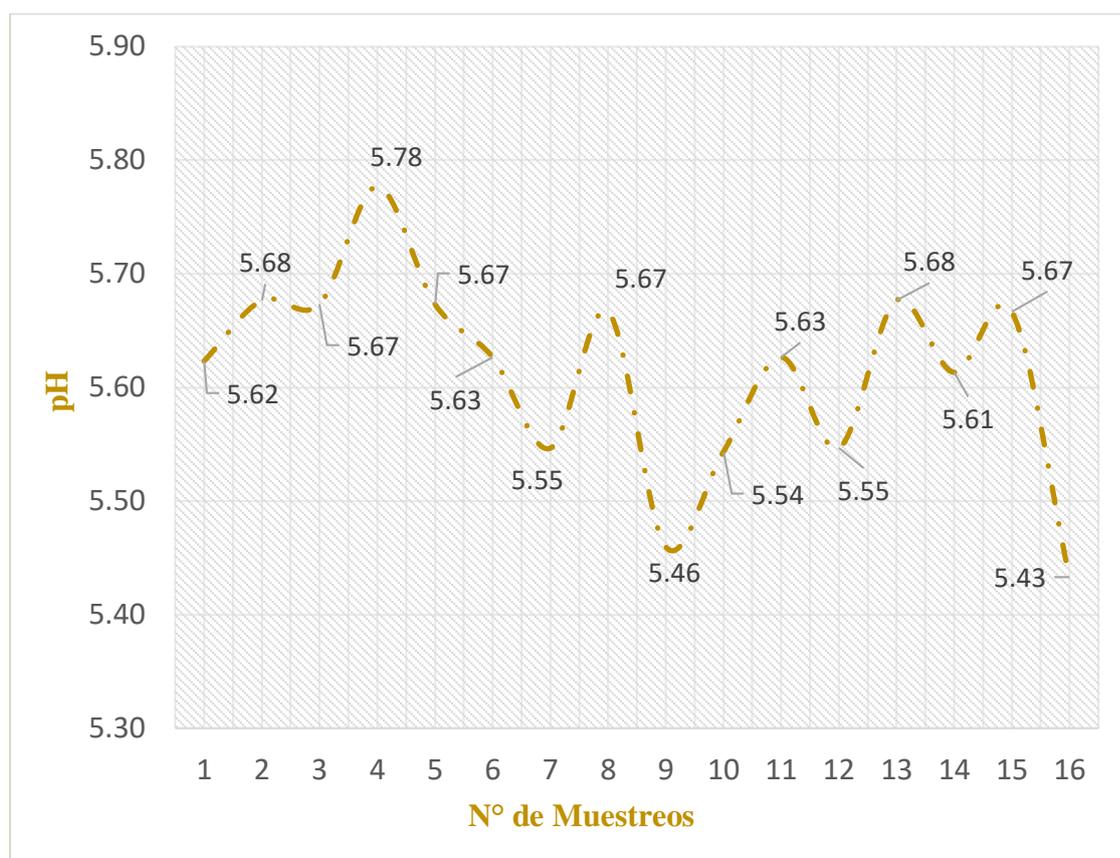


**Fuente:** Cuadro N° 001

## pH

El pH óptimo de las aguas debe estar entre 6,5 y 8,5 es decir, entre neutra y ligeramente alcalina, el máximo aceptado es 9, los datos promediales indican que estas aguas son alcalinas (ácidas), por lo que se puede determinar que la descarga de aguas residuales está influenciando en las características del agua de la laguna.

**Gráfico N° 002:** Variación de los niveles pH en los meses de muestreo.



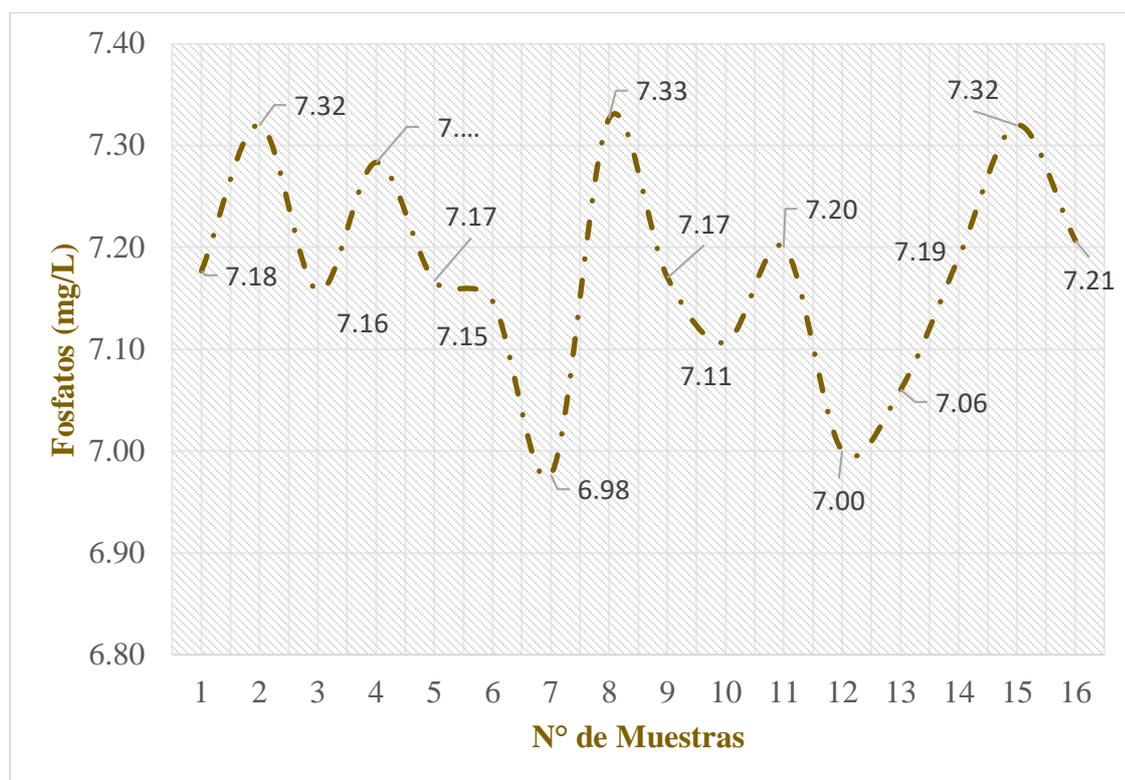
**Fuente:** Cuadro N° 001

Se puede observar en el gráfico N° 002, que durante los cuatro meses de monitoreo, los niveles de pH no presentan una variación considerablemente en el afluente, el mayor nivel pH obtenido es de 5.78 y el menor es de 5.43, con lo que se puede determinar que este cuerpo de agua es ácido.

### **Fosfatos**

El fósforo se encuentra en las aguas residuales casi exclusivamente en forma de fosfatos, es componente principal de muchos preparados comerciales utilizados para la limpieza, se observa en el gráfico N° 003 que el valor más alto se registra en el mes de setiembre con un promedio de 7.33 es un dato bastante alto si también se toma en cuenta la cantidad de vertido que esta descarga representa.

**Gráfico N° 003:** Variación de los niveles Fosfatos en los meses de muestro.



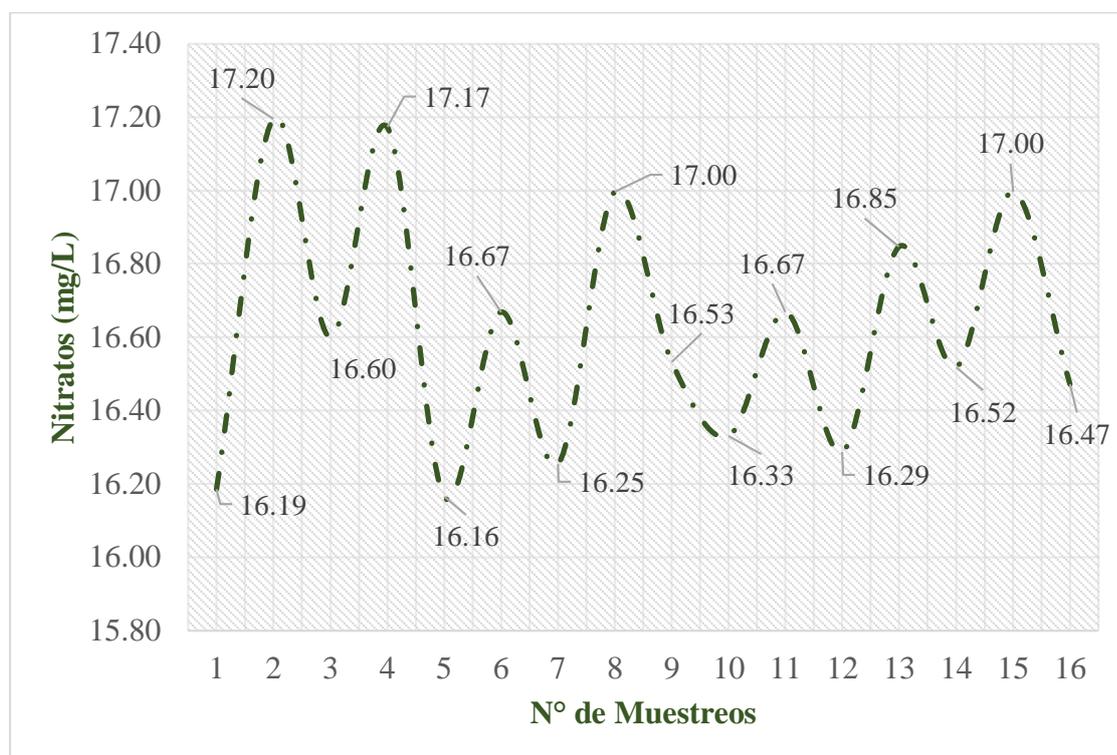
**Fuente: Cuadro N° 001**

Se puede observar en el gráfico N° 003, que los niveles de fosfato va disminuyendo su nivel en el mes setiembre en las tres primeras muestras, incrementándose en este mismo mes en el penúltimo muestreo (4to muestreo), para luego disminuir su concentración, los mismos varían de esa forma por los procesos de degradación que se generan en la laguna.

### **Nitratos**

En las aguas residuales los nitratos pueden encontrarse por oxidación bacteriana de las materias orgánicas principalmente de las eliminadas por los animales. En las aguas superficiales la concentración de nitratos tiende a aumentar, como consecuencia del incremento del uso de fertilizantes y el aumento de la población.

**Gráfico N° 004:** Variación de los niveles Nitratos en los meses de muestreo.



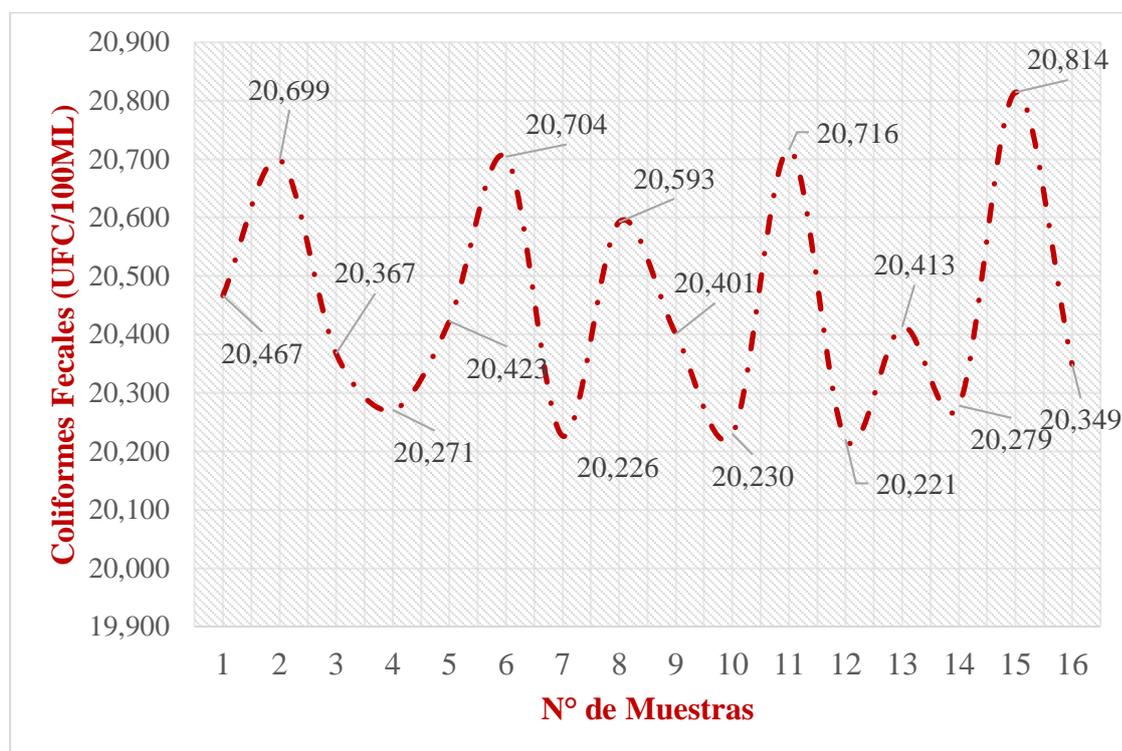
**Fuente:** Cuadro N° 001

Se puede observar en el gráfico N° 004, que los más altos valores de niveles Nitratos se obtuvieron en el mes agosto (17.20) en el segundo muestreo, el mismo que disminuye su nivel en los siguientes meses de muestreo. Los promedios obtenidos en el parámetro no tienen variaciones extremas en todas las fechas de muestreo, con valores que van desde 17.20 a 16.16.

### **Coliformes Fecales.**

Tradicionalmente se los ha considerado como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua destinada al consumo humano en razón de que, en los medios acuáticos, los coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales y porque su origen es principalmente fecal. Por lo tanto, en este tipo de aguas que son residuales es lógico encontrar cantidades excesivamente altas como se evidencia en el Cuadro N° 001 lo cual no lo convierte en un buen indicador de calidad de agua en este caso.

**Gráfico N° 005:** Variación de los niveles de Coliformes Fecales en los meses de muestro.



**Fuente:** Cuadro N° 001

Se puede observar en el gráfico N° 005, que los niveles Coliformes Termotolerantes (también llamadas coliformes fecales) son elevadas que van desde 20,221 hasta 20,814 los niveles encontrados no presentan variación significativa en los meses de muestreo.

Resultados obtenidos del monitoreo de campo y de los análisis de laboratorio en el **EFLUENTE** (Salida de Aguas Residuales).

**CUADRO N° 002: CONCENTRACIONES PROMEDIO POR DÍA  
OBTENIDAS DEL MUESTREO DEL EFLUENTE.**

N°	Fecha de Muestreo	Parámetro - Efluente				
		Temperatura (°C)	pH	Fosfatos (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (UFC/100mL)
1	04/08/2014	23.27	6.95	2.03	8.19	8,177
2	11/08/2014	23.04	7.03	2.06	8.44	8,493
3	18/08/2014	22.83	6.96	1.96	8.17	7,899
4	25/08/2014	23.27	7.05	1.99	8.41	8,229
5	01/09/2014	23.75	7.10	1.99	8.19	8,135
6	08/09/2014	23.27	6.95	2.09	8.24	8,215
7	15/09/2014	22.79	6.92	1.99	8.07	7,887
8	22/09/2014	22.64	6.95	2.01	8.32	7,960
9	29/09/2014	22.90	6.97	1.97	8.18	7,939
10	06/10/2014	22.77	6.99	1.98	8.21	7,892
11	13/10/2014	23.27	6.95	2.09	8.24	8,215
12	20/10/2014	22.69	6.89	2.08	8.03	8,005
13	27/10/2014	22.89	7.02	2.03	8.22	7,705
14	03/11/2014	23.51	6.98	1.98	8.23	7,873
15	10/11/2014	22.64	6.95	2.01	8.32	7,960
16	17/11/2014	23.26	6.95	1.97	8.19	7,830

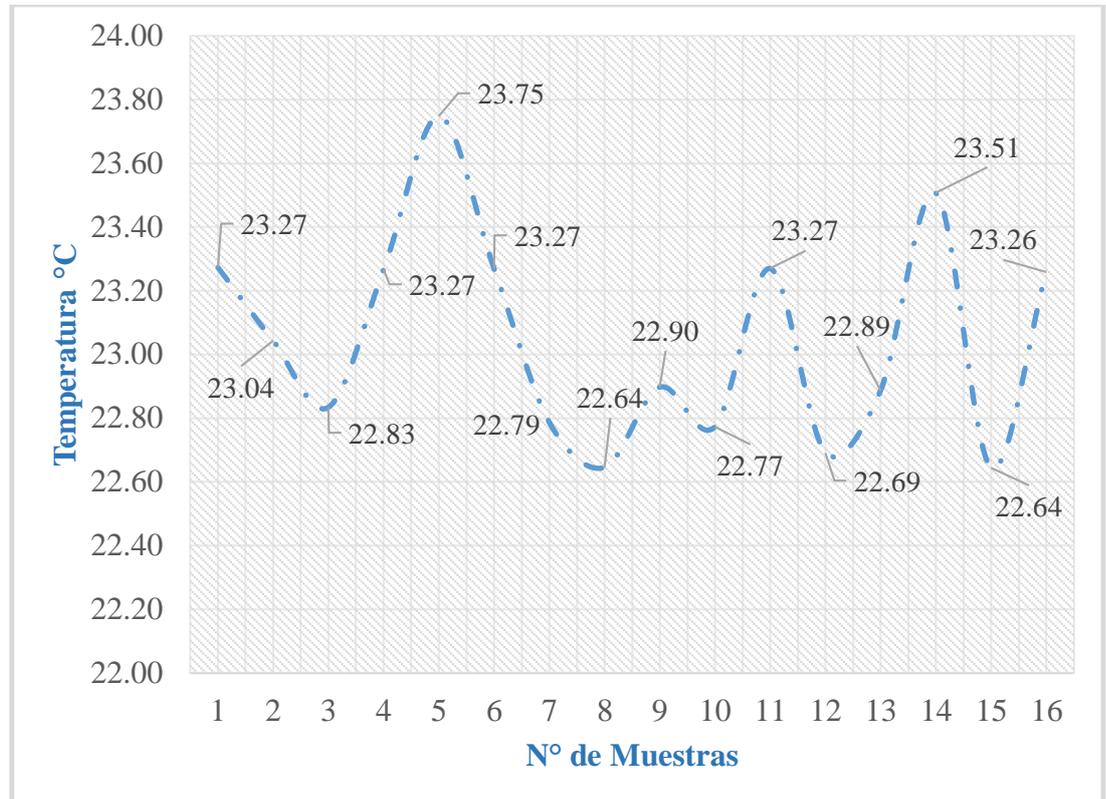
**Fuente: Elaboración Propia.**

### **Temperatura**

El Cuadro N° 002, contiene los valores promedio de temperatura. Se observa que no existe una variación sustancial de la temperatura, los promedios obtenidos en el parámetro no tienen variaciones extremas en todas las fechas de muestreo, con valores que van desde 23.75 a 22.64 °C.

La poca variación de la temperatura, debido principalmente a la estabilidad térmica de la ciudad de Calzada y además no se identificaron empresas que puedan alterar la temperatura de las aguas residuales.

**Gráfico N° 006:** Variación de Temperatura en los meses de muestro.

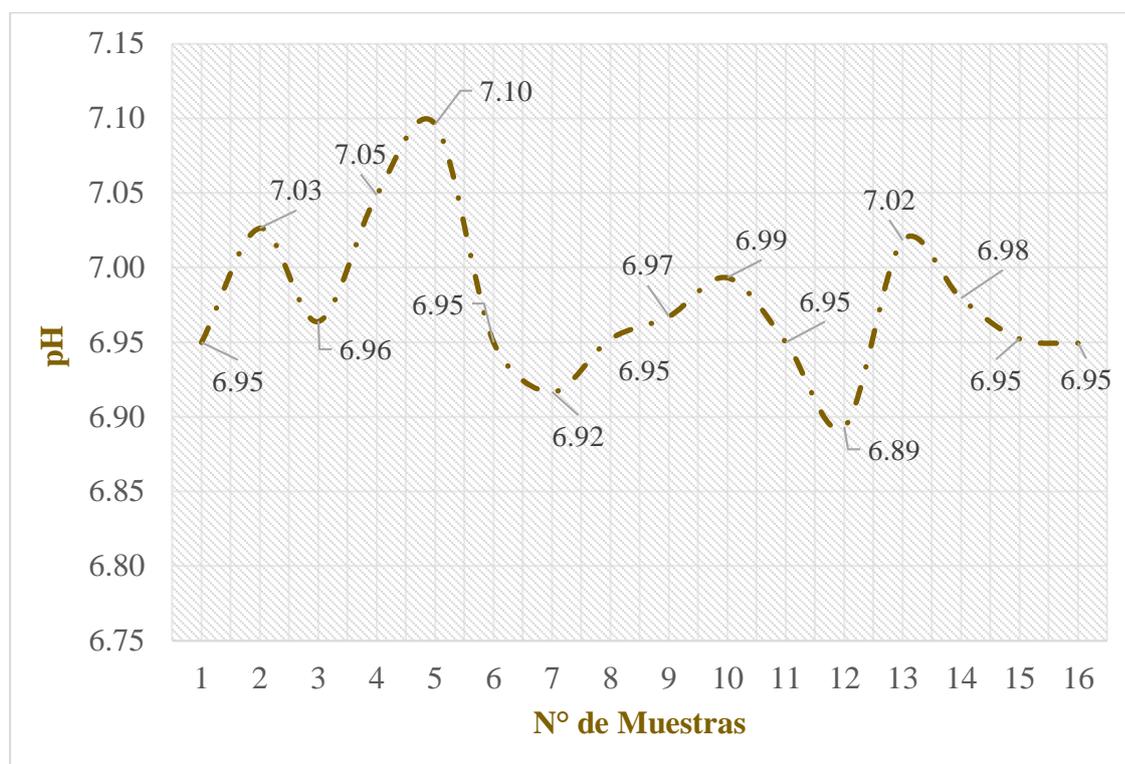


**Fuente:** Cuadro N° 002

### pH

El valor de pH en las lagunas viene determinado fundamentalmente por la actividad fotosintética del fitoplancton y la degradación de la materia orgánica por las bacterias. Las algas consumen anhídrido carbónico en la fotosíntesis, lo que desplaza el equilibrio de los carbonatos y da lugar a un aumento del pH. Por otra parte, la degradación de la materia orgánica conduce a la formación de dióxido de carbono como producto final, lo que causa una disminución de pH.

**Gráfico N° 007:** Variación de los niveles pH en los meses de muestreo.



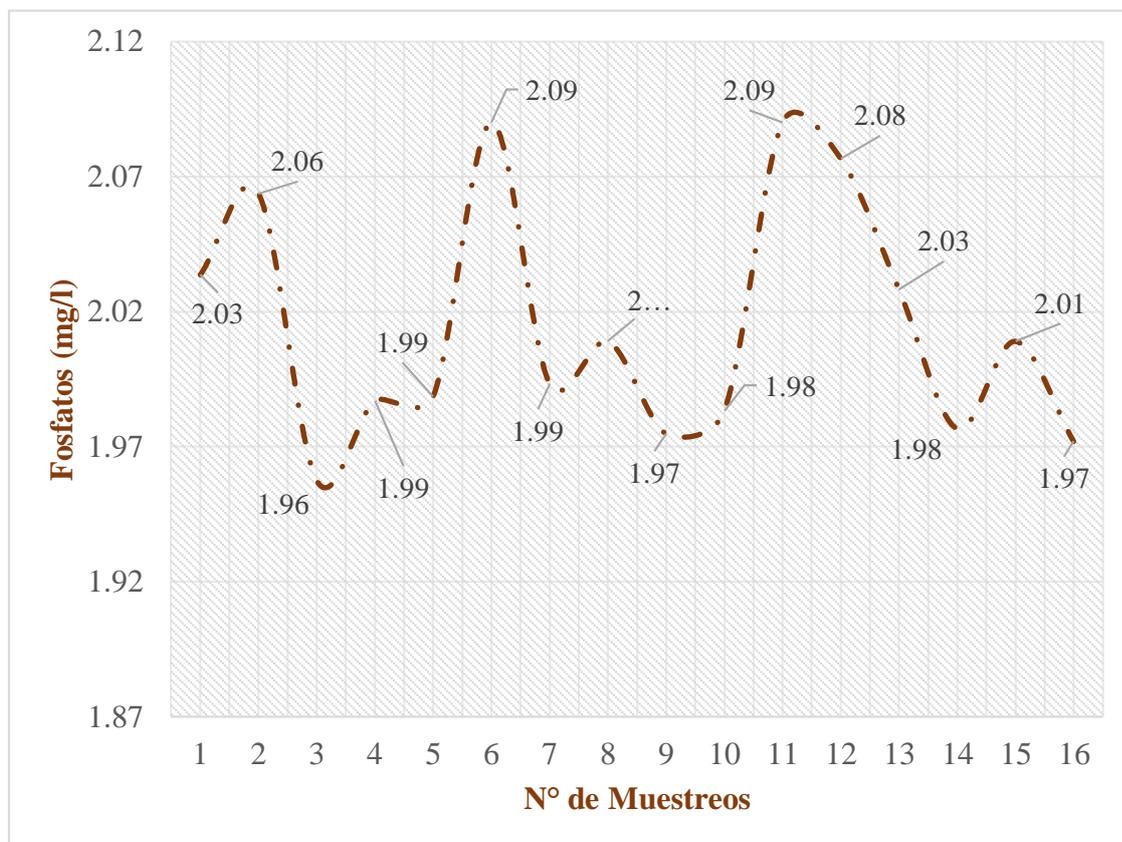
**Fuente:** Cuadro N° 002

Se puede observar en el gráfico N° 007, que durante los cuatro meses de monitoreo, los niveles de pH no presentan una variación considerablemente en el efluente, el mayor nivel pH obtenido es de 7.10 y el menor es de 6.89, con lo que se puede determinar que este cuerpo de agua es alcalina.

### **Fosfatos**

El fósforo se encuentra en las aguas residuales casi exclusivamente en forma de fosfatos, la remoción en lagunas es proceso que se da por la presencia de plantas y aguas, gracias al proceso de degradación, se observa en el gráfico N° 008 se presenta la curva de comportamiento que experimentó la laguna, es ella se puede observar que el mayor valor obtenido es de 2.09 y el menor es 1.96, valores altos esto por tomando en cuenta la cantidad de vertido que esta descarga representa.

**Gráfico N° 008:** Variación de los niveles Fosfatos en los meses de muestreo.



**Fuente:** Cuadro N° 002

Se puede observar en el gráfico N° 008, que los niveles presentan su mayor cantidad en 6 toma de muestra (2.09) y 11va toma de muestra (2.09) y el menor nivel lo presentas en la 3ra toma (1.96) y 16ava toma de muestra (1.97), se observa asimismo que los niveles no presentan variación significativa entre los resultados obtenidos, se puede determinar que estás variación se presentan por el proceso de degradación que se generan en la laguna.

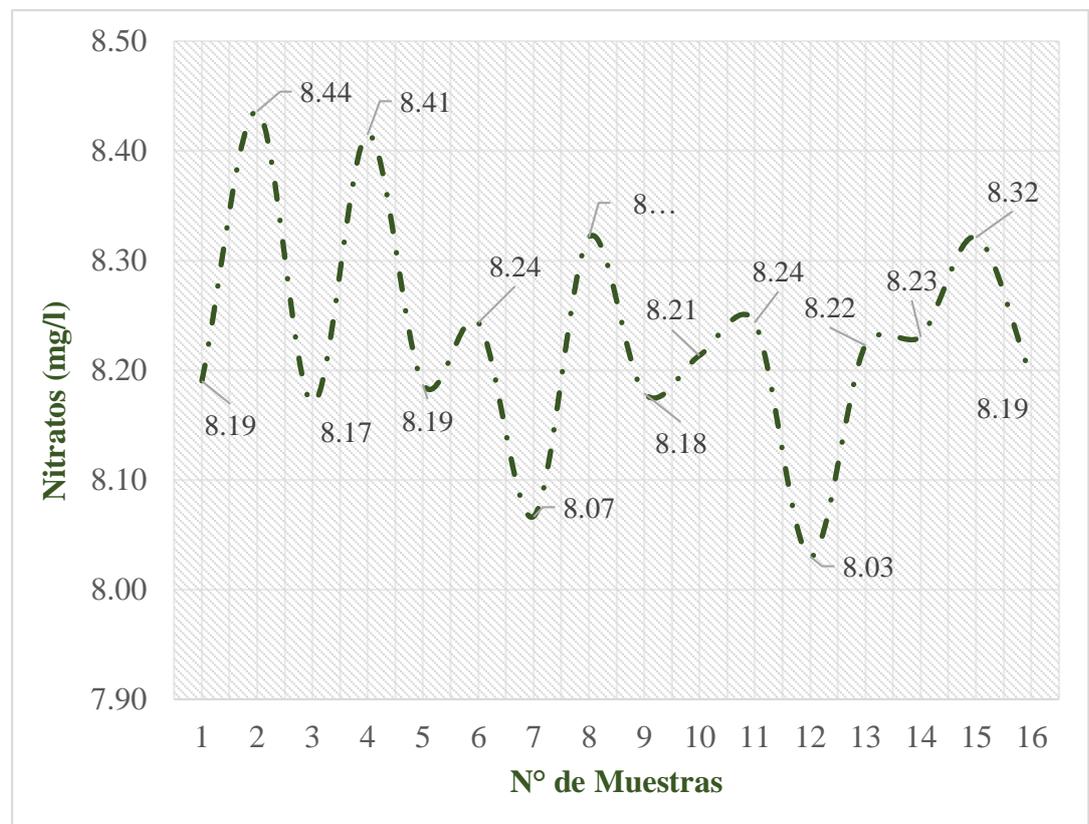
### **Nitratos**

En las lagunas tratamiento de aguas residuales domesticas se observa que el nitrógeno orgánico está asociado con materia particulada como sólidos orgánicos del agua residual. La remoción inicial de estos materiales como sólidos suspendidos es más o menos rápida. Mucho de este Nitrógeno orgánico

sufre descomposición o mineralización y descarga entonces nitrógeno en forma amoniacal al agua.

Con los datos obtenidos durante la observaciones experimentales se confeccionó el gráfico N° 009, que muestra los resultados del monitoreo realizada en la laguna de Calzada, de valores nitratos, encontrando que mayor valor es de 8.44 y menor valor el 8.03.

**Gráfico N° 009:** Variación de los niveles Nitratos en los meses de muestro.



**Fuente:** Cuadro N° 002

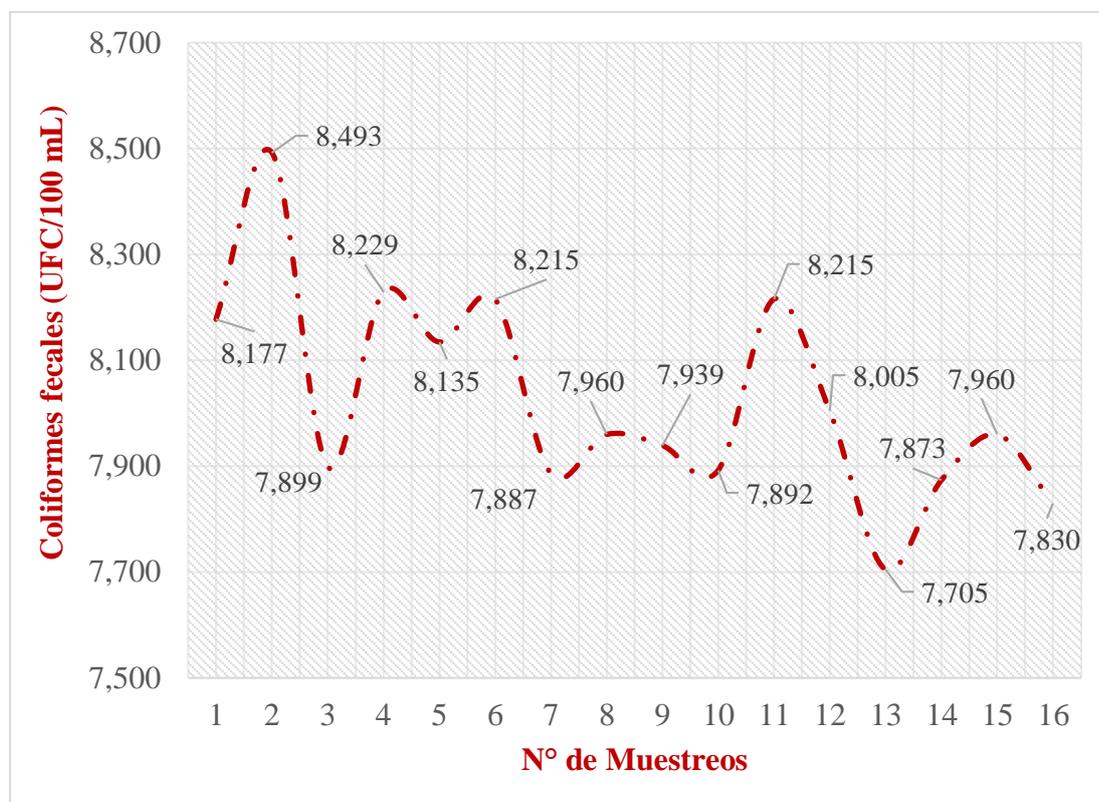
Se puede observar en el gráfico N° 009, que los niveles encontrados no presentan variación significativa en los meses de monitoreo (4 Meses), los niveles oscilan 8.44 y 8.03, se observa que los niveles presentan una disminución después de 8ta toma de muestras manteniendo su nivel entre 8.32 y 8.03.

## **Coliformes Fecales.**

El tratamiento de aguas residuales tiene como misión la eliminación de este tipo de agentes patógenos para su aprovechamiento posterior en este caso nos enfocamos a reutilizarla como agua de riego. En la práctica, dentro del grupo de los coliformes totales se incluye una gran diversidad de microorganismos que pueden adaptarse, sobrevivir y proliferar en el agua. Por consiguiente, no se pueden utilizar como un indicador de agentes patógenos fecales, puesto que por lo expuesto con anterioridad no todos los coliformes son exclusivamente de origen fecal y generalmente, la proporción de coliformes totales es muy elevada en los climas cálidos.

Tradicionalmente se los ha considerado como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua destinada al consumo humano en razón de que, en los medios acuáticos, los coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales y porque su origen es principalmente fecal. Por lo tanto, en este tipo de aguas que son residuales es lógico encontrar cantidades excesivamente altas como se evidencia en el Cuadro N° 002 lo cual no lo convierte en un buen indicador de calidad de agua en este caso.

**Gráfico N° 010:** Variación de los niveles Coliformes fecales en los meses de muestro.



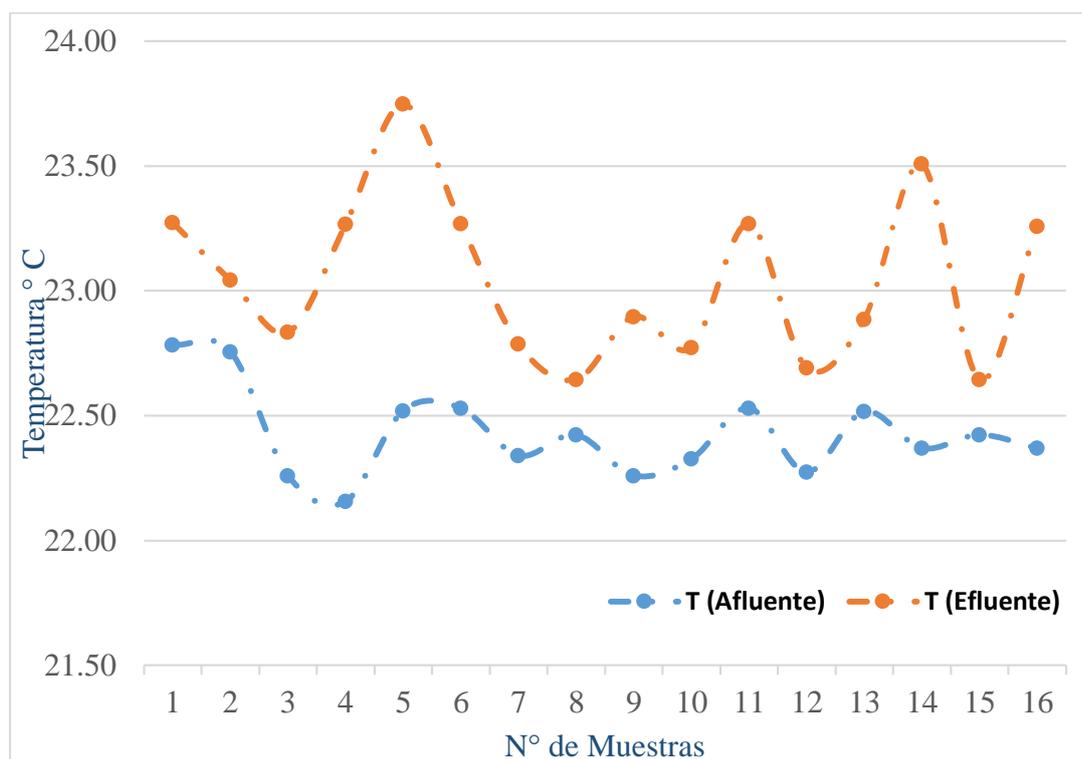
**Fuente:** Cuadro N° 002

A partir de las observaciones tabuladas se obtiene el gráfico N° 10, podemos apreciar las variaciones de las concentraciones de los Coliformes Fecales en la laguna de la Ciudad de Calzada de 16 observaciones realizadas, en ella se puede observar que los niveles Coliformes Termotolerantes (también llamadas coliformes fecales) no presentan variación significativa, los valores son elevadas que van desde 7,705 hasta 8,493.

## VARIACIÓN DE VALORES ENCONTRADO EN EL AFLUENTE Y EL EFLUENTE.

**Temperatura.** En el siguiente gráfico se presenta las variaciones de temperatura en °C obtenidas del monitoreo de la Laguna de Calzada.

**Gráfico N° 011: Niveles de T° en el Afluente y el Efluente.**

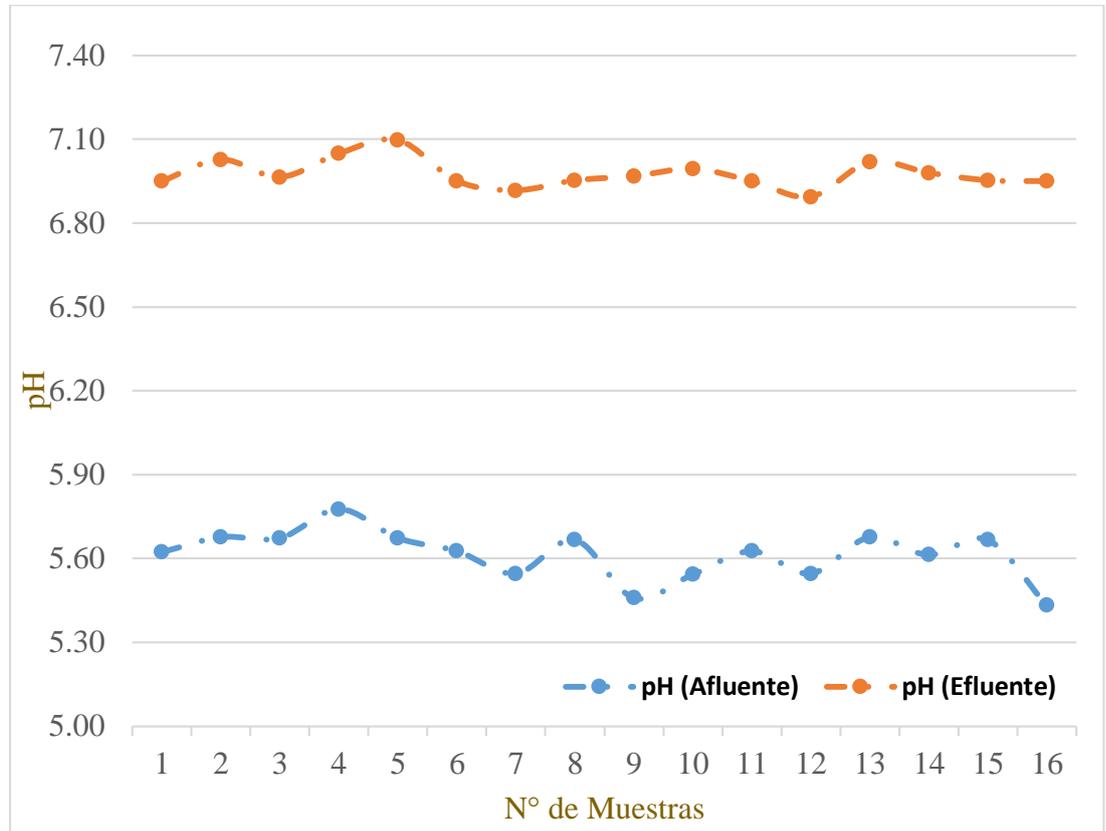


**Fuente: Cuadro N° 001 y 002.**

En el gráfico N° 011, se puede observar que los niveles de temperatura presentan un incremento entre la entrada de aguas residuales (Afluente) menor Temperatura que oscilan entre 22.78 y 22.16 en comparación con la salida (Efluente) que oscilan entre 23.75 y 22.64 ° C, teniendo en promedio de incremento entre el afluente y el efluente de 0.725 °C en los periodos de muestreo.

**pH.** En el siguiente gráfico se presenta las variaciones de pH obtenidas del monitoreo de cuatro meses en la Laguna de Calzada.

**Gráfico N° 012: Niveles de pH en el Afluente y el Efluente.**

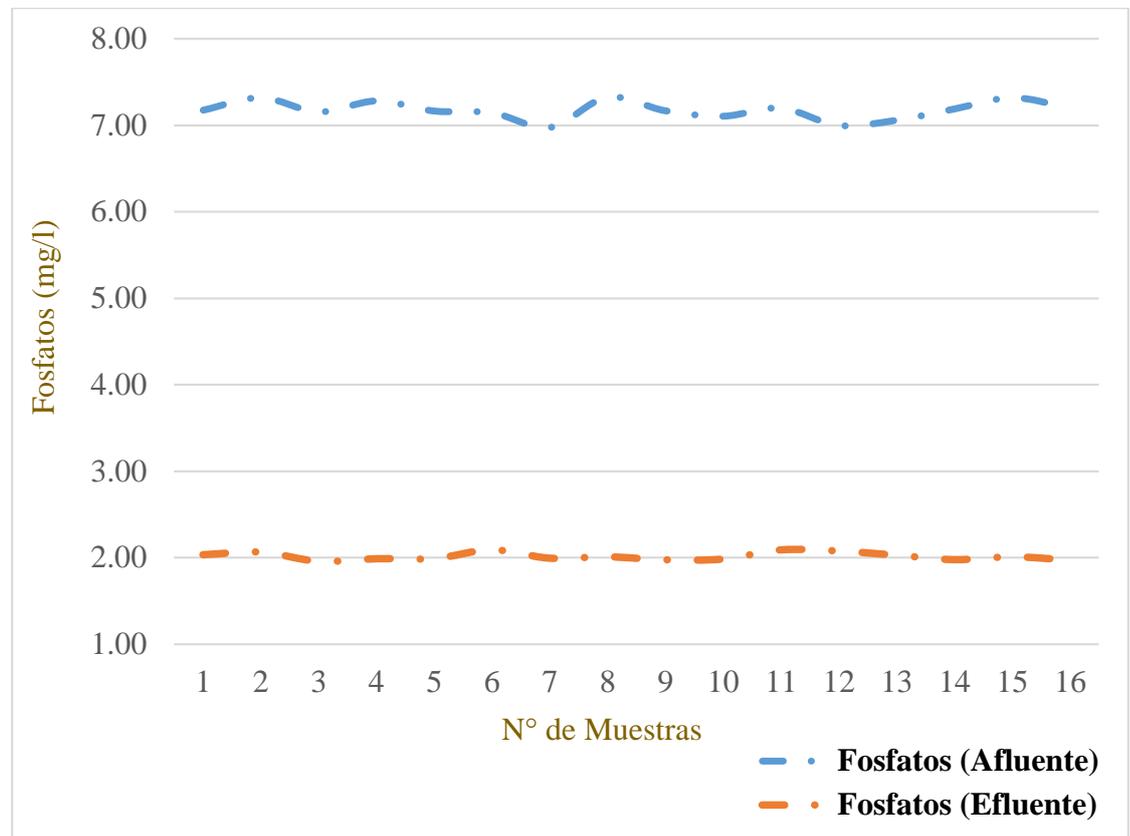


**Fuente: Cuadro N° 001 y 002.**

En el gráfico N° 012, se puede observar que los niveles de pH presentan un incremento entre la entrada de aguas residuales (Afluente) menor pH que oscilan entre 5.78 y 5.43 en comparación con la salida (Efluente) que oscilan entre 7.10 y 6.89 ° C, teniendo en promedio de incremento entre el afluente y el efluente de 1.39 ° C en los periodos de muestreo.

**Fosfatos.** En el siguiente gráfico se presenta las variaciones de Fosfatos obtenidas del monitoreo de cuatro meses en la Laguna de Calzada.

**Gráfico N° 013: Niveles de Fosfatos en el Afluente y el Efluente.**

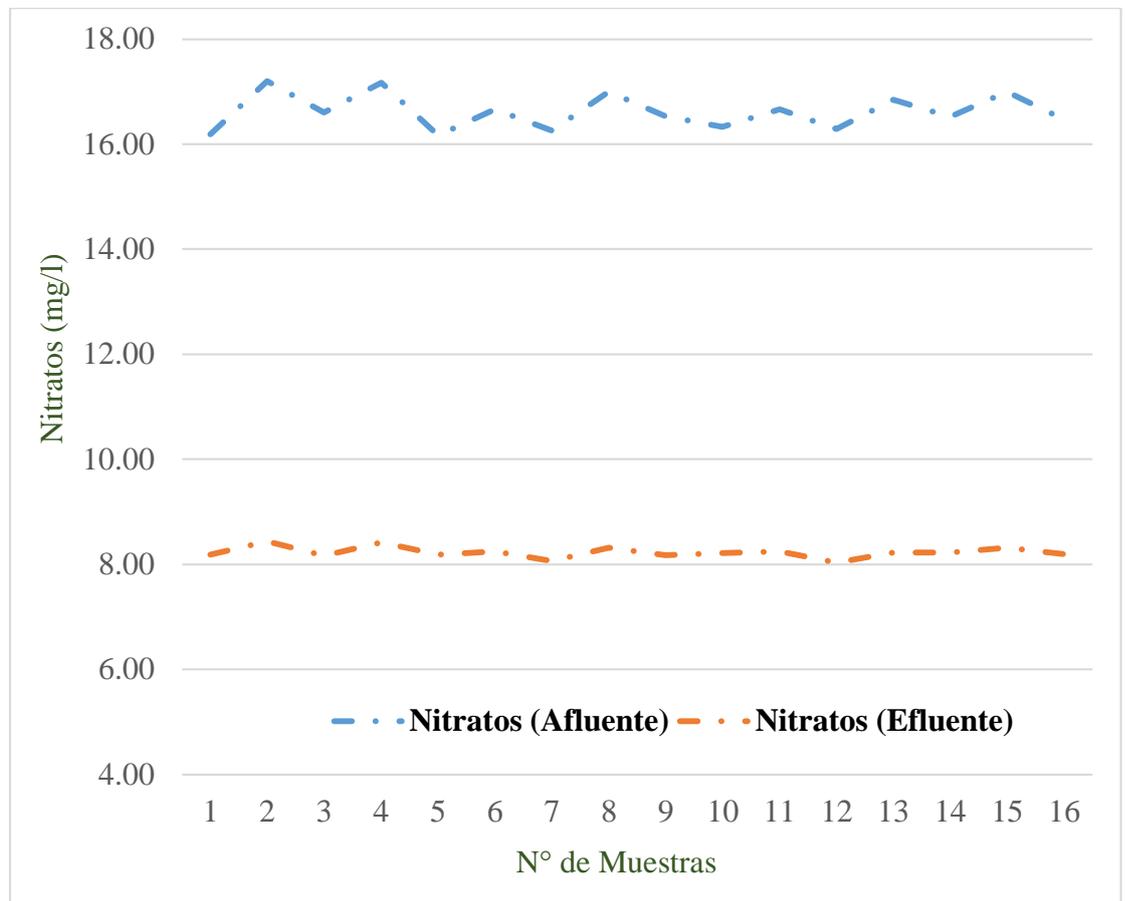


**Fuente: Cuadro N° 001 y 002.**

En el gráfico N° 013, se puede observar que los niveles de fosfatos presentan un incremento entre la entrada de aguas residuales (Afluente) que oscilan entre 7.33 y 6.98 en comparación con la salida (Efluente) que oscilan entre 2.09 y 1.96, teniendo en promedio de incremento entre el afluente y el efluente de 5.13 en los periodos de muestreo, con lo que se puede indicar que existe variación entre los dos puntos de muestreo.

**Nitratos.** En el siguiente gráfico se presenta las variaciones de Nitratos obtenidas del monitoreo de cuatro meses en la Laguna de Calzada.

**Gráfico N° 014: Niveles de Nitratos en el Afluente y el Efluente.**

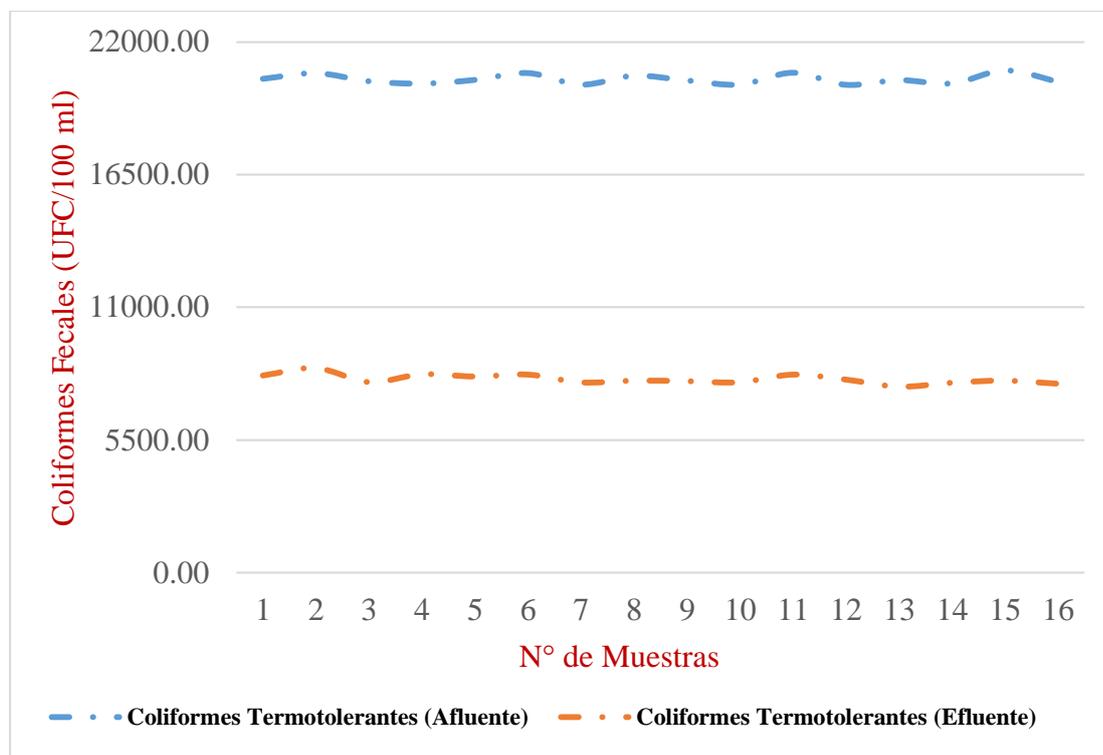


**Fuente: Cuadro N° 001 y 002.**

En el gráfico N° 014, se puede observar que los niveles de nitratos presentan un incremento con respecto a la entrada de aguas residuales (Afluente) que oscilan entre 17.20 y 16.16 y la salida (Efluente) que oscilan entre 8.44 y 8.03, teniendo en promedio de incremento entre el afluente y el efluente de 8.45 en los periodos de muestreo, con lo que se puede indicar que existe variación entre los dos puntos de muestreo.

**Coliformes fecales.** En el siguiente gráfico se presenta las variaciones de Coliformes Fecales obtenidas del monitoreo de cuatro meses en la Laguna de Calzada.

**Gráfico N° 015: Niveles de Coliformes Fecales en el Afluente y el Efluente.**



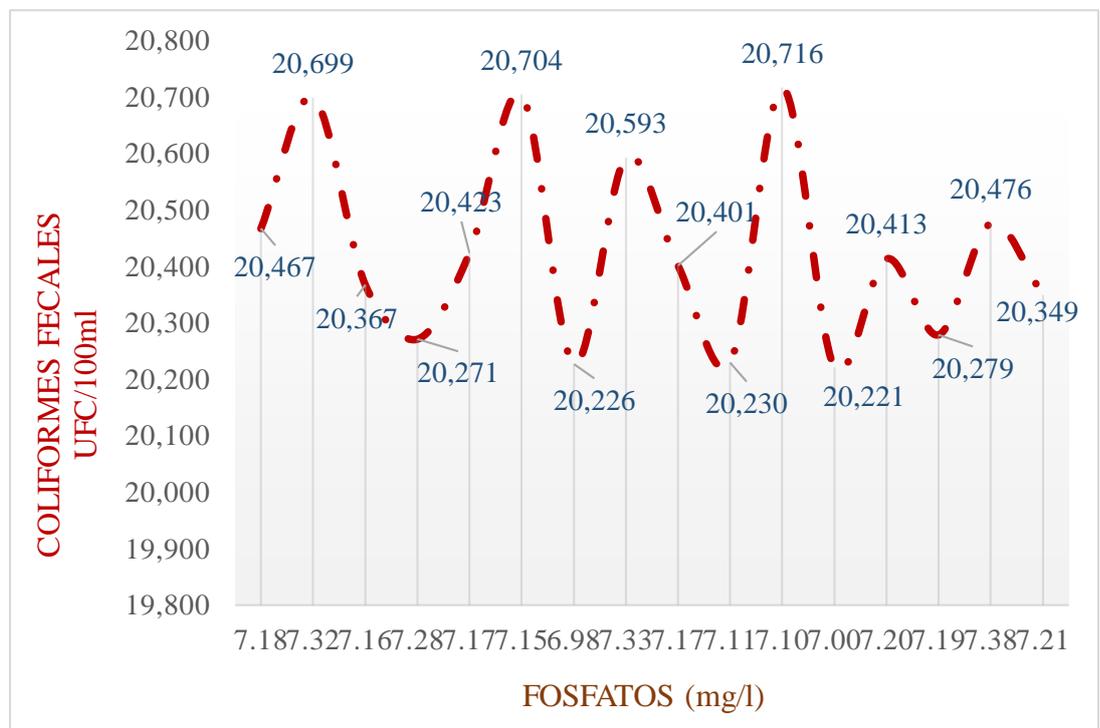
**Fuente: Cuadro N° 001 y 002.**

En el gráfico N° 015, se puede observar que los niveles de coliformes fecales presentan un incremento con respecto a la entrada de aguas residuales (Afluente) que oscilan entre 20,221 y 20,814 y la salida (Efluente) que oscilan entre 8,493 y 7,705, teniendo en promedio de incremento entre el afluente y el efluente de 12,418.5 en los periodos de muestreo, con lo que se puede indicar que existe variación entre los dos puntos de muestreo.

**3.1.2. Relación entre la concentración de Fosfatos y el comportamiento poblacional de Coliformes fecales en las aguas residuales urbanas de Calzada.**

Relación de la concentración de Fosfatos y el comportamiento de los Coliformes Fecales en el Afluente.

**Gráfico N° 016: Relación de Fosfatos y Coliformes Fecales en el Afluente.**

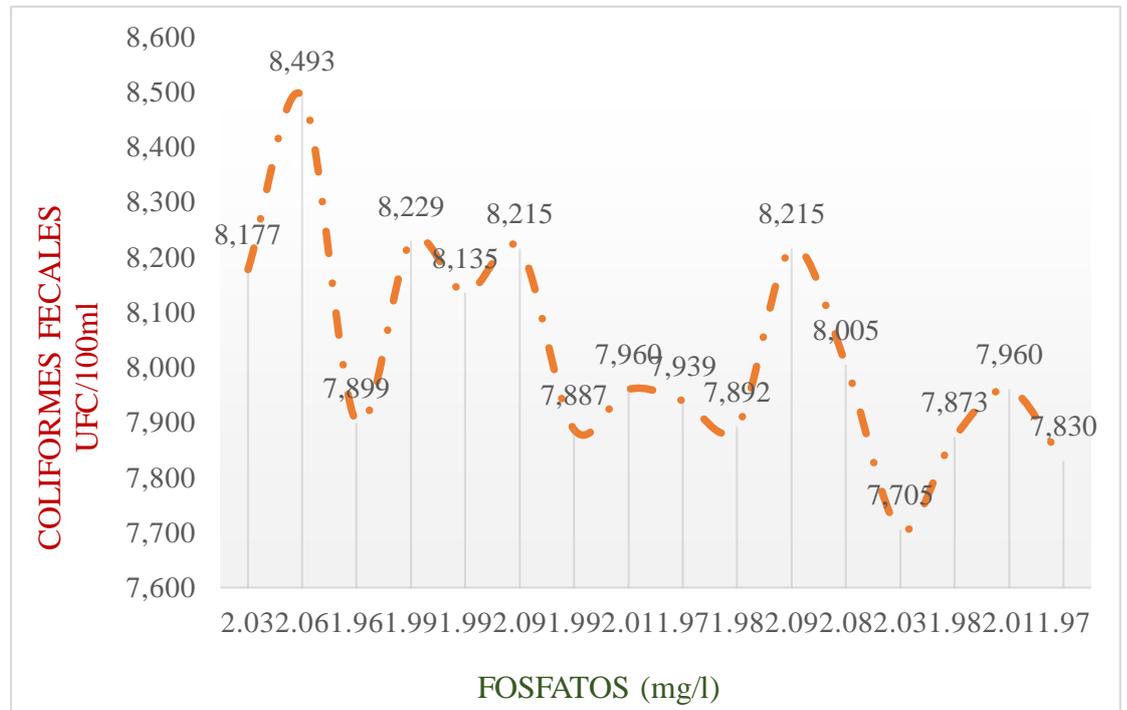


**Fuente: Cuadro N° 001.**

Se puede observar en el Gráfico N° 016, que los niveles de fosfatos están en relación con los coliformes fecales encontradas en las observación obtenidas en la laguna de la Ciudad de Calzada, si el nivel de fosfato se incrementa también los niveles de coliformes fecales se incrementa como se observa en el gráfico (7.32 de fosfatos con 20,699 de coliformes fecales) y si disminuye el nivel del fosfatos el nivel de coliformes también disminuye.

Relación de la concentración de Fosfatos y el comportamiento de los Coliformes Fecales en Efluente.

**Gráfico N° 017: Relación de Fosfatos y Coliformes Fecales en el Efluente.**



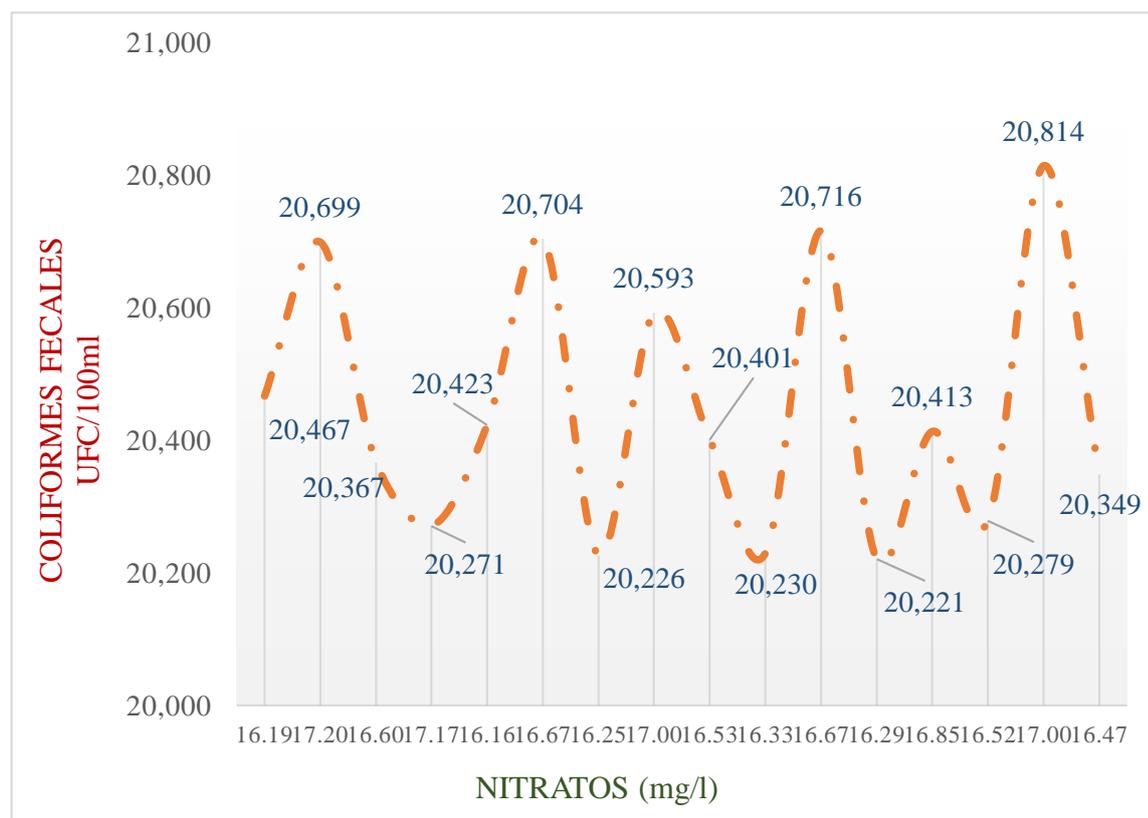
**Fuente: Cuadro N° 002.**

Se puede observar en el Gráfico N° 017, que los niveles de fosfatos están en relación con los coliformes fecales encontradas en las observación obtenidas en la laguna de la Ciudad de Calzada, si el nivel de fosfatos se incrementa también los niveles de coliformes fecales se incrementa como se observa en el gráfico (2.06 de fosfatos con 8,493 de coliformes fecales) y si disminuye el nivel del fosfatos el nivel de coliformes también disminuye.

### 3.1.3. Relación entre la concentración Nitratos y el comportamiento poblacional de Coliformes fecales en las aguas residuales urbanas de Calzada.

Relación de la concentración de Nitratos y el comportamiento de los Coliformes Fecales en el Afluente.

**Gráfico N° 018: Relación de Nitratos y Coliformes Fecales en el Afluente.**

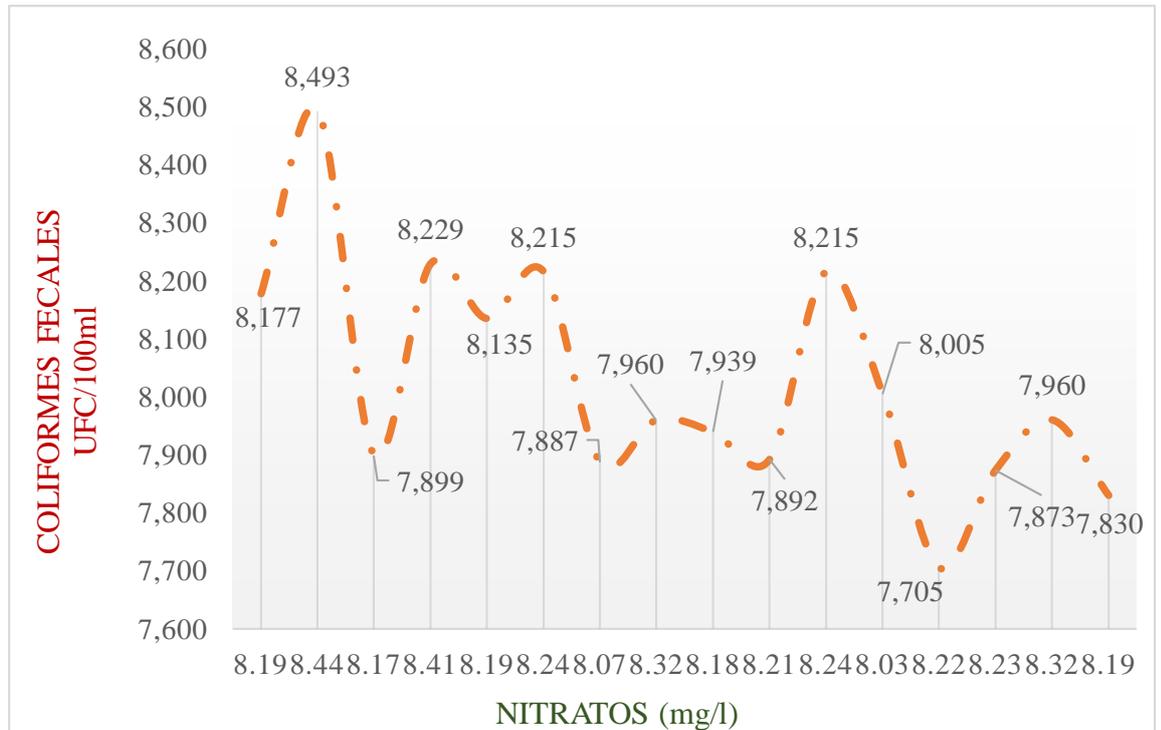


**Fuente: Cuadro N° 001.**

Se puede observar en el Gráfico N° 018, que los niveles de nitratos están en relación con los coliformes fecales encontradas en las observación obtenidas en la laguna de la Ciudad de Calzada, si el nivel de nitratos se incrementa también los niveles de coliformes fecales se incrementa como se observa en el gráfico (17.20 de nitratos con 20,699 de coliformes fecales) y si disminuye el nivel del nitratos el nivel de coliformes también disminuye.

Relación de la concentración de Nitratos y el comportamiento de los Coliformes Fecales en Efluente.

**Gráfico N° 019: Relación de Nitratos y Coliformes Fecales en el Efluente.**



**Fuente: Cuadro N° 002.**

Se puede observar en el Gráfico N° 019, que los niveles de Nitratos están en relación con los coliformes fecales encontradas en las observación obtenidas en la laguna de la Ciudad de Calzada, su disponibilidad está regulada por los procesos biológicos si el nivel de nitratos se incrementa también los niveles de coliformes fecales se incrementa, debido a la descomposición de las bacterias, como se observa en el gráfico (8.44 de nitratos con 8,493 de coliformes fecales) y si disminuye el nivel del nitratos el nivel de coliformes también disminuye.

### 3.1.4. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS CON LOS RESULTADOS

Se utilizó el procedimiento **Estadístico de Prueba de Hipótesis**, con la finalidad de verificar la relación entre distintas variables, para ello se va a medir la magnitud de la relación entre dichas variables. Con ello se pretende demostrar la hipótesis planteada:

#### **Hipótesis nula (H<sub>0</sub>):**

La concentración de Nitratos y Fosfatos, no influyen en el comportamiento poblacional de Coliformes fecales, en las aguas residuales urbanas de Calzada.

$$H_0: r_{xy} = 0$$

#### **Hipótesis Alternativa (H<sub>1</sub>):**

La concentración de Nitratos y Fosfatos, influyen en el comportamiento poblacional de Coliformes fecales, en las aguas residuales generadas en el Distrito de Calzada.

$$H_1: r_{xy} > 0$$

Para los cálculos se ha utilizado las siguientes formulas: (Córdova Zamora Manuel, 2009).

$$r_{xy} = \frac{\frac{\sum XY}{N} - \bar{X}\bar{Y}}{S_x S_y} \quad S_x = \sqrt{\frac{\sum X^2}{N} - \bar{X}^2} \quad S_y = \sqrt{\frac{\sum Y^2}{N} - \bar{Y}^2}$$

Para los cálculos se ha considera lo siguiente:

X: Fosfatos (mg/L)

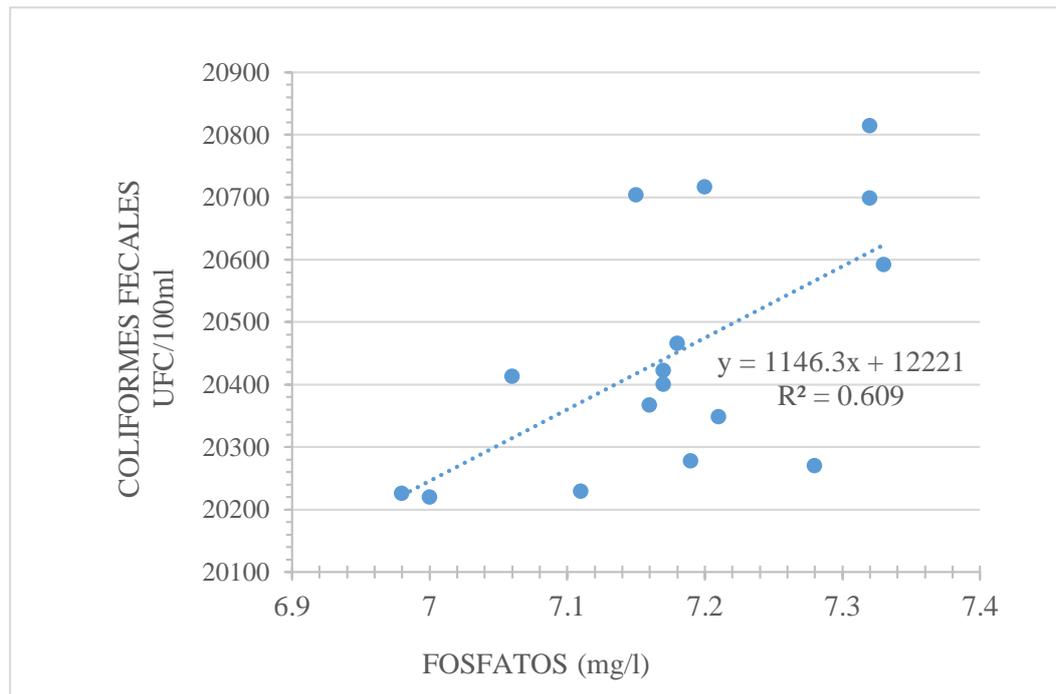
Y: Coliformes Fecales (UFC /100 ml)

a. **Contrastación de Fosfatos con Coliformes Fecales en el Afluente.** Según el procedimiento estadístico de prueba de hipótesis para investigar si el indicador concentración de Fosfatos influye en la población de coliformes fecales en la Laguna de Oxidación de Calzada, se ha utilizado la prueba estadística Coeficiente de Correlación, que se muestra a continuación:

**CUADRO N° 003: CALCULOS DE COEFICIENTE DE CORRELACIÓN**

X	Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY		
7.18	20466.67	51.505	418884444.444	146882.444	N	16
7.32	20699.00	53.582	428448601.000	151516.680	$\Sigma X^2/N$	51.497
7.16	20367.31	51.218	414827180.854	145762.025	$\bar{X}^2$	51.487
7.28	20270.67	53.047	410899927.111	147638.022	$\Sigma X^2/N - \bar{X}^2$	0.010
7.17	20423.15	51.361	417105192.077	146365.932	S <sub>x</sub>	0.102
7.15	20704.00	51.075	428655616.000	147964.587	$\Sigma \bar{Y}^2/N$	418168906.493
6.98	20226.45	48.674	409109414.446	141113.223	$\bar{Y}^2$	418132342.401
7.33	20592.67	53.680	424057920.444	150875.604	$\Sigma Y^2/N - \bar{Y}^2$	36564.092
7.17	20400.97	51.409	416199712.947	146274.979	S <sub>y</sub>	191.217
7.11	20229.71	50.505	409241031.819	143765.782		
7.20	20716.33	51.840	429166466.778	149157.600	$\Sigma XY/N$	146736.876
7.00	20220.53	49.000	408869968.284	141543.733	$\bar{X}\bar{Y}$	146724.962
7.06	20413.33	49.844	416704177.778	144118.133	$\Sigma XY/N - \bar{X}\bar{Y}$	11.914
7.19	20278.51	51.696	411217832.630	145802.463	S <sub>x</sub> S <sub>y</sub>	19.578
7.32	20814.33	53.582	433236472.111	152360.920	r <sub>xy</sub>	0.609
7.21	20348.92	51.936	414078545.166	146647.883		
<b>Σ</b>	<b>114.81</b>	<b>327172.55</b>	<b>823.95</b>	<b>6690702503.89</b>	<b>2347790.01</b>	
<b>MEDIA</b>	<b>7.18</b>	<b>20448.28</b>				
<b>Coeficiente de correlación - Excel:</b>					<b>0.609</b>	

**Gráfico N° 020: Coeficiente de correlación de Fosfatos y Coliformes Fecales en el Afluente.**



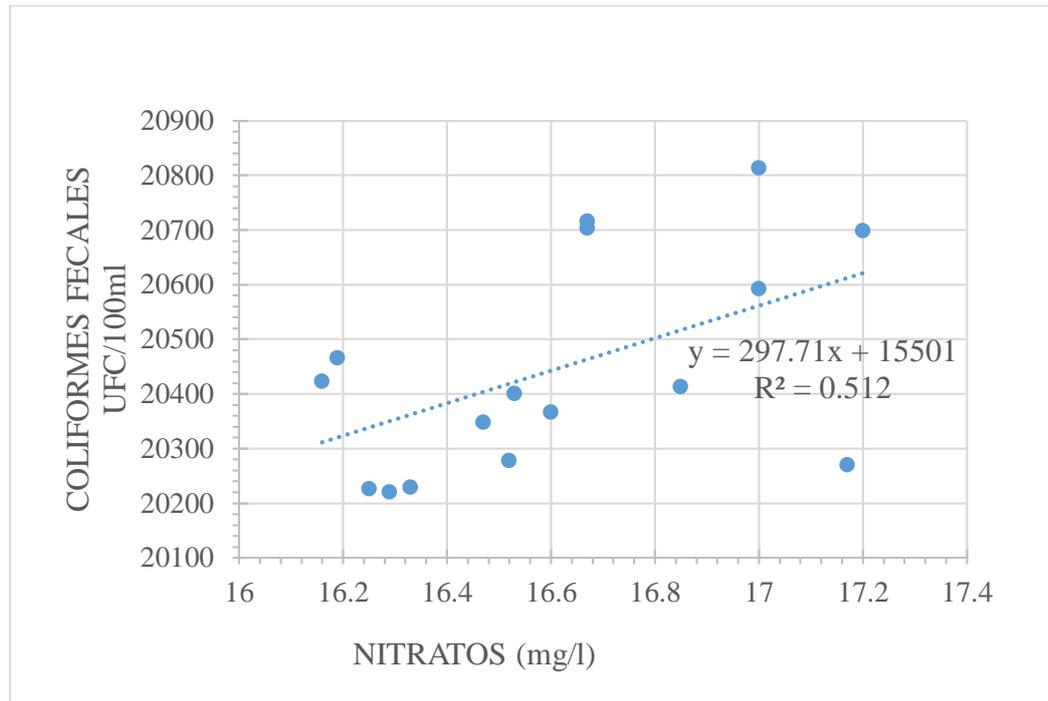
En el gráfico se observa que el coeficiente de correlación  $R^2$  es igual a 0.609 lo cual indica que hay fuerte influencia positiva de los fosfatos en el comportamiento poblacional de coliformes fecales, donde los puntos de dispersión están más cerca de la línea.

**b. Contrastación de Nitratos con Coliformes Fecales en el Afluente.** Según el procedimiento estadístico de prueba de hipótesis para investigar si el indicador concentración de Nitratos influye en la población de coliformes fecales en la Laguna de Oxidación de Calzada, se ha utilizado la prueba estadística Coeficiente de Correlación, que se muestra a continuación:

**CUADRO N° 004: CALCULOS DE COEFICIENTE DE CORRELACIÓN.**

<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>X<sup>2</sup></b>	<b>Y<sup>2</sup></b>	<b>XY</b>		
16.19	20466.67	261.954	418884444.444	331253.000	N	16
17.20	20699.00	295.689	428448601.000	355931.724	$\Sigma X^2/N$	276.261
16.60	20367.31	275.538	414827180.854	338083.712	$\bar{X}^2$	276.152
17.17	20270.67	294.900	410899927.111	348101.402	$\Sigma X^2/N - \bar{X}^2$	0.109
16.16	20423.15	261.296	417105192.077	330133.466	<b>S<sub>x</sub></b>	<b>0.330</b>
16.67	20704.00	277.827	428655616.000	345097.033	$\Sigma \bar{Y}^2/N$	418168906.493
16.25	20226.45	264.171	409109414.446	328747.288	$\bar{Y}^2$	418132342.401
17.00	20592.67	288.875	424057920.444	349999.827	$\Sigma Y^2/N - \bar{Y}^2$	36564.092
16.53	20400.97	273.329	416199712.947	337282.492	<b>S<sub>y</sub></b>	<b>191.217</b>
16.33	20229.71	266.669	409241031.819	330351.110		
16.67	20716.33	277.827	429166466.778	345302.606	$\Sigma XY/N$	339838.444
16.29	20220.53	265.256	408869968.284	329325.086	$\bar{X}\bar{Y}$	339806.100
16.85	20413.33	283.824	416704177.778	343904.788	$\Sigma XY/N - \bar{X}\bar{Y}$	32.344
16.52	20278.51	272.844	411217832.630	334960.373	S <sub>x</sub> S <sub>y</sub>	63.111
17.00	20814.33	288.875	433236472.111	353767.347	<b>r<sub>xy</sub></b>	<b>0.512</b>
16.47	20348.92	271.305	414078545.166	335173.844		
<b>Σ</b>	<b>265.89</b>	<b>327172.55</b>	<b>4420.18</b>	<b>6690702503.89</b>	<b>5437415.10</b>	
<b>MEDIA</b>	<b>16.62</b>	<b>20448.28</b>				
<b>Coeficiente de correlación - Excel:</b>				<b>0.512</b>		

**Gráfico N° 021: Coeficiente de correlación de Nitratos y Coliformes Fecales en el Afluente.**



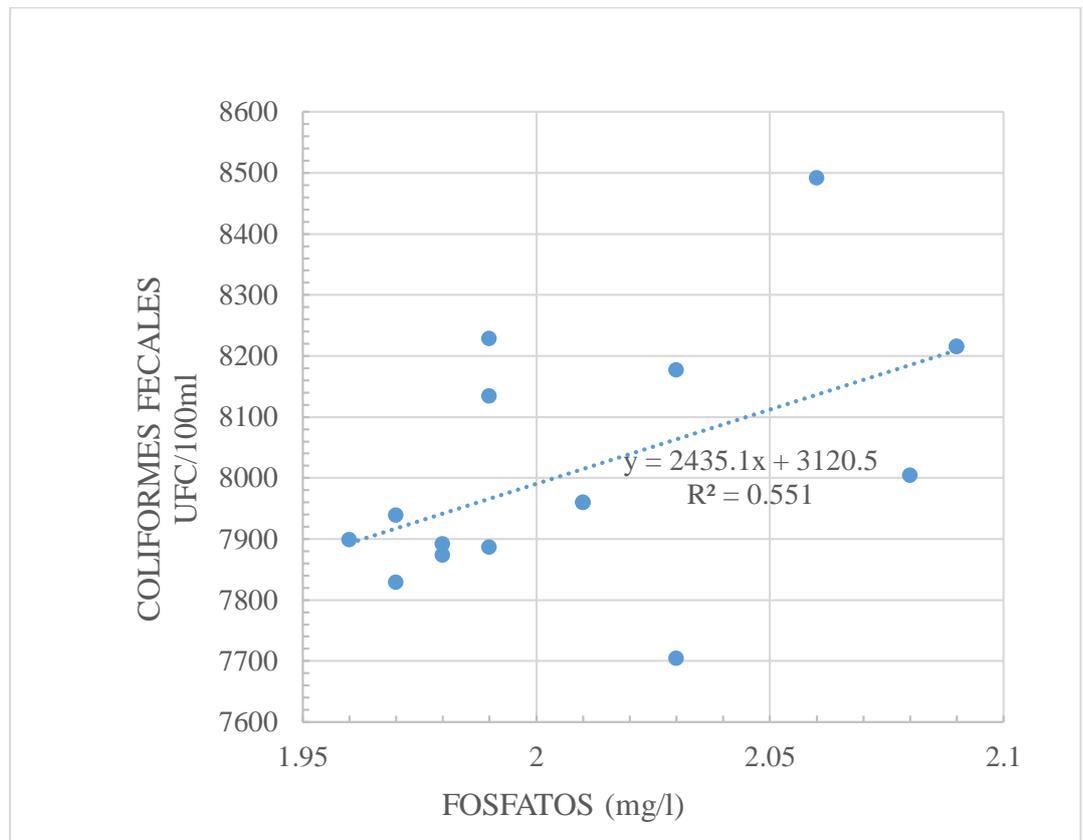
En el grafico se observa que el coeficiente de correlación  $R^2$  es igual a 0.512 lo cual indica que los puntos están más dispersos pero hay fuerte influencia positiva de los nitratos en el comportamiento poblacional de coliformes fecales.

- c. **Contrastación de Fosfatos con Coliformes Fecales en el Efluente.** Según el procedimiento estadístico de prueba de hipótesis para investigar si el indicador concentración de Fosfatos influye en la población de coliformes fecales en la Laguna de Oxidación de Calzada, se ha utilizado la prueba estadística Coeficiente de Correlación, que se muestra a continuación:

**CUADRO N° 005: CALCULOS DE COEFICIENTE DE CORRELACIÓN**

X	Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY		
2.03	8177.33	4.136	66868780.444	16629.970	N	16
2.06	8492.53	4.259	72123122.418	17525.843	$\Sigma X^2/N$	4.060
1.96	7899.02	3.832	62394499.941	15462.540	$\bar{X}^2$	4.059
1.99	8228.95	3.949	67715574.324	16351.614	$\Sigma X^2/N - \bar{X}^2$	0.002
1.99	8134.58	3.955	66171465.530	16177.058	S <sub>x</sub>	0.043
2.09	8215.33	4.368	67491701.778	17170.047	$\Sigma \bar{Y}^2/N$	64451202.841
1.99	7886.67	3.973	62199511.111	15720.756	$\bar{Y}^2$	64413672.946
2.01	7959.83	4.036	63358906.300	15991.680	$\Sigma Y^2/N - \bar{Y}^2$	37529.894
1.97	7939.02	3.900	63028021.454	15678.041	S <sub>y</sub>	193.726
1.98	7892.00	3.934	62283664.000	15652.467		
2.09	8215.33	4.368	67491701.778	17170.047	$\Sigma XY/N$	16173.444
2.08	8004.67	4.313	64074688.444	16623.024	$\bar{X}\bar{Y}$	16168.883
2.03	7704.83	4.114	59364417.594	15627.049	$\Sigma XY/N - \bar{X}\bar{Y}$	4.561
1.98	7873.41	3.907	61990603.924	15563.109	S <sub>x</sub> S <sub>y</sub>	8.275
2.01	7959.83	4.036	63358906.300	15991.680	r <sub>xy</sub>	0.551
1.97	7829.67	3.889	61303680.111	15440.181		
<b>Σ</b>	<b>32.23</b>	<b>128413.01</b>	<b>64.97</b>	<b>1031219245.45</b>	<b>258775.11</b>	
<b>MEDIA</b>	<b>2.01</b>	<b>8025.81</b>				
<b>Coefficiente de correlación - Excel:</b>			<b>0.551</b>			

**Gráfico N° 022: Coeficiente de correlación de Fosfatos y Coliformes Fecales en el Efluente.**



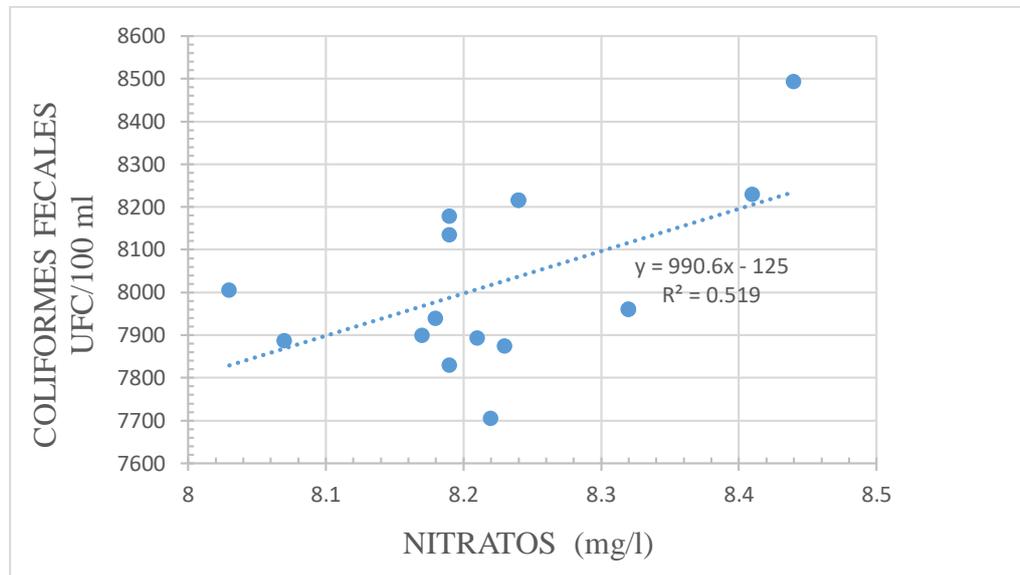
En el grafico se observa que el coeficiente de correlación  $R^2$  es igual a 0.551 por lo tanto existe influencia positiva de la fosfatos en el comportamiento poblacional de coliformes fecales, a pesar de haber dispersión de los puntos.

**d. Contrastación de Nitratos con Coliformes Fecales en el Efluente.** Según el procedimiento estadístico de prueba de hipótesis para investigar si el indicador concentración de Nitratos influye en la población de coliformes fecales en la Laguna de Oxidación de Calzada, se ha utilizado la prueba estadística Coeficiente de Correlación, que se muestra a continuación:

**CUADRO N° 006: CALCULOS DE COEFICIENTE DE CORRELACIÓN.**

X	Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY		
8.19	8177.33	67.080	66868780.444	66974.541	N	16
8.44	8492.53	71.166	72123122.418	71642.796	$\Sigma X^2/N$	67.727
8.17	7899.02	66.746	62394499.941	64533.764	$\bar{X}^2$	67.716
8.41	8228.95	70.811	67715574.324	69246.105	$\Sigma X^2/N - \bar{X}^2$	0.011
8.19	8134.58	67.032	66171465.530	66600.182	S <sub>x</sub>	0.104
8.24	8215.33	67.953	67491701.778	67721.731	$\Sigma \bar{Y}^2/N$	64451202.841
8.07	7886.67	65.071	62199511.111	63619.111	$\bar{Y}^2$	64413672.946
8.32	7959.83	69.243	63358906.300	66235.477	$\Sigma Y^2/N - \bar{Y}^2$	37529.894
8.18	7939.02	66.895	63028021.454	64932.871	S <sub>y</sub>	193.726
8.21	7892.00	67.459	62283664.000	64819.627		
8.24	8215.33	67.953	67491701.778	67721.731	$\Sigma XY/N$	66054.738
8.03	8004.67	64.481	64074688.444	64277.473	$\bar{X}\bar{Y}$	66044.328
8.22	7704.83	67.616	59364417.594	63355.925	$\Sigma XY/N - \bar{X}\bar{Y}$	10.410
8.23	7873.41	67.743	61990603.924	64803.062	S <sub>x</sub> S <sub>y</sub>	20.059
8.32	7959.83	69.243	63358906.300	66235.477	r <sub>xy</sub>	0.519
8.19	7829.67	67.141	61303680.111	64155.929		
<b>Σ</b>	<b>131.66</b>	<b>128413.01</b>	<b>1083.63</b>	<b>1031219245.45</b>	<b>1056875.80</b>	
<b>MEDIA</b>	<b>8.23</b>	<b>8025.81</b>				
<b>Coefficiente de correlación - Excel:</b>				<b>0.519</b>		

**Gráfico N° 023: Coeficiente de correlación de Nitratos y Coliformes Fecales en el Efluente.**



En el grafico se observa que el coeficiente de correlación  $R^2$  es igual a 0.519 por lo tanto existe influencia positiva de la nitratos en el comportamiento poblacional de coliformes fecales, a pesar de haber dispersión de los puntos.

### 3.2. DISCUSIONES

- Las aguas residuales de origen doméstico tienen una composición muy variada debido a la diversidad de factores que la afectan y a la naturaleza de la población residente, la mayor fuente de contaminación tiene su origen en los excrementos humanos y animales y en menor proporción en las aguas resultantes del lavado de ropa, preparación de alimentos y duchas.

Los resultados obtenidos del monitoreo durante el tiempo de muestreo se presentan a continuación:

- La temperatura promedio en el Afluente es de 22.43 °C y en el efluente de 23.05 °C, la poca variación es debido principalmente a la estabilidad térmica de la ciudad de Calzada y además no se identificaron empresas que puedan alterar la temperatura de las aguas residuales.
- El promedio obtenido de pH en el Afluente es 5.61 ello determina que el agua es ácida y en el Efluente es 6.98, indicando que es agua Neutra, el pH de las lagunas facultativas viene determinado fundamentalmente por la actividad fotosintética del fitoplancton y la degradación de la materia orgánica por las bacterias.

Las algas consumen anhídrido carbónico en la fotosíntesis, lo que desplaza el equilibrio de los carbonatos y da lugar a un aumento del pH. Por otra parte, la degradación de la materia orgánica conduce a la formación de CO<sub>2</sub> como producto final, lo que causa una disminución del pH.

- La concentración promedio de Fosfatos en el Afluente es de 7.18 mg/L y en el Efluente 2.01 mg/L, debido a un proceso degradación de la materia orgánica que se da en la Laguna.
- La concentración promedio de Nitratos en el Afluente es de 16.62 mg/L, por la descarga de materia orgánica y en el Efluente disminuye a 8.23 mg/L, debido al proceso de degradación de la materia orgánica que se da en la Laguna.
- La concentración promedio de Coliformes Termotolerantes (Coliformes Fecales) en el Afluente es de 20,448.28 UFC/100mL y en el Efluente 8,025.81 UFC/100mL, esto por el proceso de degradación de la materia orgánica que se da en la Laguna.

- El coeficiente de correlación de Fosfatos en el Afluyente es 0.609 y en el Efluente de 0.551 con Coliformes Fecales, indicando que a mayor concentración de fosfatos mayor será la población de coliformes fecales en ambos parámetros.
  
- El coeficiente de correlación de Nitratos en el Afluyente es 0.512 y en el Efluente es 0.519 en relación del comportamiento de coliformes fecales, se observa que la variación de estos parámetros es mínima, indicando que si aumenta la concentración de Nitratos aumenta el comportamiento de coliformes fecales respectivamente.

### 3.3. CONCLUSIONES.

- La caracterización del afluente de forma cualitativa en la laguna presenta una coloración gris verdosa por la presencia de materia orgánica y color azulado por los detergentes.
  - La temperatura promedio en el Afluentes es de 22.43 °C y en Efluente es de 23.05 °C.
  - El promedio obtenido de pH en el Afluente es 5.61 que es agua ácida y en el Efuente es 6.98 que es agua neutra.
  - La concentración promedio de Fosfatos en el Afluente es de 7.18 mg/L y en el Efluente 2.01 mg/L.
  - La concentración promedio de Nitratos en el Afluente es de 16.62 mg/L y en el Efluente 8.23 mg/L.
  - La concentración promedio de Coliformes Fecales en el Afluente es de 20,448.28 UFC/100mL y en el Efluente 8,025.81 UFC/100mL.
  
- Los coeficientes de correlación de Fosfatos en relación del comportamiento de coliformes fecales en el Afluente es 0.609 y en el Efluente es 0.551 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.
  
- Los coeficientes de correlación de Nitratos en relación del comportamiento de coliformes fecales en el Afluente es 0.512 y en el Efluente es 0.519 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

### **3.4. RECOMENDACIONES.**

- Realizar los análisis de los parámetros de fosfatos, nitratos y coliformes fecales con mayores frecuencias y en mayor tiempo, en referencia a la metodología realizada en la presente investigación, de la laguna del distrito de Calzada.
- Realizar los muestreos y análisis de muestras al interior de la laguna primaria del sistema estudiado.
- Realizar y monitorear la calidad del agua residual periódicamente para conocer el estado en que se encuentra los parámetros estudiados en la presente investigación además de los parámetros existentes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- **CIFUENTES et al.**, 1995 Monitoreo del río Texcoco México.
- **COHN, PERRY. D., COX, M. BEGER, P.** 2002 Aspectos de la Calidad del Agua, Salud y Estética, Mc Graw- Hill. Madrid.
- **CORDOVA ZAMORA MANUEL**, 2009 “Estadística Inferencial”, Segunda Edición. Lima Perú. MOSHERA S.RL.
- **CORTES, M., J. E**, 1993. Plantas de Tratamiento de Aguas residuales para pequeñas Comunidades, Disponible en <http://wikibooks.org/wiki/ingenier>.
- **CUBILLOS, J.A.** 1970 Lagunas de Estabilización su eficiencia en la remoción de materia orgánica y microorganismos en las condiciones del trópico – Universidad del Valle – Cali.
- **GARDUÑO, H.** 1994. Ingeniería y Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas
- **GEYER, J. C., Y LENTZ, J.** 1962 Diseño y Evaluación de Sistemas Sanitarios, Trabajo Realizado de la Universidad Johns Hopkins Escuela de Ingeniería.
- **GLYNN, J. HEINKE, G.** 1999 Ingeniería Ambiental 2ª edición Prentice Hall, Mexico.
- **GRADY, C. P., H, LIM.** 1980. Tratamiento Biológico de Aguas Residuales, Teoría y Aplicación, Marcel Dekker, New York.
- **LARA, J.** 2000 Depuración de Aguas Residuales Urbanas mediante humedales artificiales, Barcelona Politécnica de Cataluña, Máster en Ingeniería y gestión ambiental.
- **LEVINE, A. G., TCHOBANOGLIOUS y T. ASANO** 1985 Caracterización y Distribución Según el Tamaño de Contaminantes en Aguas Residuales: Tratamiento y Reutilización.
- **METCALF - EDDY, 1977** Tratamiento y Depuración de Aguas Residuales. Ed. Labor, S.A. Barcelona.
- **METCALF & EDDY, INC** 1995 Ingeniería de Aguas Residuales. Mc Graw Hill 3º edición.
- **RIVAS MIJARES, G.:** 1978 Tratamiento de Aguas Residuales. 2ª ed. Ediciones Vega. Caracas.
- **ROMERO, J.A.** 2004 Tratamiento de Aguas Residuales: teoría y principios de diseño. 3ª Ed. Editorial Escuela Colombia de Ingeniería.
- **SALVATO, J.** 1982 Ingeniería Ambiental y Saneamiento, Tercera edición, Wiley Nueva York.

- **SAWYER, C., MC CARTY, L, PARKIN, F.** 1994. Química para la Ingeniería Ambiental. Ed Mc Graw - Hill, New York.
- **SEOANEZ, M.** 1995. Expansión Urbana
- **SNOEYINK, V.L y JENKINS, D.** 1988 Química del Agua, 2da Edición; Jhon Wiley & Sons, Nueva York.
- **THOMAS, HECTOR, A.** 1885 Bacterial Desinties from Fermentation Tube Tests, Journal American Water Works Association.

# **ANEXOS**

**ANEXO N° 001: PANEL FOTOGRÁFICO:**

**Imagen: N° 001: Puntos de Muestreo en el Afluente**



**Imagen: N° 002: Proceso de Muestreo en el Afluente**



**Imagen: N° 003: Proceso de Muestreo en el Efluente**



**Imagen: N° 004: Lagunas**



**ANEXO N° 002: REPORTE DE DATOS OBTENIDOS DE CAMPO Y DEL ANÁLISIS DE LABORATORIO.**

N°	Fecha de Muestreo	N° de Muestras / día	Hora de muestreo	Parámetro – Afluente					Parámetro - Efluente				
				Temperatura (°C)	pH	Fosfatos (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (UFC/100mL)	Temperatura (°C)	pH	Fosfatos (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (UFC/100mL)
1	04/08/2014	1	06:00 a.m.	22.35	5.90	7.13	15.25	18,000	23.18	6.60	2.05	8.14	7,300
		2	12:00 p.m.	23.10	5.52	8.67	18.61	21,960	23.40	7.20	2.50	9.93	8,906
		3	06:00 p.m.	22.90	5.45	5.73	14.70	21,440	23.24	7.05	1.55	6.50	8,326
2	11/08/2014	4	06:00 a.m.	22.05	5.85	7.48	15.72	18,468	22.48	6.40	2.11	8.38	8,176
		5	12:00 p.m.	23.42	5.62	8.27	19.18	22,089	24.10	7.42	2.58	10.23	9,975
		6	06:00 p.m.	22.80	5.56	6.21	16.69	21,540	22.54	7.26	1.50	6.70	7,327
3	18/08/2014	7	06:00 a.m.	22.30	5.88	7.12	15.20	17,893	21.81	6.21	2.05	8.13	7,195
		8	12:00 p.m.	22.31	5.67	8.64	18.54	21,829	24.83	7.64	2.37	9.92	8,778
		9	06:00 p.m.	22.17	5.47	5.71	16.05	21,379	21.87	7.04	1.46	6.46	7,724
4	25/08/2014	10	06:00 a.m.	22.13	5.92	7.57	15.70	18,000	22.18	6.02	2.11	8.38	8,058
		11	12:00 p.m.	22.22	5.78	8.42	19.15	21,450	25.57	7.87	2.44	10.22	9,831
		12	06:00 p.m.	22.12	5.63	5.86	16.66	21,362	22.05	7.25	1.41	6.65	6,797
5	01/09/2014	13	06:00 a.m.	22.35	5.90	7.13	15.25	18,000	23.18	6.60	2.05	8.14	7,300
		14	12:00 p.m.	22.31	5.67	8.64	18.54	21,829	24.83	7.64	2.37	9.92	8,778
		15	06:00 p.m.	22.90	5.45	5.73	14.70	21,440	23.24	7.05	1.55	6.50	8,326
6	08/09/2014	16	06:00 a.m.	22.33	5.90	7.00	15.26	17,918	23.20	6.59	2.15	8.16	7,420
		17	12:00 p.m.	23.10	5.50	8.72	18.62	22,322	23.41	7.21	2.52	9.86	8,897
		18	06:00 p.m.	22.16	5.48	5.72	16.13	21,872	23.20	7.05	1.60	6.71	8,329

N°	Fecha de Muestreo	N° de Muestras / día	Hora de muestreo	Parámetro – Afluente					Parámetro - Efluente				
				Temperatura (°C)	pH	Fosfatos (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (UFC/100mL)	Temperatura (°C)	pH	Fosfatos (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (UFC/100mL)
7	15/09/2014	19	06:00 a.m.	22.10	5.80	7.17	15.01	17,773	22.54	6.21	2.04	8.23	7,322
		20	12:00 p.m.	22.22	5.47	8.00	17.75	21,673	22.66	7.45	2.32	9.43	8,324
		21	06:00 p.m.	22.70	5.37	5.76	16.00	21,233	23.15	7.09	1.62	6.54	8,014
8	22/09/2014	22	06:00 a.m.	22.05	5.85	7.48	15.72	18,468	22.48	6.40	2.11	8.38	8,176
		23	12:00 p.m.	23.10	5.52	8.67	18.61	21,960	23.40	7.20	2.50	9.93	8,906
		24	06:00 p.m.	22.12	5.63	5.83	16.66	21,350	22.05	7.25	1.41	6.65	6,797
9	29/09/2014	25	06:00 a.m.	22.28	5.76	7.16	15.00	17,994	22.00	6.22	2.10	8.16	7,315
		26	12:00 p.m.	22.33	5.26	8.64	18.54	21,829	24.83	7.64	2.37	9.92	8,778
		27	06:00 p.m.	22.17	5.36	5.71	16.05	21,379	21.87	7.04	1.46	6.46	7,724
10	06/10/2014	28	06:00 a.m.	22.10	5.80	7.17	15.01	17,773	22.54	6.21	2.09	8.23	7,520
		29	12:00 p.m.	22.18	5.46	8.39	17.98	21,683	22.62	7.68	2.25	9.87	8,541
		30	06:00 p.m.	22.70	5.37	5.76	16.00	21,233	23.15	7.09	1.61	6.54	7,615
11	13/10/2014	31	06:00 a.m.	22.33	5.90	7.24	15.26	17,918	23.20	6.59	2.15	8.16	7,420
		32	12:00 p.m.	23.10	5.50	8.71	18.62	22,126	23.41	7.21	2.52	9.86	8,897
		33	06:00 p.m.	22.16	5.48	5.65	16.13	22,105	23.20	7.05	1.60	6.71	8,329
12	20/10/2014	34	06:00 a.m.	22.10	5.89	7.18	15.24	17,765	22.46	6.24	2.07	8.16	7,905
		35	12:00 p.m.	22.22	5.47	8.00	17.75	21,673	22.66	7.45	2.37	9.43	8,764
		36	06:00 p.m.	22.50	5.28	5.82	15.87	21,223	22.95	6.99	1.79	6.50	7,345

N°	Fecha de Muestreo	N° de Muestras / día	Hora de muestreo	Parámetro – Afluente					Parámetro - Efluente				
				Temperatura (°C)	pH	Fosfatos (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (UFC/100mL)	Temperatura (°C)	pH	Fosfatos (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Coliformes Termotolerantes (UFC/100mL)
13	27/10/2014	37	06:00 a.m.	22.33	5.90	7.00	15.26	17,918	23.20	6.59	2.15	8.16	7,420
		38	12:00 p.m.	23.10	5.50	8.72	18.62	22,322	23.41	7.21	2.52	9.86	8,897
		39	06:00 p.m.	22.12	5.63	5.46	16.66	21,000	22.05	7.25	1.41	6.65	6,797
14	03/11/2014	40	06:00 a.m.	22.10	5.80	7.17	15.01	17,773	22.54	6.21	2.07	8.23	7,322
		41	12:00 p.m.	22.31	5.67	8.64	18.54	21,829	24.83	7.64	2.27	9.92	8,778
		42	06:00 p.m.	22.70	5.37	5.76	16.00	21,233	23.15	7.09	1.59	6.54	7,520
15	10/11/2014	43	06:00 a.m.	22.05	5.85	7.48	15.72	18,468	22.48	6.40	2.11	8.38	8,176
		44	12:00 p.m.	23.10	5.52	8.68	18.61	21,960	23.40	7.20	2.50	9.93	8,906
		45	06:00 p.m.	22.12	5.63	5.80	16.66	22,015	22.05	7.25	1.41	6.65	6,797
16	17/11/2014	46	06:00 a.m.	22.28	5.76	7.16	15.00	17,994	22.00	6.22	1.97	8.16	7,224
		47	12:00 p.m.	22.33	5.26	8.64	18.54	21,829	24.83	7.64	2.37	9.92	8,809
		48	06:00 p.m.	22.50	5.28	5.82	15.87	21,223	22.95	6.99	1.58	6.50	7,456

**ANEXO N° 003: INFORMES DE ENSAYO DE RESULTADOS DE LA  
CARACTERIZACIÓN**



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE  
AGUA Y SANEAMIENTO

**INFORME DE ENSAYO N° 056-2014/ANAQUIMICOS/CC**

**SOLICITANTE : ROLAN TELLO MARÍN**  
**MUESTRA : Agua Residual - Calzada**  
**FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 04-08-2014**  
**HORA TOMA DE MUESTRAS : 6:00 a.m - 12:00 p.m - 6:00 p.m**  
**MUESTREO : Por el Solicitante.**  
**FECHA DE EMISIÓN : 04-08-2014**

**RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN**

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS					
		AFLUENTE / Horas			EFLUENTE / Horas		
		6:00 a.m	12:00 p.m	6:00 p.m	6:00 a.m	12:00 p.m	6:00 p.m
Temperatura	°C	22.35	23.10	22.90	23.18	23.40	23.24
pH	pH	5.90	5.52	5.45	6.60	7.20	7.05
Fosfatos	mg/L	7.13	8.67	5.73	2.05	2.50	1.55
Nitratos	mg/L	15.25	18.61	14.70	8.14	9.93	6.50
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	18,000	21,960	21,440	7,300	8,906	8,326

ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.

  
Ing. Samuel López Chávez  
CIP. N° 140674  
TITULAR GERENTE

Dirección: Jr. San Francisco N° 230 – Moyobamba-San Martín – Perú  
Celular: 956430484 / RPM: #956430484/anaquimicos01@hotmail.com  
RUC: 20572240372



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE  
AGUA Y SANEAMIENTO

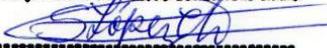
**INFORME DE ENSAYO N° 057-2014/ANAQUIMICOS/CC**

**SOLICITANTE** : **ROLAN TELLO MARÍN**  
**MUESTRA** : Agua Residual - Calzada  
**FECHA DE TOMA DE MUESTRA** : **11-08-2014**  
**HORA TOMA DE MUESTRAS** : 6:00 a.m - 12:00 p.m - 6:00 p.m  
**MUESTREADO** : Por el Solicitante.  
**FECHA DE EMISIÓN** : **11-08-2014**

**RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN**

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS					
		AFLUENTE / Horas			EFLUENTE / Horas		
		6:00 a.m	12:00 p.m	6:00 p.m	6:00 a.m	12:00 p.m	6:00 p.m
Temperatura	°C	22.05	23.42	22.80	22.48	24.10	22.54
pH	pH	5.85	5.62	5.56	6.40	7.42	7.26
Fosfatos	mg/L	7.48	8.27	6.21	2.11	2.58	1.50
Nitratos	mg/L	15.72	19.18	16.69	8.38	10.23	6.70
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	18,468	22,089	21,540	8,176	9,975	7,327

ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.

  
Ing. Samuel López Chávez  
CIP. N° 140674  
TITULAR GERENTE

Dirección: Jr. San Francisco N° 230 – Moyobamba-San Martín – Perú  
Celular: 956430484 / RPM: #956430484/anaquimicos01@hotmail.com  
RUC: 20572240372



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE  
AGUA Y SANEAMIENTO

**INFORME DE ENSAYO N° 058-2014/ANAQUIMICOS/CC**

**SOLICITANTE : ROLAN TELLO MARÍN**  
**MUESTRA : Agua Residual - Calzada**  
**FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 18-08-2014**  
**HORA TOMA DE MUESTRAS : 6:00 a.m, 12:00 p.m - 6:00 p.m**  
**MUESTREO : Por el Solicitante.**  
**FECHA DE EMISIÓN : 18-08-2014**

**RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN**

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS					
		AFLUENTE / Horas			EFLUENTE / Horas		
		6:00 a.m	12:00 p.m	6:00 p.m	6:00 a.m	12:00 p.m	6:00 p.m
Temperatura	°C	22.30	22.31	22.17	21.81	24.83	21.87
pH	pH	5.88	5.67	5.47	6.21	7.64	7.04
Fosfatos	mg/L	7.12	8.64	5.71	2.05	2.37	1.46
Nitratos	mg/L	15.20	18.54	16.05	8.13	9.92	6.46
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	17,893	21,829	21,379	7,195	8,778	7,724

ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.

  
Ing. Samuel Lopez Chávez  
CIP. N° 140674  
TITULAR GERENTE

Dirección: Jr. San Francisco N° 230 – Moyobamba-San Martín – Perú  
Celular: 956430484 / RPM: #956430484/anaquimicos01@hotmail.com  
RUC: 20572240372



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE  
AGUA Y SANEAMIENTO

**INFORME DE ENSAYO N° 059-2014/ANAQUIMICOS/CC**

**SOLICITANTE** : **ROLAN TELLO MARÍN**  
**MUESTRA** : Agua Residual - Calzada  
**FECHA DE TOMA DE MUESTRA** : **25-08-2014**  
**HORA TOMA DE MUESTRAS** : 6:00 a.m -12:00 p.m- 6:00 p.m  
**MUESTREADO** : Por el Solicitante.  
**FECHA DE EMISIÓN** : **25-08-2014**

**RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN**

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS					
		AFLUENTE / Horas			EFLUENTE / Horas		
		6:00 a.m	12:00 p.m	6:00 p.m	6:00 a.m	12:00 p.m	6:00 p.m
Temperatura	°C	22.13	22.22	22.12	22.18	25.57	22.05
pH	pH	5.92	5.78	5.63	6.02	7.87	7.25
Fosfatos	mg/L	7.57	8.42	5.86	2.11	2.44	1.41
Nitratos	mg/L	15.70	19.15	16.66	8.44	10.12	6.69
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	18,001	21,449	21,362	8,058	9,831	6,797

ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES P.I.L.L.

  
Ing. Samuel López Chávez  
CIP. N° 140674  
TITULAR GERENTE

Dirección: Jr. San Francisco N° 230 – Moyobamba-San Martín – Perú  
Celular: 956430484 / RPM: #956430484/anaquimicos01@hotmail.com  
RUC: 20572240372



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE  
AGUA Y SANEAMIENTO

**INFORME DE ENSAYO N° 060-2014/ANAQUIMICOS/CC**

**SOLICITANTE** : **ROLAN TELLO MARÍN**  
**MUESTRA** : Agua Residual - Calzada  
**FECHA DE TOMA DE MUESTRA** : **01-09-2014**  
**HORA TOMA DE MUESTRAS** : 06:00 a.m - 12:00 p.m - 06:00 p.m  
**MUESTREO** : Por el Solicitante.  
**FECHA DE EMISIÓN** : **01-09-2014**

**RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN**

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS					
		AFLUENTE / Horas			EFLUENTE / Horas		
		6:00 a.m	12:00 p.m	6:00 p.m	6:00 a.m	12:00 p.m	6:00 p.m
Temperatura	°C	22.33	22.29	22.94	23.19	24.81	23.25
pH	pH	5.87	5.65	5.50	6.58	7.65	7.06
Fosfatos	mg/L	7.11	8.61	5.78	2.07	2.36	1.54
Nitratos	mg/L	15.23	18.52	14.72	8.15	9.90	6.51
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	17,998	21,830	21,441	7,303	8,776	8,327

ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.

  
Ing. Samuel López Chávez  
CIP N° 140674  
TITULAR GERENTE

Dirección: Jr. San Francisco N° 230 – Moyobamba-San Martín – Perú  
Celular: 956430484 / RPM: #956430484/anaquimicos01@hotmail.com  
RUC: 20572240372



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE  
AGUA Y SANEAMIENTO

**INFORME DE ENSAYO N° 061-2014/ANAQUIMICOS/CC**

**SOLICITANTE : ROLAN TELLO MARÍN**  
**MUESTRA : Agua Residual - Calzada**  
**FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 08-09-2014**  
**HORA TOMA DE MUESTRAS : 6:00 a.m - 12:00 p.m - 6:00 p.m**  
**MUESTREADO : Por el Solicitante.**  
**FECHA DE EMISIÓN : 08-09-2014**

**RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN**

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS					
		AFLUENTE / Horas			EFLUENTE / Horas		
		6:00 a.m	12:00 p.m	6:00 p.m	6:00 a.m	12:00 p.m	6:00 p.m
Temperatura	°C	22.36	23.07	22.16	23.21	23.37	23.23
pH	pH	5.87	5.53	5.48	6.59	7.21	7.05
Fosfatos	mg/L	7.00	8.72	5.72	2.15	2.52	1.60
Nitratos	mg/L	15.26	18.62	16.13	8.16	9.86	6.71
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	17,918	22,322	21,872	7,420	8,897	8,329

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.S.

  
Ing. Samuel López Chávez  
CIP. N° 140674  
TITULAR GERENTE

Dirección: Jr. San Francisco N° 230 – Moyobamba-San Martín – Perú  
Celular: 956430484 / RPM: #956430484/anaquimicos01@hotmail.com  
RUC: 20572240372



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE  
AGUA Y SANEAMIENTO

**INFORME DE ENSAYO N° 062-2014/ANAQUIMICOS/CC**

**SOLICITANTE : ROLAN TELLO MARÍN**  
**MUESTRA : Agua Residual - Calzada**  
**FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 15-09-2014**  
**HORA TOMA DE MUESTRAS : 6:00 a.m -12:00 p.m - 6:00 p.m**  
**MUESTREO : Por el Solicitante.**  
**FECHA DE EMISIÓN : 15-09-2014**

**RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN**

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS					
		AFLUENTE / Horas			EFLUENTE / Horas		
		06:00 a.m	12:00 p.m	6:00 p.m	6:00 a.m	12:00 p.m	6:00 p.m
Temperatura	°C	22.19	22.23	22.60	22.54	22.66	23.15
pH	pH	5.80	5.47	5.37	6.19	7.44	7.12
Fosfatos	mg/L	7.17	8.00	5.76	2.04	2.32	1.62
Nitratos	mg/L	15.01	17.75	16.00	8.23	9.43	6.54
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	17,773	21,673	21,233	7,322	8,324	8,014

ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.S.

  
 Ing. Samuel López Chávez  
 CIP. N° 140674  
 TITULAR GERENTE

Dirección: Jr. San Francisco N° 230 – Moyobamba-San Martín – Perú  
 Celular: 956430484 / RPM: #956430484/anaquimicos01@hotmail.com  
 RUC: 20572240372



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE  
AGUA Y SANEAMIENTO

**INFORME DE ENSAYO N° 063-2014/ANAQUIMICOS/CC**

**SOLICITANTE : ROLAN TELLO MARÍN**  
**MUESTRA : Agua Residual - Calzada**  
**FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 22-09-2014**  
**HORA TOMA DE MUESTRAS : 6:00 a.m - 12:00 p.m - 6:00 p.m**  
**MUESTREO : Por el Solicitante.**  
**FECHA DE EMISIÓN : 22-09-2014**

**RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN**

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS					
		AFLUENTE / Horas			EFLUENTE / Horas		
		6:00 a.m	12:00 p.m	6:00 p.m	6:00 a.m	12:00 p.m	6:00 p.m
Temperatura	°C	22.06	23.12	22.09	22.48	23.42	22.06
pH	pH	5.84	5.55	5.61	6.36	7.22	7.27
Fosfatos	mg/L	7.46	8.69	5.83	2.12	2.53	1.37
Nitratos	mg/L	15.73	18.66	16.65	8.35	9.95	6.66
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	18,468	21,960	21,350	8,179	8,908	6,792

ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.

  
Ing. Samuel López Chávez  
CIP. N° 140674  
TITULAR GERENTE

Dirección: Jr. San Francisco N° 230 – Moyobamba-San Martín – Perú  
Celular: 956430484 / RPM: #956430484/anaquimicos01@hotmail.com  
RUC: 20572240372



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE  
AGUA Y SANEAMIENTO

**INFORME DE ENSAYO N° 064-2014/ANAQUIMICOS/CC**

**SOLICITANTE : ROLAN TELLO MARÍN**  
**MUESTRA : Agua Residual - Calzada**  
**FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 29-09-2014**  
**HORA TOMA DE MUESTRAS : 6:00 a.m -12:00 p.m - 6:00 p.m**  
**MUESTREADO : Por el Solicitante.**  
**FECHA DE EMISIÓN : 29-09-2014**

**RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN**

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS					
		AFLUENTE / Horas			EFLUENTE / Horas		
		6:00 a.m	12:00 p.m	6:00 p.m	6:00 a.m	12:00 p.m	6:00 p.m
Temperatura	°C	22.28	22.33	22.17	22.02	24.82	21.86
pH	pH	5.76	5.26	5.36	6.22	7.66	7.02
Fosfatos	mg/L	7.16	8.62	5.73	2.10	2.38	1.45
Nitratos	mg/L	15.00	18.51	16.08	8.20	9.85	6.49
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	17,994	21,829	21,379	7,319	8,776	7,722

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.

  
 Ing. Samuel López Chávez  
 CIR N° 140674  
 TITULAR GERENTE

Dirección: Jr. San Francisco N° 230 – Moyobamba-San Martín – Perú  
 Celular: 956430484 / RPM: #956430484/anaquimicos01@hotmail.com  
 RUC: 20572240372



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE  
AGUA Y SANEAMIENTO

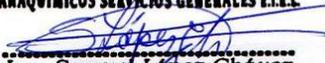
**INFORME DE ENSAYO N° 065-2014/ANAQUIMICOS/CC**

**SOLICITANTE : ROLAN TELLO MARÍN**  
**MUESTRA : Agua Residual - Calzada**  
**FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 06-10-2014**  
**HORA TOMA DE MUESTRAS : 06:00 a.m - 12:00 p.m - 6:00 p.m**  
**MUESTREO : Por el Solicitante.**  
**FECHA DE EMISIÓN : 06-10-2014**

**RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN**

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS					
		AFLUENTE / Horas			EFLUENTE / Horas		
		6:00 a.m	12:00 p.m	6:00 p.m	6:00 a.m	12:00 p.m	6:00 p.m
Temperatura	°C	22.10	22.18	22.70	22.54	22.62	23.15
pH	pH	5.82	5.46	5.35	6.21	7.68	7.09
Fosfatos	mg/L	7.15	8.40	5.77	2.09	2.25	1.61
Nitratos	mg/L	15.03	17.94	16.02	8.27	9.78	6.59
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	17,775	21,683	21,231	7,520	8,541	7,615

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.

  
Ing. Samuel López Chávez  
CIP. N° 140674  
TITULAR GERENTE

Dirección: Jr. San Francisco N° 230 – Moyobamba-San Martín – Perú  
Celular: 956430484 / RPM: #956430484/anaquimicos01@hotmail.com  
RUC: 20572240372



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE  
AGUA Y SANEAMIENTO

**INFORME DE ENSAYO N° 066-2014/ANAQUIMICOS/CC**

**SOLICITANTE : ROLAN TELLO MARÍN**  
**MUESTRA : Agua Residual - Calzada**  
**FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 13-10-2014**  
**HORA TOMA DE MUESTRAS : 6:00 a.m -12:00 p.m - 6:00 p.m**  
**MUESTREADO : Por el Solicitante.**  
**FECHA DE EMISIÓN : 13-10-2014**

**RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN**

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS					
		AFLUENTE / Horas			EFLUENTE / Horas		
		6:00 a.m	12:00 p.m	6:00 p.m	6:00 a.m	12:00 p.m	6:00 p.m
Temperatura	°C	22.30	23.11	22.18	23.17	23.48	23.16
pH	pH	5.93	5.49	5.46	6.64	7.17	7.03
Fosfatos	mg/L	7.24	8.70	5.65	2.16	2.48	1.63
Nitratos	mg/L	15.30	18.63	16.09	8.21	9.89	6.63
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	17,917	22,125	22,105	7,418	8,901	8,327

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.S.

  
Ing. Samuel López Chávez  
CIP. N° 140674  
TITULAR GERENTE

Dirección: Jr. San Francisco N° 230 – Moyobamba-San Martín – Perú  
Celular: 956430484 / RPM: #956430484/anaquimicos01@hotmail.com  
RUC: 20572240372



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE  
AGUA Y SANEAMIENTO

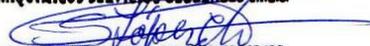
**INFORME DE ENSAYO N° 067-2014/ANAQUIMICOS/CC**

**SOLICITANTE : ROLAN TELLO MARÍN**  
**MUESTRA : Agua Residual - Calzada**  
**FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 20-10-2014**  
**HORA TOMA DE MUESTRAS : 06:00 a.m, 12:00 p.m y 06:00 p.m**  
**MUESTREO : Por el Solicitante.**  
**FECHA DE EMISIÓN : 20-10-2014**

**RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN**

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS					
		AFLUENTE / Horas			EFLUENTE / Horas		
		06:00 a.m	12:00 p.m	06:00 p.m	06:00 a.m	12:00 p.m	06:00 p.m
Temperatura	°C	22.08	22.24	22.50	22.46	22.68	22.95
pH	Ph	5.89	5.47	5.28	6.24	7.45	6.99
Fosfatos	mg/L	7.19	7.99	5.82	2.03	2.41	1.79
Nitratos	mg/L	15.24	17.77	15.85	8.16	9.43	6.50
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	17,765	21,673	21,223	7,905	8,764	7,345

ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.

  
Ing. Samuel López Chávez  
CIP. N° 140674  
TITULAR GERENTE

Dirección: Jr. San Francisco N° 230 – Moyobamba-San Martín – Perú  
Celular: 956430484 / RPM: #956430484/anaquimicos01@hotmail.com  
RUC: 20572240372



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE  
AGUA Y SANEAMIENTO

**INFORME DE ENSAYO N° 068-2014/ANAQUIMICOS/CC**

**SOLICITANTE : ROLAN TELLO MARÍN**  
**MUESTRA : Agua Residual - Calzada**  
**FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 27-10-2014**  
**HORA TOMA DE MUESTRAS : 06:00 a.m -12:00 p.m - 6:00 p.m**  
**MUESTREADO : Por el Solicitante.**  
**FECHA DE EMISIÓN : 27-10-2014**

**RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN**

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS					
		AFLUENTE / Horas			EFLUENTE / Horas		
		6:00 a.m	12:00 p.m	6:00 p.m	6:00 a.m	12:00 p.m	6:00 p.m
Temperatura	°C	22.29	23.14	22.12	23.22	23.43	22.01
pH	pH	5.86	5.51	5.66	6.54	7.23	7.28
Fosfatos	mg/L	7.06	8.66	5.46	2.17	2.55	1.36
Nitratos	mg/L	15.29	18.64	16.61	8.22	9.88	6.57
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	17,920	22,319	21,001	7,423	8,900	6,791

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.

  
 Ing. Samuel López Chávez  
 CIP. N° 140674  
 TITULAR GERENTE

Dirección: Jr. San Francisco N° 230 – Moyobamba-San Martín – Perú  
 Celular: 956430484 / RPM: #956430484/anaquimicos01@hotmail.com  
 RUC: 20572240372



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE  
AGUA Y SANEAMIENTO

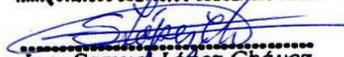
**INFORME DE ENSAYO N° 069-2014/ANAQUIMICOS/CC**

**SOLICITANTE : ROLAN TELLO MARÍN**  
**MUESTRA : Agua Residual - Calzada**  
**FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 03-11-2014**  
**HORA TOMA DE MUESTRAS : 6:00 a.m - 12:00 p.m - 6:00 p.m**  
**MUESTREO : Por el Solicitante.**  
**FECHA DE EMISIÓN : 03-11-2014**

**RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN**

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS					
		AFLUENTE / Horas			EFLUENTE / Horas		
		6:00 a.m	12:00 p.m	6:00 p.m	6:00 a.m	12:00 p.m	6:00 p.m
Temperatura	°C	22.20	22.38	22.55	22.59	24.79	23.14
pH	pH	5.82	5.67	5.34	6.25	7.68	7.01
Fosfatos	mg/L	7.10	8.63	5.84	2.07	2.27	1.59
Nitratos	mg/L	15.04	18.55	15.98	8.26	9.83	6.60
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	17,777	21,831	21,230	7,327	8,776	7,517

ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.S.

  
Ing. Samuel López Chávez  
CIP. N° 140674  
TITULAR GERENTE

Dirección: Jr. San Francisco N° 230 – Moyobamba-San Martín – Perú  
Celular: 956430484 / RPM: #956430484/anaquimicos01@hotmail.com  
RUC: 20572240372



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE  
AGUA Y SANEAMIENTO

**INFORME DE ENSAYO N° 070-2014/ANAQUIMICOS/CC**

**SOLICITANTE : ROLAN TELLO MARÍN**  
**MUESTRA : Agua Residual - Calzada**  
**FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 10-11-2014**  
**HORA TOMA DE MUESTRAS : 6:00 a.m -12:00 p.m - 6:00 p.m**  
**MUESTREO : Por el Solicitante.**  
**FECHA DE EMISIÓN : 10-11-2014**

**RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN**

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS					
		AFLUENTE / Horas			EFLUENTE / Horas		
		6:00 a.m	12:00 p.m	6:00 p.m	6:00 a.m	12:00 p.m	6:00 p.m
Temperatura	°C	22.02	23.08	22.15	22.51	23.38	22.04
pH	pH	5.81	5.48	5.63	6.45	7.16	7.24
Fosfatos	mg/L	7.48	8.68	5.80	2.15	2.56	1.31
Nitratos	mg/L	15.75	18.65	16.65	8.39	9.84	6.73
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	18,466	21,962	22,015	8,170	8,910	6,799

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.L.

  
 Ing. Samuel López Chávez  
 CIP. N° 140674  
 TITULAR GERENTE

Dirección: Jr. San Francisco N° 230 – Moyobamba-San Martín – Perú  
 Celular: 956430484 / RPM: #956430484/anaquimicos01@hotmail.com  
 RUC: 20572240372



ESPECIALISTAS EN CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICO Y BIOLÓGICO DE  
AGUA Y SANEAMIENTO

**INFORME DE ENSAYO N° 071-2014/ANAQUIMICOS/CC**

**SOLICITANTE : ROLAN TELLO MARÍN**  
**MUESTRA : Agua Residual - Calzada**  
**FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 17-11-2014**  
**HORA TOMA DE MUESTRAS : 6:00 a.m-12:00 p.m - 6:00 p.m**  
**MUESTREO : Por el Solicitante.**  
**FECHA DE EMISIÓN : 17-11-2014**

**RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN**

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADOS					
		AFLUENTE / Horas			EFLUENTE / Horas		
		6:00 a.m	12:00 p.m	6:00 p.m	6:00 a.m	12:00 p.m	6:00 p.m
Temperatura	°C	22.25	22.34	22.52	22.03	24.84	22.91
pH	pH	5.74	5.27	5.29	6.23	7.67	6.95
Fosfatos	mg/L	7.12	8.65	5.85	1.97	2.37	1.58
Nitratos	mg/L	15.05	18.52	15.84	8.18	9.82	6.58
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	17,998	21,828	21,221	7,224	8,809	7,456

ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES S.R.L.

  
Ing. Samuel López Chávez  
CIP. N° 140674  
TITULAR GERENTE

Dirección: Jr. San Francisco N° 230 – Moyobamba-San Martín – Perú  
Celular: 956430484 / RPM: #956430484/anaquimicos01@hotmail.com  
RUC: 20572240372