



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

“Determinación del grado de contaminación del río Chancay por las aguas residuales municipales en el sector agua salada del Distrito Chancay Baños”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORA:

Br. Vásquez Ruiz Betty Yane (ORCID: 0000-0002-3536-5718)

ASESOR:

Mg. Purihuaman Leonardo Celso Nazario (ORCID: 0000-0003-1270-0402)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

CHICLAYO – PERÚ

2019

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a Dios por darme la vida, sabiduría e inteligencia para seguir con mis objetivos trazados y llegar a ser una persona de bien.

Está dedicado a mis padres y mis hijos por el gran apoyo que me brindaron en todo momento de mi vida, además a las personas que, con su ayuda, sus consejos, sus valores éticos y la motivación constante, han permitido que culmine con éxito mis estudios profesionales y logré ser una persona al servicio de nuestra nación.

A la Universidad Cesar Vallejo por haberme permitido realizar mis estudios profesionales y a mi Asesor el Ing. Celso Nazario Purihuaman Leonardo ya que fue de mucha ayuda para elaborar y culminar mi trabajo de investigación.

Betty Yane

Agradecimiento

Agradecer a Dios por guiarme cada día para seguir adelante.

Agradecer a mis padres por estar siempre apoyándome en todo lo que he necesitado para poder cumplir mi sueño de terminar mi carrera profesional.

A la Universidad César Vallejo, por abrirme las puertas de la institución y darme la oportunidad de estudiar en esta casa de estudios la carrera profesional de Ingeniería Ambiental, agradecer el apoyo de los docentes que gracias a sus conocimientos y actitudes permitieron terminar esta carrera trazada y realizarme como profesional.

La Autora

Página del Jurado

Declaratoria de Autenticidad

Yo, Betty Yanet Vásquez Ruiz con DNI N° 40472750 a consecuencia de cumplir con los requerimientos considerados en la Ley de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejos, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es verás y auténtico.

Por lo consiguiente, declaro bajo juramento que todo los datos e información presentados en esta tesis denominada *“Determinación del grado de contaminación del río Chancay por las aguas residuales municipales en el sector agua salada del Distrito Chancay Baños”* son de mi autoría.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad de los documentos, así como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en los reglamentos académicos de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo abril del 2019



.....
BETTY YANET VÁSQUEZ RUIZ

DNI N° 40472750

ÍNDICE

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática.....	3
1.1.1. Internacional.....	3
1.1.2. Nacional.....	3
1.1.3. Regional.....	3
1.1.4. Local.....	4
1.2. Trabajos Previos.....	4
1.2.1. A Nivel Internacional.....	4
1.2.2. A Nivel Nacional.....	5
1.2.3. A Nivel Local.....	5
1.3. Parámetros de Caracterización de las aguas residuales	6
1.4. Formulación del problema.....	10
1.5. Justificación del estudio:	10
1.5.1. Justificación Económica.....	10
1.5.2. Justificación Ambiental.....	11
1.5.3. Justificación Tecnológica.....	11
1.5.4. Justificación Teórica.....	11
1.5.5. Justificación social.....	12
1.6. Hipótesis.....	12
1.7. Objetivos:.....	12
1.7.1. Objetivos General.....	12
1.7.2. Objetivos Específicos.....	12
II. MÉTODO.....	13
2.1. Tipo y diseño de Investigación.....	13
2.1.1. Tipo de investigación.....	13
2.1.2. Diseño de investigación.....	13

2.2. Variables de operacionalización.....	15
2.2.1. Operacionalización de variables.....	15
2.3. Población y muestra.....	17
2.3.1. Población.....	17
2.3.2. Muestra.....	17
2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	17
2.4.1. Técnicas:	17
2.4.2. Instrumentos de investigación.....	18
2.5. Métodos de análisis de datos.....	18
2.6. Aspectos éticos.....	18
III. RESULTADOS.....	19
3.1. Materiales y Métodos.....	19
3.1.2. Técnicas y método de recolección de muestras.....	19
3.1.3. Determinación de los parámetros físicas.....	20
3.1.4. Determinación de los parámetros químicos.....	21
3.1.5. Determinación de los Parámetros Microbiológica.....	21
3.2. Resultados.....	22
3.2.1. Determinación del caudal de aguas residuales descargadas al río y caudal del río	22
3.2.2. Variación de parámetros físicos, químicos y microbiológicos.....	23
3.2.2.1. Resumen de la variable de los parámetros.....	23
3.2.2.2. Parámetros físicos.....	25
3.2.2.3. Parámetros Químicos.....	30
3.2.2.4. Parámetros Microbiológico.....	34
3.3. Análisis Estadístico.....	36
3.3.1. Correlación de Pearson entre: PH y CE, OD y T°, CE y SST.....	36
3.3.2. ANOVA de los factores:.....	39
IV. DISCUSIÓN.....	41
V. CONCLUSIONES.	42
VI. RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS	44
ANEXOS.....	46

RESUMEN

El objetivo es determinar el grado de contaminación del río Chancay en el sector Agua Salada distrito de Chancay Baños, provincia de Santa Cruz, causado por las aguas residuales generadas en la zona urbana de dicho distrito, donde se evaluaron los parámetros físicos, químicos y biológicos de las aguas residuales y donde se recomienda el mejoramiento de las lagunas de oxidación que se tiene con la incorporación de cepas microbianas para solubilizar los sólidos generados y verter aguas sin contaminación al cuerpo receptor. Para el análisis del agua se establecieron tres estaciones de muestreo donde los parámetros Temperatura, pH, conductividad eléctrica, Sólidos Suspendidos Totales, DBO5, DQO, Oxígeno Disuelto, aceites y Grasa, según resultados de campo y laboratorio no superaron las ECA's Agua según el DS N° 004 – 2017 – MINAM, en cambio los Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes superaron, pero moderadamente donde se descarga el vertimiento. Lo que se puede concluir en forma general, que las aguas del río en este sector de estudio pueden ser utilizadas incluso para uso poblacional, pero con tratamiento especial y para uso agrícola y pecuario sin ningún problema y esto mejoraría mucho más si la Municipalidad tomara acciones más concretas para mejoramiento de la calidad de sus aguas residuales.

Palabras claves: Aguas residuales; Contaminación, Planta de tratamiento.

ABSTRACT

The objective is to determine the degree of contamination of the Chancay River in the Agua Salada sector of Chancay Baños, province of Santa Cruz, caused by the wastewater generated in the urban area of said district, where the physical, chemical and biological parameters of the wastewater and where it is recommended to improve the oxidation lagoons that have the incorporation of microbial strains to solubilize the generated solids and pour water without contamination to the recipient body. For the analysis of water, three sampling stations were established where the parameters Temperature, pH, electrical conductivity, Total Suspended Solids, BOD5, COD, Dissolved Oxygen, oils and Fat, according to field and laboratory results, did not exceed the ECAs. DS No. 004 - 2017 - MINAM, on the other hand Coliforms Totals and Coliforms Thermotolerant exceeded, but moderately where discharge is discharged. What can be concluded in a general way, that the waters of the river in this sector of study can be used even for population use, but with special treatment and for agricultural and livestock use without any problem and this would improve much more if the Municipality take actions more concrete to improve the quality of its wastewater.

Keywords: Wastewater; Pollution, Treatment plant.

I. INTRODUCCIÓN

En nuestro país, el vertido directo de diversos contaminantes a los ríos constituye un grave problema indetenible, esto se deriva principalmente por la descarga de aguas servidas de los asentamientos poblacionales que se encuentran a lo largo y ancho de los cauces de los ríos evidenciando su degradación permanente (Fernández, 2005).

El decrecimiento de la calidad del agua es un problema muy complicado e atender en nuestro país, donde el río Chancay también está inmerso. Este río forma parte de la Cuenca Chancay Lambayeque, cuyas aguas mayoritariamente son utilizadas en las extensas tierras arroceras del departamento de Lambayeque.

Las aguas residual urbanas y municipales, se produce en todos los asentamientos urbanos ubicados ya sea en áreas rurales y/o urbanos; desde pequeñas hasta las grandes ciudades; desde casas habitaciones con pobladores de exiguo poder adquisitivo hasta aquellas en las que la disponibilidad económica les permite tener mejores condiciones de vida y según la historia esto se deriva desde tiempos muy remotos hasta la actualidad (Benites, 2014).

El incremento de aguas residuales domésticas y municipales se atribuye al crecimiento urbano, y son los ecosistemas acuáticos los más afectados por estos impactos (Chávez, Leiva y Coroto, 2016). En todas estas circunstancias se ha considerado que las aguas superficiales de lagos, lagunas, ríos y quebradas y en última instancia el mar es el lugar final donde se evacuan o vierten dichas aguas.

El objetivo de la presente investigación, es determinar el grado de contaminación del río Chancay causado por vertimiento de aguas residuales de la zona urbana del distrito de Chancay Baños sector Agua Salada, conociendo esta problemática, permitirá tomar medidas de prevención a efecto de evitar su contaminación y poder usarlas en diversas actividades.

En ese sentido las aguas residuales sin tratar o tratadas en forma inadecuada se convierten en focos infecciosos para los ecosistemas acuáticos, la salud humana, así como para la flora y fauna del entorno acuático.

Actualmente lo que ha variado son las técnicas de tratamiento y el uso de modernos equipos de tecnología más avanzadas; en otros términos, desde el uso de lagunas

facultativas o lagunas de oxidación hasta plantas de tratamiento compactas, donde ingresan las aguas residuales muy contaminadas y son tratadas hasta obtener aguas adecuadas para regar cultivos y en algunos casos para los animales. Esto se basa en la teoría que el agua residual es un recurso que se debe reutilizar (Niquen, 2017).

En el caso del distrito de Chancay Baños, provincia de Santa Cruz, departamento de Cajamarca, las aguas residuales urbanas y municipales de la zona urbana del mencionado distrito, se vierte directamente al río Chancay, contaminándolo en sus características físicas, químicas y microbiológicas.

1.1. Realidad Problemática.

1.1.1 Internacional.

La conservación de los ríos es una preocupación constante a nivel mundial, nacional, regional y local producto debido a las actividades humanas variadas se realiza a diario.

Por ejemplo, Arellano, Ortega y Gesundhit (2012) mencionan que, la contaminación afecta diversas cuencas mexicanas, debido a la falta de un marco legal preciso que pueda frenar los vertidos residuales.

Sumado a esto, las diversas actividades económicas y sociales, influyen de modo significativo sobre los recursos naturales destinados especialmente a uso agrícola, doméstico o industrial. Gestión que ha dejado en un segundo plano la integridad natural de los diversos ecosistemas que conforman el medio ambiente donde radican los asentamientos humanos.

1.1.2. Nacional.

Como problemática nacional se toma en cuenta lo manifestado por Alvariño y Lannacone (2012), quienes mencionan que la mayor contaminación por coliformes del río Rímac proveniente del río Huaycoloro.

Esta realidad en nuestra capital es un reflejo de los graves problemas que adolecen a nivel nacional todas las ciudades medianas y grandes de nuestro país y al respecto poco o nada se hace por aliviar este mal, que contamina el agua utilizada tanto para consumo agrícola como para uso poblacional.

1.1.3. Regional.

La Autoridad Nacional del Agua (2009), reporta una moderada contaminación por coliformes en la cuenca Chancay - Lambayeque, pero hay presencia de plomo y arsénico en algunas estaciones.

La Dirección General de Salud Ambiental (2007) y la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental - Cajamarca monitorean la parte alta de la cuenca, indicando que todos los valores se encuentran dentro de lo establecido.

1.1.4. Local.

La región Cajamarca, provincia Santa Cruz, alberga al distrito Chancay Baños, que forma parte de la Cuenca Río Chancay – Lambayeque que, por el incremento de su población, sus aguas residuales constituyen un problema para la municipalidad que solo cuenta con pozas de oxidación, que no son manejados adecuadamente antes de llegar al río, afectando el ecosistema acuático.

1.2. Trabajos Previos.

1.2.1. A Nivel Internacional.

Rubio (2014) su artículo buscó determinar el índice de calidad para la presa La Boquilla – Chihuahua - México, llegando a concluir que la calidad del agua se mantiene en buen estado, pero varía por diversas condiciones durante el año.

Este artículo permite o ayuda a determinar el comportamiento de los parámetros del agua en estudio, los mismos que dependen de factores ambientales y vertidos residuales que afectan la calidad del agua y deterioran los ecosistemas acuáticos por la concentración de elementos nocivos.

Posada, et al (2013). En su artículo, sobre las aguas del río Medellín – Colombia, menciona que: los vertidos naturales e industriales generan un sin número de variables que marcan el comportamiento del río.

Para el comportamiento ambiental de los ríos se basan en unos parámetros que dependen del oxígeno disuelto y de la temperatura. Para tener un buen resultado de los exámenes realizados en los ríos se deben evaluar muchas pruebas (muestreos) evaluados en cada estación por la cual pasa el río.

González y Navarrete (2015) buscaron determinar las principales fuentes de contaminación del río Portoviejo - Andrés de Vera y Picoazá, llegando a concluir que: el vertido de aguas residuales afecta a la cuenca.

La contaminación de los ríos se realiza por diferentes factores como el arrojado de residuos sólidos, pero el factor más contaminante son las aguas residuales ya que

en la mayoría de ciudades no son tratadas, incumpliendo las normas de conservación.

Vintimilla (2016), En su trabajo de investigación estudió la cuenca del río Tomebamba - Monay, llegando a identificar que: "...los vertidos clandestinos residuales e industriales, son la mayor fuente de contaminación." Por lo que debe implementarse sistemas de control.

Rojas (2011) averiguó la contaminación de la cuenca del Río San Pedro, manifiesta: "...los factores de contaminación, nos permiten determinar el uso que se le puede dar a los suelos con dichas aguas, el cual mayormente son de uso agrícola y para plantas de tallo alto."

1.2.2. A Nivel Nacional.

Chávez, Leiva y Coroto (2016) buscan determinar las características de las aguas residuales en Chachapoyas – Amazonas, concluyen que los vertimientos de origen casero u domiciliario, producto del crecimiento poblacional, afectan a los ecosistemas acuáticos.

Valle (2015) evalúa la contaminación de aguas en el valle Chancay Huaral, donde emplea el método estadístico, monitoreo y muestreo. Se identificó 92 puntos de vertimiento y 15 de residuos sólidos.

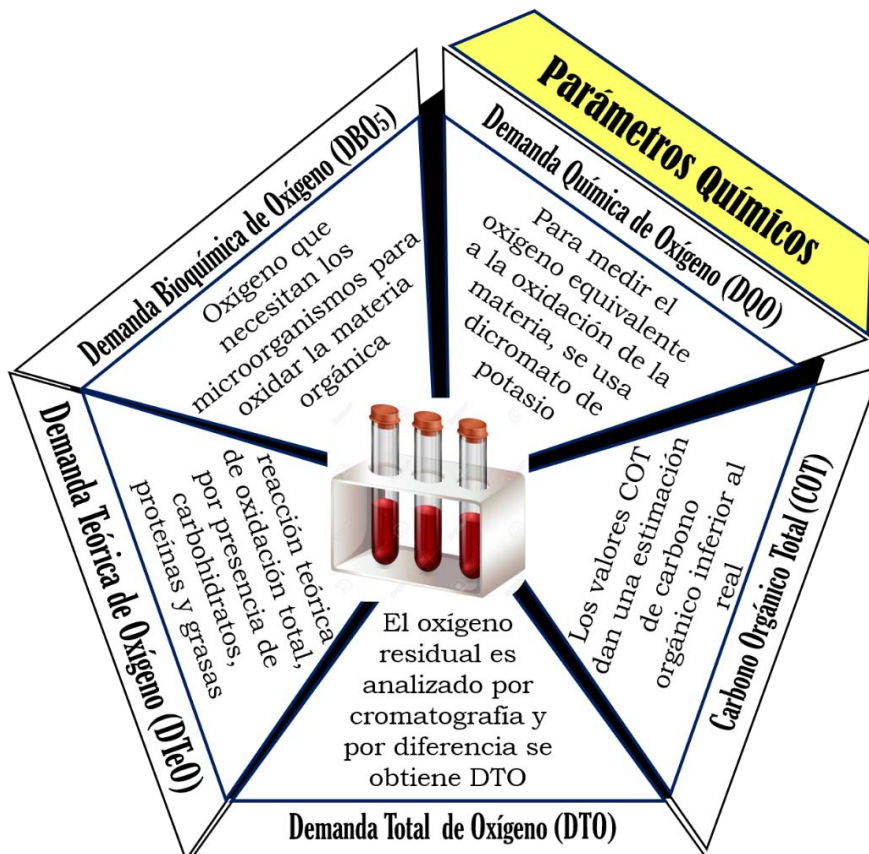
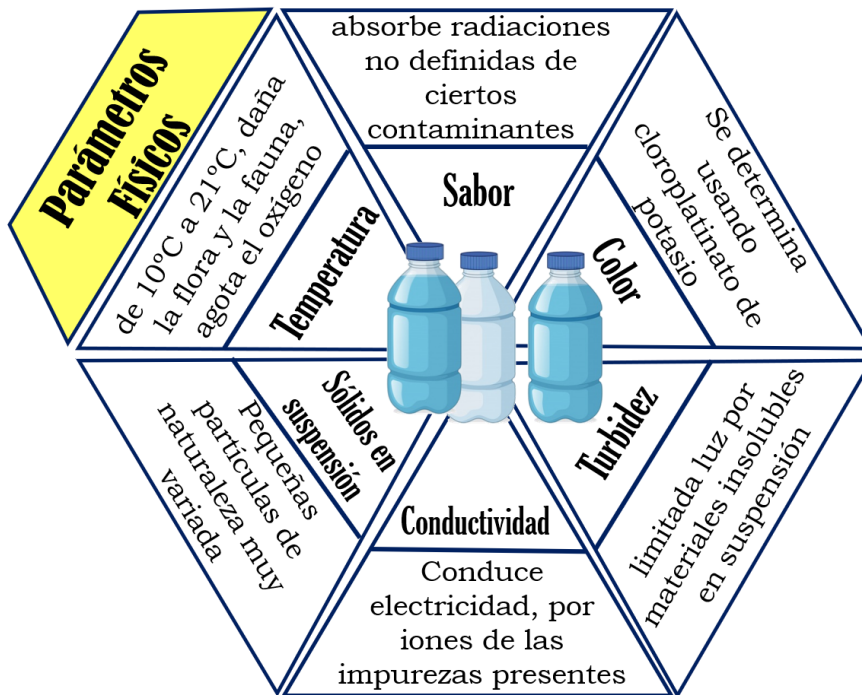
Llegando a la conclusión que los vertimientos poblacionales son fuentes de contaminación, que superan lo previsto, por lo que, la calidad del agua disminuye cuando el agua se acerca más a las zonas costeras.

Neira (2014) en su tesis, reportó que en el río Torococha – Juliaca: "...la contaminación es causada directamente por las descargas de aguas residuales al cauce del río..."

1.2.3. A Nivel Local.

Culqui Lozada (2013) buscó determinar el efecto de la actividad humana en la calidad del agua, llega a la siguiente conclusión: "Que se han identificado 150 fuentes contaminantes con influencia directa e indirecta al río Chancay, generado por actividades antropogénicas, además el pH, la conductividad eléctrica, ..."

1.3. Parámetros de Caracterización las Aguas Residuales. García, et al (2006).



Fuente: Elaboración propia.

Características biológicas de las aguas residuales

Según la concentración de organismos, la temperatura y el pH, pueden ser:

Bacterias coliformes	Pueden ser de origen fecal o bacterias implicadas en procesos de biodegradación, tanto en la naturaleza como en las plantas de tratamiento.
Virus	Proceden de la excreción de individuos infectados, ya sean humanos o animales. Pueden adsorberse a sólidos fecales y otras materias, sobreviviendo durante tiempos prolongados en las aguas residuales.
Algas	crecen por la presencia de fósforo y nitrógeno en las aguas residuales, así como de carbono y vestigios de hierro y cobalto, dando lugar a procesos de eutrofización. Este fenómeno está producido principalmente por algas de los géneros <i>Anacystis</i> , <i>Anabaena</i>
Protozoos	Son frecuentes, las amebas, flagelados y ciliados libres y fijos. Muy importantes en los procesos de tratamiento biológico, especialmente en filtros percoladores y fangos activados. Pueden eliminar bacterias suspendidas en el agua, ya que éstos no sedimentan, evitando la producción de efluentes con turbidez.
Hongos	La mayoría son aerobios estrictos, pueden tolerar valores de pH relativamente bajos, y tienen baja demanda de nitrógeno. Esto les hace desempeñar una función importante en el tratamiento de aguas residuales industriales.

Fuente: (Espigares y Pérez, 1985, p. 19).

Principales contaminantes.

Objetos gruesos	trozos de madera, trapos, plásticos, etc. arrojados a la red de alcantarillado.
Arenas	arena propiamente dicha, gravas y partículas más o menos grandes de origen mineral u orgánico.
Grasas y aceites	sustancias que al no mezclarse con el agua permanecen en su superficie dando lugar a natas.
sustancias que requieren de oxígeno	compuestos orgánicos e inorgánicos de fácil oxidación, que provocan el consumo del oxígeno presente en el medio que se vierten.
Nutrientes (nitrógeno y fosforo)	su presencia en las aguas es debido principalmente a detergentes y fertilizantes. Igualmente, a las excretas humanas aportan nitrógeno orgánico.
Agentes patógenos	organismos (bacterias, protozoos, helmintos y virus), presentes en mayor o menor cantidad en las aguas residuales que pueden producir o transmitir enfermedades.
contaminantes emergentes o prioritarios	generados por los hábitos de consumo de la sociedad actual. Aparecen añadidos a productos de cuidado personal, de limpieza doméstica, farmacéuticos, entre otros

Fuente: García, *et al* (2006)

Parámetros empleados para caracterizar las aguas residuales urbanas.

Aceites y grasas	se determina mediante su extracción previa, con un disolvente y su posterior evaporación.
Sólidos en suspensión	es la fracción de los sólidos totales retenidos por una membrana filtrante de 0,45µm. Está compuesto por sólidos sedimentables y no sedimentables.
Nitrógeno	se presenta en forma de nitrógeno orgánico, amoníaco y en menor cantidad, de nitratos y nitritos. Se cuantifica con métodos espectrofotométricos.
Fosforo	en aguas residuales aparece como fosfatos orgánicos y poli fosfatos. Su determinación se realiza mediante métodos espectrofotométricos.
Organismos patógenos	se encuentran en muy pequeñas cantidades y son muy difíciles de aislar, se emplea los coliformes como organismo indicador.

Fuente: García, *et al* (2006)

Principales contaminantes de las aguas residuales.

Materia orgánica biodegradable.	Agota el oxígeno y provoca condiciones sépticas. (DBO, DBQ)
Materia orgánica refractaria.	Contienen productos tóxicos o cancerígenos (pesticidas, fungicidas, herbicidas, fenoles).
Nutrientes (nitrógeno, fosforo y carbono)	Estimulan el crecimiento de una vida acuática no deseada y contaminan las aguas superficiales y subterráneas.
Metales pesados.	Proviene de aguas residuales comerciales e industriales y son peligrosos por su alta toxicidad.
Compuestos tóxicos.	plata, cobre, boro, cianuro, cromatos, cromo, plomo y arsénico son tóxicos y limitan la depuración biológica.

Fuente: García, *et al* (2006)

Necesidades de depuración de aguas residuales urbanas.

Para **García, et al (2006)**, los vertidos urbanos deterioran la calidad del agua y limitan su reutilización.

Provocan: la aparición de fangos y flotantes en las orillas de los ríos, agota el oxígeno en las aguas, estimula el fenómeno de eutrofización que provoca la propagación de vegetales, causa daño a la salud pública al diseminar virus y bacterias e influye sobre la microbiología natural al incrementar la producción de bacterias nocivas a los ecosistemas acuáticos.

Límite Máximo Permisible (LMP).

Valores límites de contaminantes para evitar daños ecológicos y humanos. (Decreto Supremo N° 003- 2010- MINAM).

Tabla N° 1

Límites Máximos Permisibles del ANA

Parámetros	Unidad	LMP de Efluentes para Vertidos a Cuerpos de Agua
Aceites y Grasas	mg/L	20
Coliformes termo tolerantes	NMP/L	10
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
PH	Unidad	8.5 - 8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	150
Temperatura	°C	< 35

Fuente: Normas Legales Diario Oficial el Peruano (2010)

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas y/o Municipales

Espacio físico para depurar aguas residuales domésticas y/o municipales.

Valores Máximos Admisibles (VMA).

Nivel elevado de concentraciones tóxicas que causan daño a la infraestructura, maquinaria y equipos y limitan el tratamiento de aguas residuales.

Tabla N° 2

Valores máximos permisibles de descargas de aguas residuales municipales y aguas superficiales.

Población Hab. Equiv.	Valores Máximos Permisibles				
	PH	DBO (MG/L)	DQO (Mg/L)	SS (Mg/L)	C. Total
< 5,000	6 -8.5	50	160	50	1,000

5,000 – 10000	6 -8.5	45	150	45	1,000
10,000 -	6 -8.5	35	130	40	1,000
100,000					
> 10,000	6 - 8.5	35	130	35	1,000

Fuente: Marco Nacional y Normativa sobre vertimientos de aguas residuales a zona costeras y superficiales.

Normas Legales

Según el Decreto Supremo N° 004 – 2017 – MINAM en su Artículo 2° Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental.

ANEXOS: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.

Categoría 1: Poblacional y Recreacional.	Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales.	Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.	Categoría 4: Conservación del ambiente acuático.
<p>Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.</p> <p>A1: Aguas que pueden ser potabilizada con desinfección.</p> <p>A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional</p> <p>A3: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado.</p> <p>Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación.</p> <p>B1: Contacto primario.</p> <p>B2: Contacto secundario.</p>	<p>C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras.</p> <p>C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras.</p> <p>C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras.</p> <p>C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas.</p>	<p>D1: Riego de vegetales.</p> <p>- Agua para riego no restringido.</p> <p>- Agua para riego restringido</p> <p>D2: Bebida de animales</p>	<p>E1: Lagunas y Lagos.</p> <p>E2: Ríos</p> <p>- Costa y sierra.</p> <p>- Selva.</p> <p>E3: Ecosistemas costeros y marinos.</p> <p>- Estuarios.</p>

1.4. Formulación del problema.

¿Cuál es el grado de contaminación que causan las aguas residuales municipales al río Chancay, en el sector Agua Salada, distrito Chancay Baños?

1.5. Justificación del estudio.

1.5.1. Justificación Económica.

Económicamente, la investigación realizada ayudará a la Municipalidad Distrital de Chancay a reconocer la calidad del agua que evacua al río Chancay, para que el área indicada tome las medidas que correspondan y en lo posible minimicen costos en su tratamiento

1.5.2. Justificación Ambiental.

Los aportes de este trabajo, permitirá identificar el impacto ambiental negativo causado por el vertido de aguas residuales al río Chancay, al mismo tiempo que contribuirá con la toma de medidas contra la contaminación.

1.5.3. Justificación Tecnológica.

La metodología utilizada en este tipo de investigación, permitirá abarcar el estudio de otras realidades y a la vez profundizar más en el estudio realizado, a fin que la Municipalidad Distrital de Chancay Baños tenga claridad del agua que está descargando al Río Chancay.

1.5.4. Justificación Teórica.

Los resultados teóricos contribuyen a la justificación de este trabajo, porque generan la reflexión necesaria en las autoridades y población sobre las medidas de mitigación que se puedan tomar. También incrementan los conocimientos que sirven de referencia a otros investigadores sobre los efectos nocivos de las aguas residuales.

1.5.5. Justificación social.

Este estudio busca afianzarse de datos reales y fiables recogiendo muestras de agua residual vertidas al río, a fin de analizar sus características y proponer la toma de acciones preventivas que contribuyan a la protección ambiental. Esto permitirá concientizar a la población sobre la importancia de evitar el arrojo de aguas

contaminadas al río e impulsar la elaboración de proyectos de tratamiento de aguas residuales.

1.6. Hipótesis.

Trata las aguas residuales municipales entonces no se generaría contaminación del Río Chancay, en el sector Agua Salada en el distrito Chancay Baños.

1.7. Objetivos:

1.7.1. Objetivos Generales.

Determinar el grado de contaminación del río Chancay causado por las aguas residuales en el sector Agua Salada del distrito de Chancay Baños.

1.7.2. Objetivos Específicos.

- a. Determinar el caudal de aguas residuales municipales que se vierten al río Chancay en el sector Agua Salada.
- b. Evaluar los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua del río Chancay causados por el vertimiento de aguas residuales en el distrito de Chancay Baños, sector Agua Salada.
- c. Proponer acciones preventivas para la mejorara de la calidad del agua del río Chancay.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de Investigación.

2.1.1. Tipo de investigación.

Descriptivo.

Porque permite describir las características de las variables en estudio (aguas residuales y contaminación del río) tal como se presentan en la realidad para determinar el comportamiento de dichas variables.

Cuantitativa.

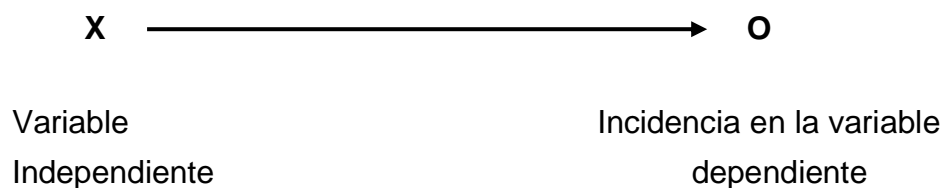
Porque se analiza la variable dependiente (contaminación del río) basado en la medición obtenida en el laboratorio, el cual permite determinar el nivel de contaminación del río.

2.1.2. Diseño de Investigación.

Transversal descriptivo.

Se recolectan datos en un solo momento para determinar y describir la incidencia de la variable independiente sobre la variable dependiente y su comparación con los estándares de calidad establecidos para aguas.

Esquema del diseño de investigación

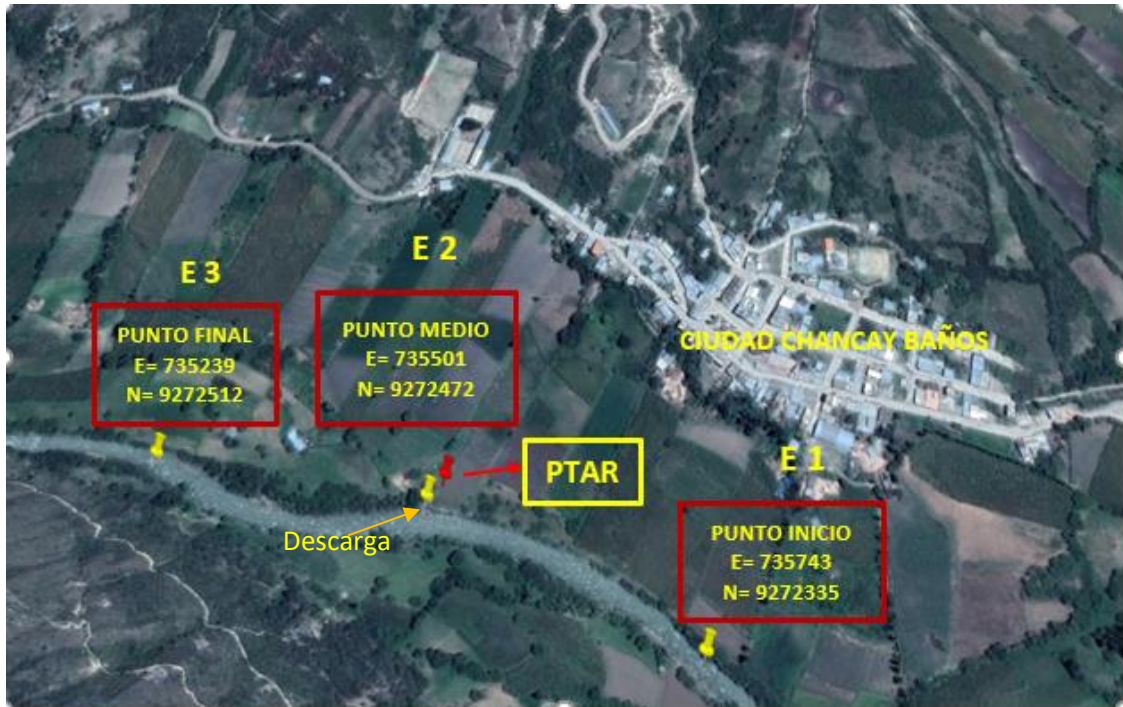


Área de estudio.

Se ubicó en el río Chancay, sector Agua Salada - distrito de Chancay Baños, provincia Santa Cruz, departamento Cajamarca.

Figura N° 1

Mapa Satelital de ubicación de muestras sector Agua Salada – Chancay Baños



Fuente: Google Earth (2017)

2.2. Variables de operacionalización.

Variable Independiente (factor Causal).

Se considera **aguas residuales** producidas en la zona urbana del distrito de Chancay Baños

Variables Dependientes.

Se tiene a la **contaminación del río** Chancay en el sector Agua Salada.

2.2.1. Operacionalización de variables.

Tabla N° 3

Sobre la determinación del grado de contaminación del río Chancay por las aguas residuales municipales en el sector agua salada del distrito Chancay Baños, 2017

Variables	Definición conceptual	Dimensión	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición	Instrumentos
VI: Aguas residuales Municipales	“Son aquellas aguas residuales domésticas que pueden estar mezcladas con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial previamente tratadas, para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado”. (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, 2014, p. 3)	Aguas residuales domésticas, industriales y de escorrentía	Aguas de excretas, residuos domésticos y comerciales, arrastre de lluvias e infiltraciones	OD	De razón	Medidor de OD
				pH	Intervalo	pH metro
				DBO	De razón	Medidor de DBO
				DQO	De razón	Medidor de DQO
				Sólidos suspendidos totales	De razón	Análisis volumétrico
				Nitrógeno y fósforo total	De razón	Análisis Volumétrico
				Grasas y aceites	De razón	Análisis de grasas y aceites
				Coliformes totales	De razón	Equipo para determinación de E. Coli

<p style="text-align: center;">VD: Contaminación del Río</p>	<p style="text-align: center;">“La contaminación del agua es la modificación, generalmente provocada por el hombre, de la calidad del agua haciéndola impropia o peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas, así como para los animales domésticos y la vida natural” (Carta del agua, Consejo de Europa, 1968).</p>	Físico	Líquidos insolubles o sólidos de origen natural y productos sintéticos	Caudal	De razón	Medidor de flujo
				Temperatura	De razón	Termómetro
		Químicos	Compuestos orgánicos e inorgánicos	pH	De razón	pH metro
				Oxígeno disuelto	De razón	Análisis volumétrico
				DBO5	De razón	Medidor de DBO
				DBQ	De razón	Medidor de DBQ
				Aceites y grasas	De razón	Análisis de aceites y grasas
		Microbiológico	Bacterias, virus y protozoos	Coliformes fecales	De razón	Equipo para determinación de E. coli
				Coliformes totales	De razón	Equipo para determinación de C. totales

2.3. Población y muestra.

2.3.1. Población.

Se consideró las aguas del río Chancay, sector Agua Salada, por ser el lugar de vertimiento de aguas residuales municipales.

2.3.2. Muestra.

Fueron seleccionadas tres (03) muestras de agua de un litro (1 lt) de lugares estratégicos a fin de hacer las comparaciones respectivas.

2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.

2.4.1. Técnicas:

Observación de Campo.

Se determinó el lugar de vertimiento de aguas residuales, a fin de tomar las muestras de agua.

Análisis documental.

Contribuyó al análisis de variados documentos físicos y virtuales para consolidar esta investigación.

Muestreo probabilístico por conveniencia.

Permitió la recolección de las muestras del agua con sumo cuidado, para mantener la calidad de las muestras hasta el traslado al laboratorio.

Análisis en Laboratorio.

Procedimientos exploratorios que permiten analizar las muestras tomadas y compararlas con los Límites Máximos Permisibles (LMP).

- Físicos: Caudal, temperatura, conductividad eléctrica.
- Químicos: pH, sólidos suspendidos totales, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, aceites y grasas.
- Microbiológicos: Coliformes Totales y Coliformes Termo tolerantes.

2.4.2. Instrumentos de investigación.

Instrumentos técnicos de campo.

Los instrumentos que se utilizaron fueron: GPS, pH, Termómetro, guantes, balde, cámara fotográfica.

Recipiente para muestreo.

Frascos de plástico para el traslado de muestras, certificados por la entidad correspondiente.

Formato u hoja de registro.

Permitió el registro sistemático de datos para su posterior análisis e interpretación.

2.5. Métodos de análisis de datos.

El análisis de laboratorio físico, químico y bacteriológico, acompañado del muestreo de aguas pre vertimiento y post vertimiento.

2.6. Aspectos éticos.

Esta tesis respetó en su desarrollo, los derechos de autor, las normas de redacción científica, turnitin y la autenticidad de los datos presentados como resultados propios del trabajo desarrollado por el investigador.

III. RESULTADOS

3.1. Materiales y Métodos.

Procedimientos de análisis de muestras.

Las técnicas, instrumentos y materiales usados para recolectar datos:

- GPS Marca Garmin Modelo P62 S
- Conductímetro, pH metro marca Lovibond.
- Muestreador de agua
- Frascos de vidrio de 250 ml. Tapa esmerilada
- Frascos plásticos de 1 litro para tomar las muestras y determinar aceites y grasas.
- Frascos de plástico blanco opaco de 250 ml. Con tapa rosca para las muestras que determinaron las características físicas y químicas.

3.1.2. Técnicas y método de recolección de muestras.

Ubicación de las muestras.

Primeramente, se identificó el lugar donde se produce la descarga del vertimiento al río Chancay proveniente de la zona urbana del distrito Chancay Baños, el mismo que se encuentra ubicado en las coordenadas UTM 735507 E, 9272476 N, 1595 msnm, luego con el uso del GPS se ubicaron los otros puntos. La primera muestra a 100 metros antes de la descarga del vertimiento, ubicándose en las coordenadas UTM 735628 E, 9272417 N, 1597 msnm, y la otra muestra a 100 metros después del vertimiento ubicándose en las coordenadas UTM 735342 E, 9272468 N, 1594 msnm.

Método de recolección de muestras.

Se tomaron tres muestras simples en tres lugares determinados y una sola vez, las mismas que fueron llevadas al laboratorio para el análisis respectivo.

Preparación de Materiales y Equipos.

Se preparó lo indispensable para recabar las muestras de forma efectiva, por ello fue importante seleccionar y preparar los materiales de trabajo.

Equipos de Medición.

GPS marca Garmin modelo Map 62 S, utilizado para la ubicación de los puntos donde se tomarían las muestras.

pH metro marca Lovibond, se utilizó para medir la acides o alcalinidad del agua.

Muestreo

Se tomaron muestras puntuales representativas con volúmenes apropiados para cada parámetro establecido, la cual representó la composición del cuerpo natural de agua superficial, tiempo y circunstancias que fue recolectada la muestra.

Estas muestras fueron trasportadas hasta el Laboratorio del Agua del Gobierno Regional de Cajamarca INACAL – DA, haciéndose los respectivos análisis, con métodos, técnicas, procedimientos determinados y utilizando los equipos apropiados para los análisis de diversos variables en evaluación.

3.1.3. Determinación de los parámetros físicos.

Caudal (Q).

Mediante el Método del Flotador se determinó el caudal del rio Chancay, así como el caudal de aguas residuales.

Temperatura (T°) y p H.

Una muestra de 200 ml, es colocada en un vaso de precipitación, luego se introduce el electrodo del pH metro Luvibon, leyéndose la temperatura y el pH, en el lugar del muestreo.

Conductividad eléctrica (CE).

Tomadas las muestras, se trasvasaron 150 ml a un vaso de precipitación, se introduce el electrodo de conductímetro y se puede leer la conductividad eléctrica en u S/cm, los datos registrados.

Oxígeno Disuelto (OD).

Haciendo uso del Oxímetro, con una muestra de 250 ml de agua en vaso de precipitación, se midió la concentración de oxígeno disuelto (OD).

3.1.4. Determinación de los parámetros químicos.

Sólidos suspendidos totales SST (mg/L).

Usando muestras de 150 ml en un vaso de precipitación, se accionó otro botón del conductímetro, permitiéndonos leer la concentración de Sólidos Suspendidos totales y salinidad.

Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO₅ (mg/L).

Usando un vaso de vidrio oscuro con 250 ml de agua, colocado en una bolsa negra y almacenado a 20°C por cinco días, se determinó la DBO₅.

Demanda Química de Oxígeno DQO (mg/L).

Usando técnicas de oxidación en soluciones ácidas (H₂SO₄) con Dicromato de Potasio (K₂Cr₂O₇), Sulfato de Plata (AgSO₄) y Sulfato Mercúrico (HgSO₄). Se obtiene el K₂Cr₂O₇, no reducido o Sulfato Ferroso de Amonio; el indicador final fue el complejo ferroso de ortofenantrolina (ferroinlcula), calculado como oxígeno equivalente.

Aceites y grasas (EPA METHOD 1664 Rev. A 2012).

Se temperaron las muestras a < 40°C y se homogenizaron vertiendo de 20 a 25 ml en placas Petri revestidas con papel de aluminio y colocaron en un secador (40°C) para evaporación. Se separó el papel metálico que contenía la grasa y se formó un cartucho, para pasar a la cámara de extracción. Se pesó el balón considerando P1 = peso inicial (balón seco con perlitas). Se codificó y se hicieron los cálculos. Luego se procede a obtener los resultados en pantalla.

3.1.5. Determinación de los parámetros microbiológicas.

Determinación de numero de Coliformes Totales y Termotolerantes (MNP/100ml).

Para uniformizar la muestra, se agitó unas 20 veces. En las disoluciones, se usó 1 ml de la muestra, colocado en un tubo de 9 ml de agua estéril, obteniendo la disolución 10⁻¹; se siguió el mismo procedimiento para la disolución de 10⁻², 10⁻³ o más, de ser necesarias.

Posteriormente se inoculó *lauril triptosa*, conservándose las primeras disoluciones en refrigeración para su posterior utilización, de ser necesario.

Los tubos se incubaron por 24 horas a una temperatura de 35 °C, realizando la primera lectura para observar la acidez, turbidez y gas en la campana Durham.

Esta verificación permite confirmar si el gas producido proviene de la fermentación de la lactosa, evitándose confundir con burbujas de aire.

Los tubos que dieron positivos en la primera lectura, fueron considerados para coliformes totales y coliformes termo tolerantes. Después de las 48 horas, si no hay crecimiento ni se produce gas, se consideran negativos. Se determinó restando la cantidad de Coliformes termo tolerantes del efluente de la misma concentración en el agua residual cruda y expresando la diferencia en porcentaje.

3.2. Resultados.

3.2.1. Determinación del caudal de aguas residuales descargadas al río y caudal del río.

Para determinar estos volúmenes, en ambos casos se usó del MÉTODO DEL FLOTADOR en la salida del vertimiento y en el cauce del río antes de la descarga del vertimiento.

Este método permite estimar el caudal de un corte transversal del cuerpo de agua. Así, calculamos la velocidad superficial de la corriente del caudal, usando sencillos flotadores, que pueden ser visualizados y no es necesario recuperarlos.

La siguiente ecuación, nos permite calcular el caudal:

$$Q = Fc \times A \times (L / T)$$

Dónde:

Q = es el caudal, en m³/s.

L = es la longitud del P. A al P. B

A = es el área, en m².

T = es el tiempo promedio en Sg.

FC = es el factor de corrección relacionado con la velocidad.

Resultados:

Mediante este método se obtuvo el siguiente resultado:

1. Caudal del río 14 m³/Sg.
2. Caudal del vertimiento 4 l/Sg.

3.2.2. Variación de parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

Los valores determinados para cada variable en estudio se presentan en la Tabla 4 y en las figuras 2 a la 10.

3.2.2.1. Resumen de la variación de los parámetros.

Esta variación se establece resumidamente en la Tabla 4: Resultados obtenidos en laboratorio de las tres muestras, comparadas con los Límites Máximo Permisible (ECA, D.S- 004-2017, MINAM).

Tabla N° 4

Principales resultados de las características de las muestras de agua del río Chancay en el sector el Agua Salada, distrito de Chancay Baños, Provincia de Santa Cruz, Cajamarca

PARAMETROS	ESTACIONES	TIEMPO	TEMPERATURA (°c)	pH (unidad)	(CE) uS/cm	Turbidez	SST (MI/L)	DBO ₆ (mg/L)	DBQ (mg/L)	OD (mg/L)	A Y G (mg/L)	Coliformes Totales NMP/100 mL,	Coliformes Termo tolerantes NMP/100 mL.
	E1(100 m. antes)	día 1	17	7,8	175	13.3	23,3	5.95	10.5	7.77	2,8	3000	2100
		día 2	18,5	7.1	163	13,8	24,6	6.02	9.8	6.55	3.1	2900	2300
		día 3	15,8	7,6	168,5	12	23.8	6.23	11.3	7.34	3.6	3100	2300
ECA . D.S. 004-2017. MINAM	CATEGORIA A1			6.5 - 8.5	1500	100	1000	3	10	>6	0.5		
	E2(DESCARGA)	día 4	21.3	7.1	320	20.5	50.2	13.1	36	9.8	12.6	92000	78000
ESTACION		día 5	21.8	7.2	316.3	23.3	48.3	14.5	34	9.3	13.2	85000	75000
		día 6	21.7	7.1	336	21.7	51.1	15.2	36.6	9.9	13.7	90000	79000
LMP PARA LOS AFLUENTES DEL PTAR			> 35	6.5-8.5			150	100	200		20		10000
	E3 (DESPUES DEL VERTIMIENTO)	día 7	18.4	7.6	208.3	14.2	27.3	10.97	13	6.9	4.4	54000	17000
		día 8	18.1	7.9	240	15	29.5	8.42	14.5	6.46	3.4	35000	14000
		día 9	15.9	7.8	235	13	30.4	11.2	14.7	7.2	4.7	43000	15000
ECA . D.S. 004-2017. MINAM				5.5- 9.0	1600		1000	5	20	>5	1.7		

Fuente:Elaboración propia

En la muestra 1 (E1 a 100 metros antes del vertimiento) se tiene los parámetros que están por encima de los ECA en Turbidez, DBO6, DBQ, OD y A y G, pero esta agua no afecta si son usados para riego o para bebida de animales.

En la muestra 2 (Descarga del vertimiento), la mayoría de parámetros están por encima de los LMP, sobre todo los Coliformes Totales y Coliformes termo tolerantes, por lo tanto, estas aguas a este nivel no son aptas para riego o bebida de animales.

En la muestra 3 (a 100 metros después del vertimiento) estos ECA van disminuyendo por autodepuración del agua en el río, el cual nuevamente recupera sus propiedades para ser usado en riego agrícola o para bebidas de animales.

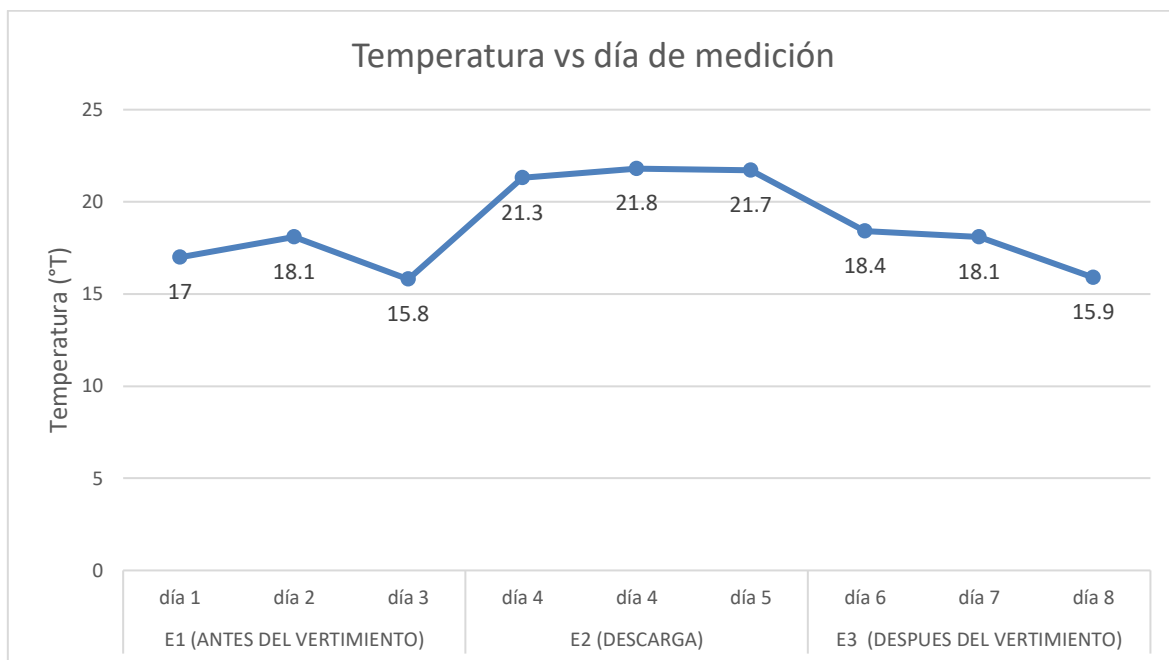
3.2.2.2. Parámetros físicos.

A. Temperatura:

Varió desde 15,8°C en la muestra 1 hasta 21,8°C en la estación de muestreo 2, donde se registraron temperaturas desde 21.3°C hasta 21.8°C, en la muestra 3 se tiene valores de temperatura que varía desde 15.9°C hasta 18.4°C (Figura 2).

Figura N° 2.

Variación de la temperatura en el río Chancay, sector Agua Salada Distrito Chancay Baños



Fuente: Elaboración propia.

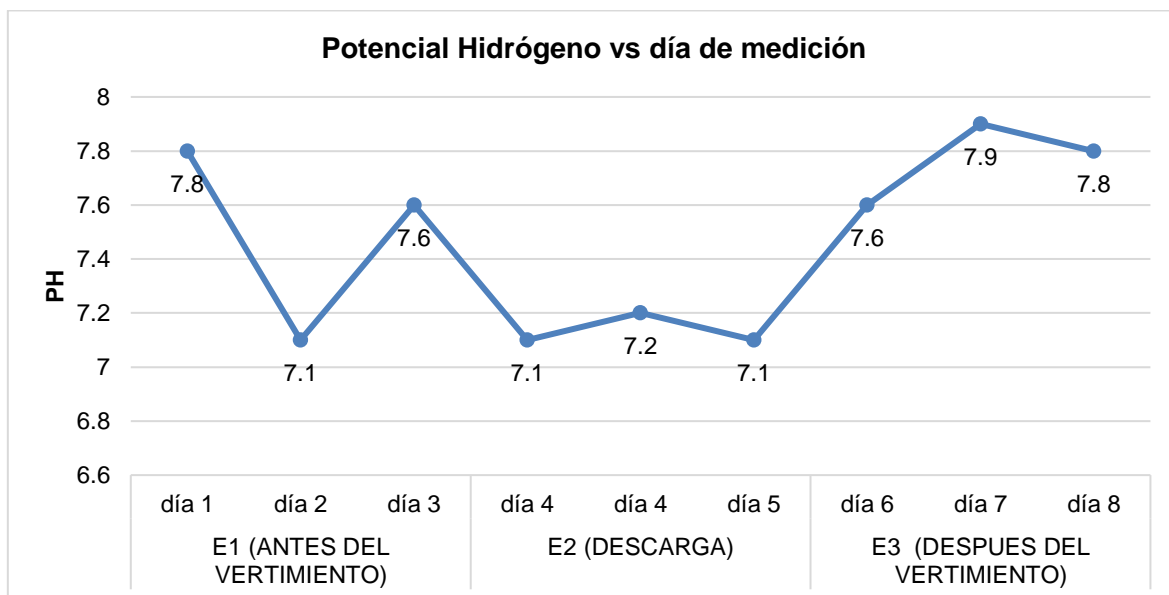
Denota variación en la muestra 2 es decir donde se produce la descarga de vertimiento existe una mayor temperatura debido a la gran actividad de los microorganismos que contienen estas aguas.

B. pH.

El valor de pH varió desde 7,1 en el agua de la estación 2 altura de descarga hasta 7,9 en el agua del río 100 m aguas abajo. Se determinó que en las estaciones E1 y E3 (Antes y después del vertimiento) el potencial de Hidrógeno fue mayor en comparación a la estación E2 (Descarga) (Figura 3). En todos los casos los valores determinados no superaron los ECA AGUA (D.S. 004-2017-MINAM. Categoría I.

Figura N° 3

Variación del pH en el río Chancay, sector Agua Salada distrito Chancay Baños



Fuente: Elaboración propia

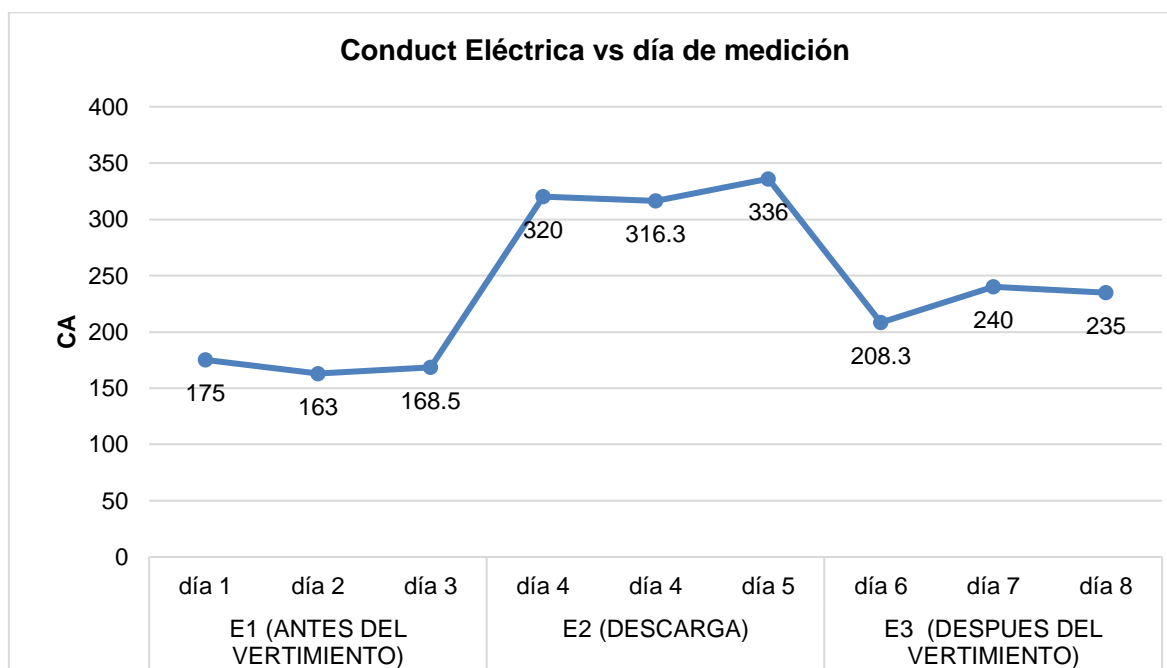
La variación del pH no es muy significativo en las tres muestras, debido a que estas aguas proceden de las partes altas donde existen abundante cantidad del elemento Calcio, que es una enmienda que regula estos parámetros tanto en los suelos como en el agua.

C. Conductividad Eléctrica (CE).

Varió de 163 en la estación 1 hasta 336 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en la estación 2 E2 (Descarga) (Figura 4). Se determinó que las estaciones E1 y E3 (Antes y después del vertimiento) la Conductividad Eléctrica es baja en comparación a la estación E2 (Descarga). En todos los casos los valores determinados no superaron los ECA AGUA (D.S. 004-2017-MINAM) Categoría I.

Figura N° 4

Variación de la Conductividad Eléctrica en el río Chancay, sector Agua Salada distrito Chancay Baños



Fuente: Elaboración Propia.

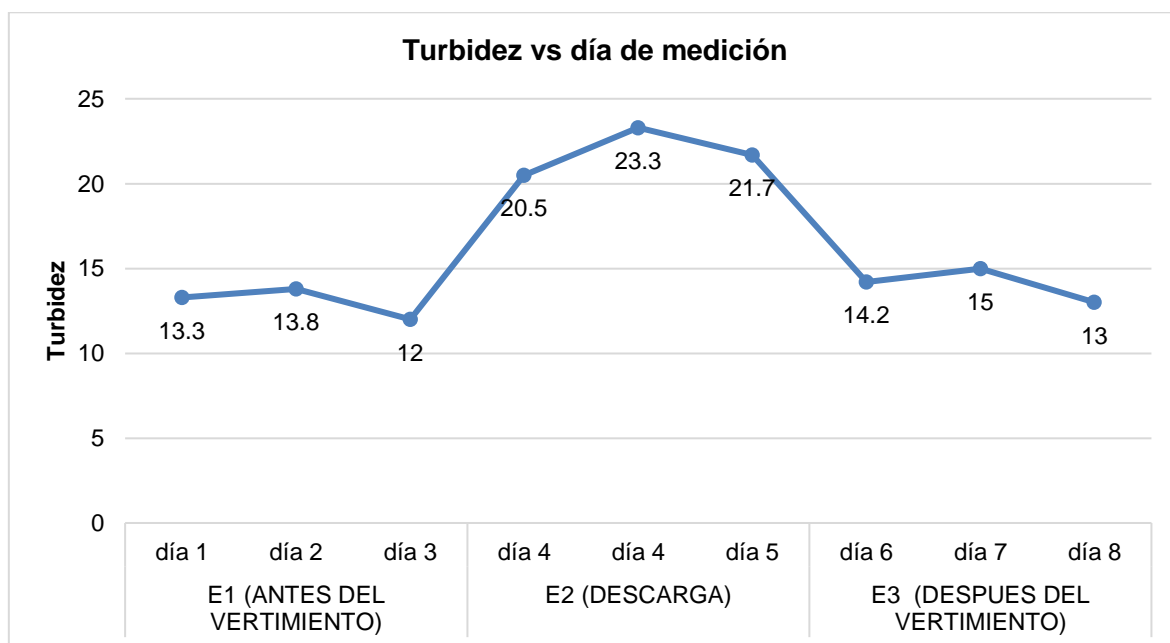
La Conductividad Eléctrica es alta en la muestra 2 descarga del vertimiento, por la alta concentración de cloro que tiene las aguas residuales.

D. Turbidez.

La Turbidez varió desde 12 UNT en la estación 1 hasta 23,3 UNT, en la estación 2 (Descarga) con promedio de 16.5. (Figura 5). Se determinó que las estaciones E1 y E3 (Antes y después del vertimiento), la Turbidez fue menor que en la Estación 2 (Descarga). En todos los casos los valores determinados no superaron los ECA AGUA (D.S. 004 -2017-MINAM) Categoría I.

Figura N° 5

Variación de la turbidez en el río Chancay, sector Agua Salada Distrito Chancay Baños



Fuente: Elaboración Propia.

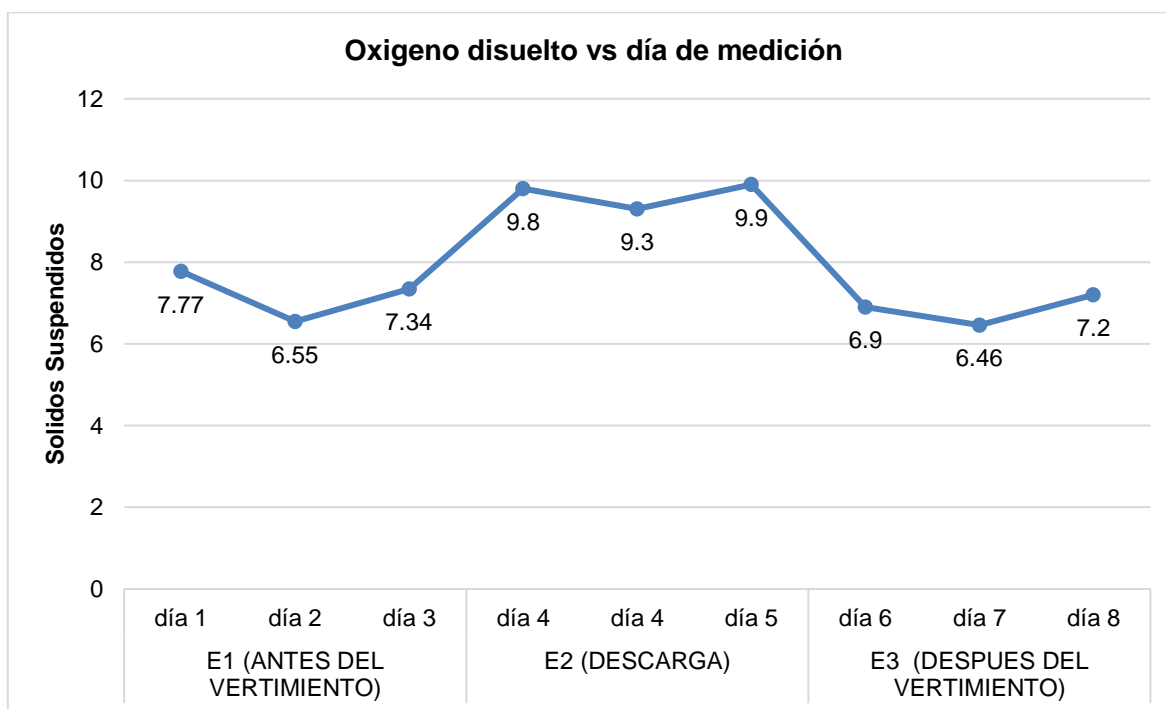
Esta variación fue observada en E2 descarga del vertimiento, es alta debido a la composición del vertimiento el mismo que está compuesto por materia orgánica, microorganismos, jabones, lejías y grasas.

E. Oxígeno Disueltos (OD).

La concentración de **Oxígeno Disuelto (OD)** varió de 6,55 en E1 a 9,90 mg/L, en E2 (Descarga) (Figura 6). Se determinó que en las estaciones E1 y E3 (Antes y después del vertimiento) fue menor que en E2 (Descarga). En todos los casos los valores determinados superan los ECA AGUA (D.S. 004-2017-MINAM) Categoría I.

Figura N° 6

Variación del Oxígeno Disuelto en el río Chancay, sector Agua Salada, distrito Chancay Baños



Fuente: Elaboración Propia.

Es mayor en la muestra E2, debido a la cantidad de residuos orgánicos que lleva el agua residual, donde los microorganismos necesitan oxígeno para la putrefacción de la materia orgánica. (Revista MILACRON, México 2004).

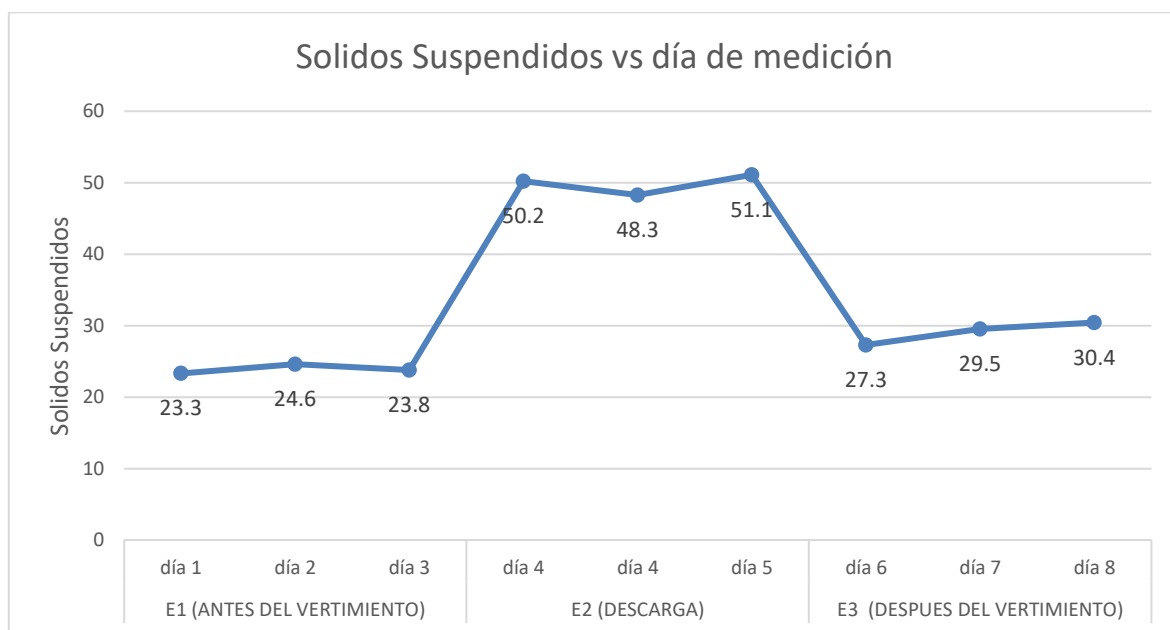
3.2.2.3. Parámetros químicos.

A. Solidos Suspendidos Totales (SST).

Varió de 23,3 en E1 a 50,1 mg/L, en E2 (Descarga) (Figura 6). Se determinó que las estaciones E1 y E3 (Antes y después del vertimiento) fue menor que en la Estación 2 (Descarga) (Fig. 7). En todos los casos los valores determinados no superaron los ECA AGUA (D.S. 004-2017-MINAM) Categoría I.

Figura N° 7

Variación de los sólidos suspendidos en el río Chancay, sector Agua Salada, distrito Chancay Baños



Fuente: Elaboración propia.

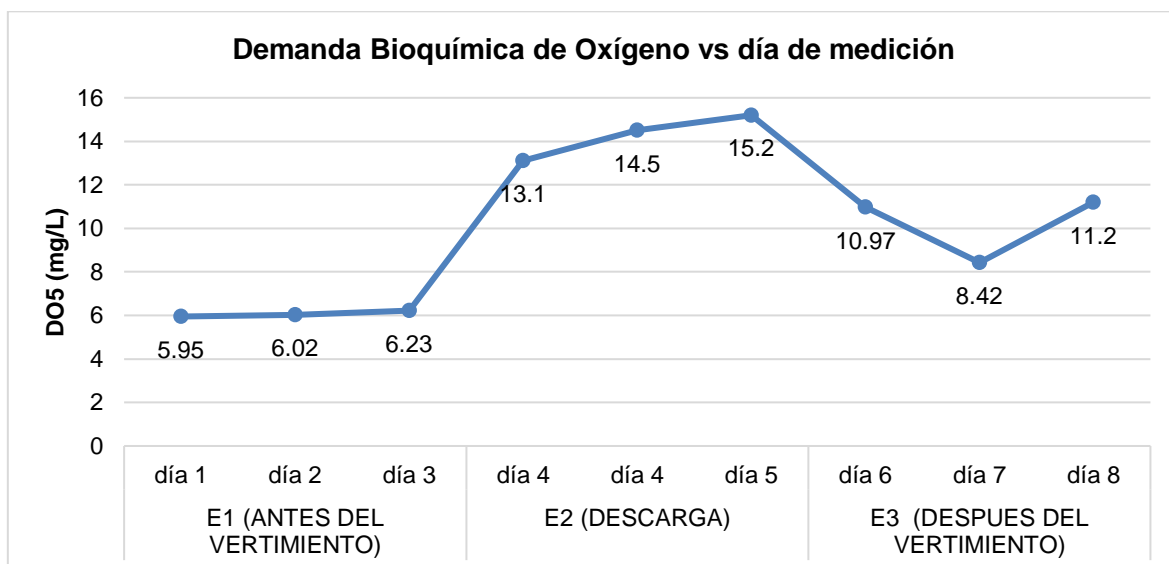
En la figura 6 la muestra E2 vertimiento de aguas residuales, los sólidos suspendidos son mayor que en las muestras E1 y E3, esto debido a que estas aguas en su recorrido tienen arrastre de sedimentos o desechos abundante de materia orgánica, el cual no se auto depuran en su trayecto, lo que no sucede con las aguas del río donde existe una gran capacidad de autodepuración.

B. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).

La concentración varió de 6,02 en la E1 hasta 15,2 mg/L, en la E2 (Descarga) (Figura 8). Se determinó que las estaciones E1 y E3 (Antes y después del vertimiento) la concentración fue menor que en la Estación 2 (Descarga). En todos los casos los valores determinados superaran los ECA AGUA (D.S. 004-2017-MINAM) Categoría I.

Figura N° 8

Variación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en el río Chancay, sector Agua Salada, distrito Chancay Baños.



Fuente: Elaboración propia

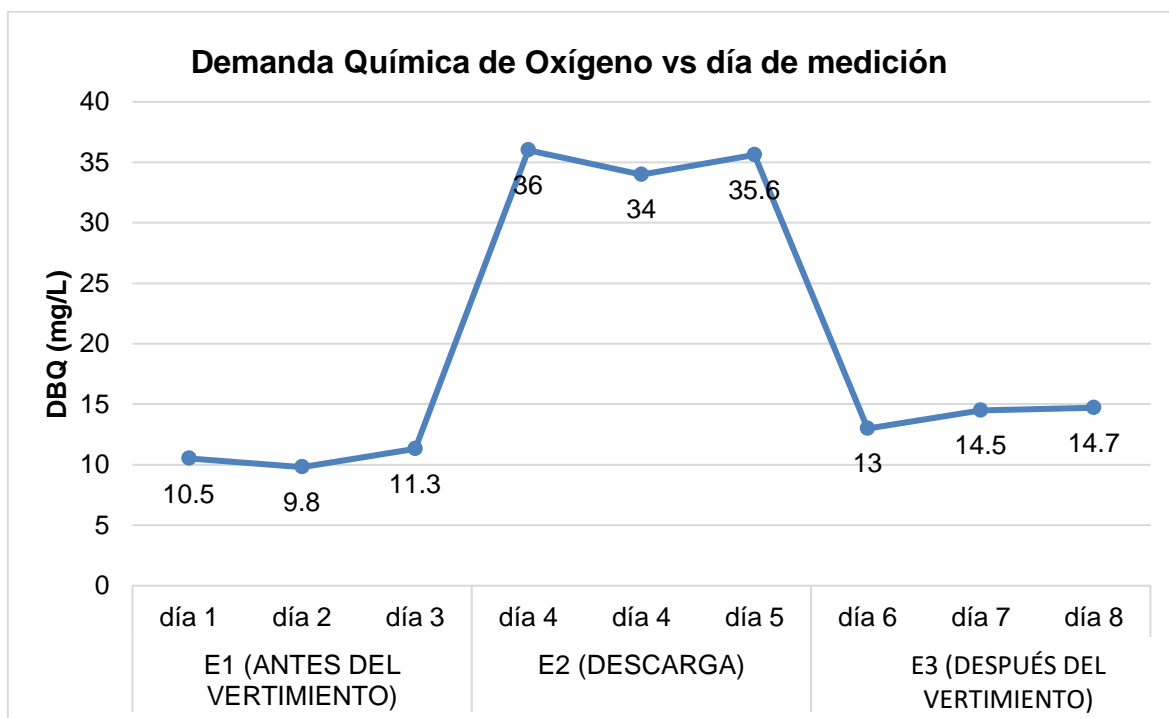
En la muestra E2 es más elevado, debido a que existe alta cantidad de este elemento disponible para los microorganismos, por la abundancia de materia orgánica que contienen las aguas residuales.

Demanda Química de Oxígeno (DBO).

Esta concentración varió desde 10,5 en E1 hasta 36,0 mg/L, en E2 (Descarga) (Figura 9). Se determinó que las estaciones E1 y E3 (Antes y después del vertimiento) la concentración fue menor que en la Estación 2 (Descarga). En todos los casos los valores determinados superan los ECA AGUA (D.S. 004-2017-MINAM) Categoría I.

Figura N° 9

Variación de la Demanda Química de Oxígeno en el río Chancay, sector Agua Salada, distrito Chancay Baños



Fuente: Elaboración Propia.

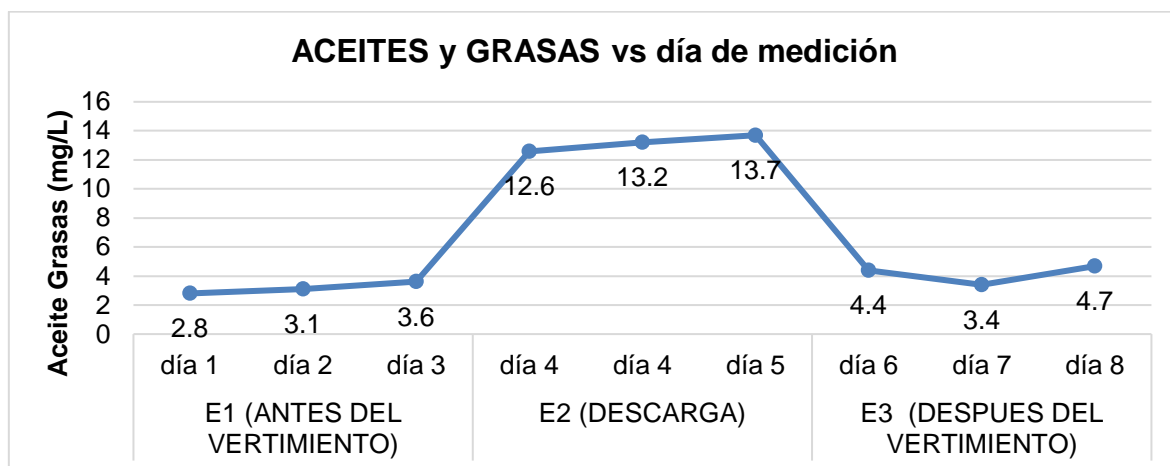
Es mayor en E2 (descarga) debido al consumo de oxígeno por los microorganismos de la materia orgánica al degradarse.

Concentración de Aceites y Grasas (A Y G).

Varió desde 2,8 en la E1 hasta 13,7 mg/L, en la E2 (Descarga) con promedio de 8, 25 mg/L (Figura 10). Se determinó que las estaciones E1 y E3 (Antes y después del vertimiento) fue menor que en la E2 (Descarga). En todos los casos los valores determinados superan los ECA AGUA (D.S. 004-2017-MINAM) Categoría I.

Figura N° 10

Variación de los aceites y grasas en el río Chancay, sector Agua Salada, Distrito de Chancay Baños



Fuente: Elaboración propia.

Existe mayor densidad de Aceites y Grasas en la muestra E2, debido a presencia elevada de compuestos orgánicos de origen animal como vegetal, así como de hidrocarburos como jabón, grasa, detergente y lejías.

3.2.2.4. Parámetros microbiológicos.

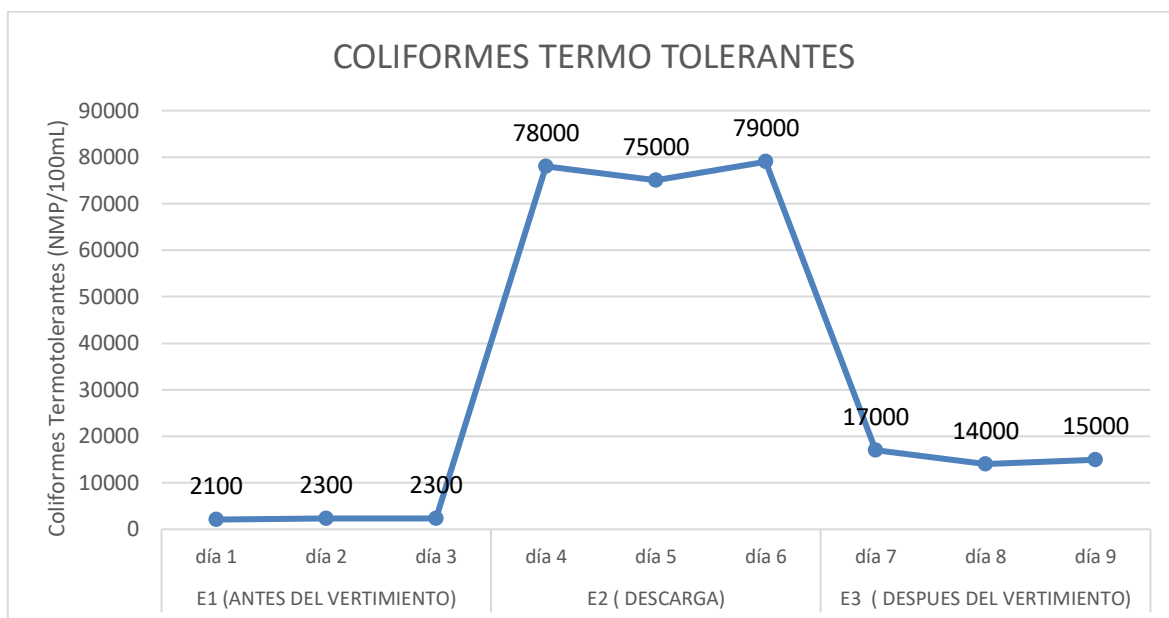
Coliformes Termo tolerantes.

El NMP/100 mL de Coliformes Termo tolerantes varió desde 2 900 en la estación 1 hasta 92 000 en la estación 2 (Descarga) (Figura 11). Se determinó que en las estaciones E1 y E3 (Antes y después del vertimiento) El NMP/100 mL de Coliformes Termo tolerantes fue menor que en la Estación 2 (Descarga). En todos los casos los valores determinados superaron los ECA AGUA.

Determinándose, con respecto a los coliformes termo tolerantes, en la Estación de descarga (E2) un punto de 79000, E3 (después del vertimiento) se tuvo un punto de 17000 y E1 (previo al vertimiento) se tuvo un punto de 2300 NMP/100 mL.

Figura N° 11

Variación de los coliformes termotolerantes en el río Chancay, sector Agua Salada, distrito Chancay Baños.



Fuente: Elaboración Propia.

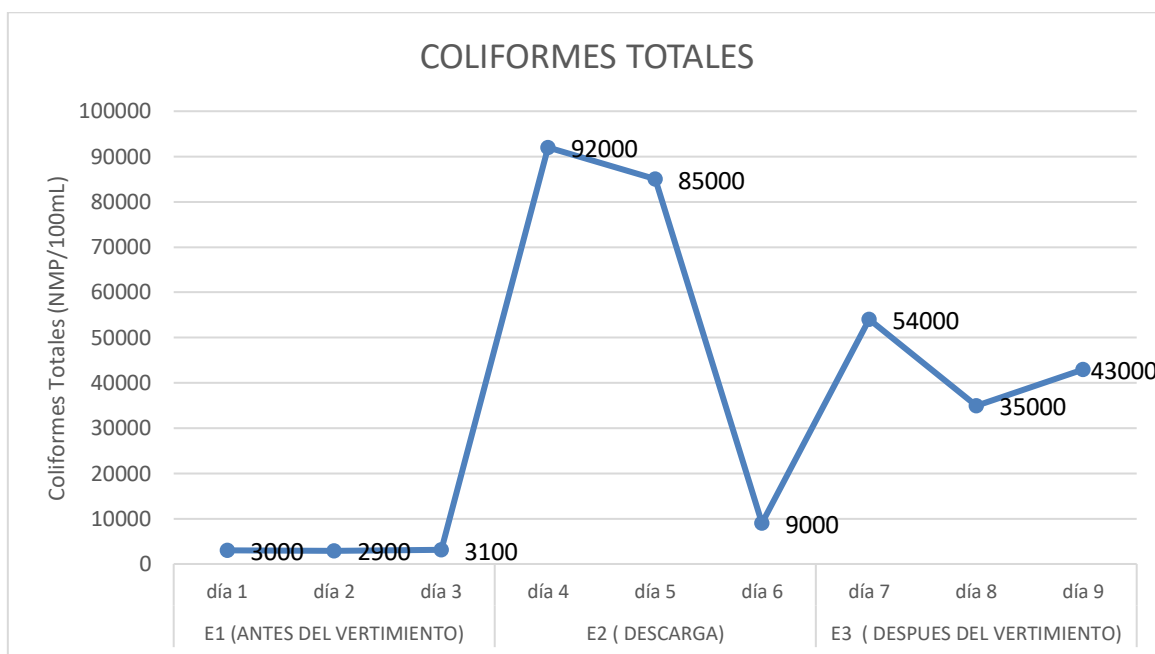
Existe altas concentraciones de coliformes termotolerantes en la muestra E2 e inclusive que superan los límites permisibles que establece el ECA AGUA Categoría 1, debido a la presencia de la bacteria del género *Escherichia*, el mismo que se encuentra en las heces humanas y animales, en considerables concentraciones.

Coliformes Totales.

Se determinó, con respecto a los coliformes totales, en la Estación de descarga (E2) un punto máximo de 92000 NMP/100 mL, en E3 (después de vertir) se tuvo un punto de 54000 NMP/100 mL y en E1 (previo al vertimiento) se tuvo un punto máximo de 3100 NMP/100). En todos los casos los valores determinados superaron los ECA AGUA (D.S. 004-2017-MINAM) Categoría I.

Figura N° 12

Variación de los coliformes totales en el río Chancay, sector Agua Salada, Distrito Chancay Baños



Fuente: Elaboración propia.

Existen altas concentraciones de coliformes totales en la muestra E2, debido a que las aguas residuales llevan altas concentraciones de heces fecales de seres humanos y es donde se encuentran estas bacterias.

3.3 Análisis Estadístico.

El análisis estadístico se incluye en extenso en el ANEXO 1.

El análisis correlacional entre variables se determinó mediante la correlación de Pearson mediante el reporte del SPSS versión 24.

3.3.1. Correlación de Pearson entre: PH y CE, OD y T°, CE y SST.

Tabla N° 5

Correlaciones entre parámetros

Correlaciones

		Correlaciones				
		POTENCIAL DE HIDROGENO ud	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA uS/cm	TURBIDEZ	SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SST	OXIGENO DISUELTO mg/L
POTENCIAL DE HIDROGENO ud	Correlación de Pearson	1	-.503	-.688*	-.664	-.645
	Sig. (bilateral)		.167	.041	.051	.061
	N	9	9	9	9	9
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA uS/cm	Correlación de Pearson	-.503	1	.921**	.975**	.841**
	Sig. (bilateral)	.167		.000	.000	.005
	N	9	9	9	9	9
TURBIDEZ	Correlación de Pearson	-.688*	.921**	1	.957**	.867**
	Sig. (bilateral)	.041	.000		.000	.002
	N	9	9	9	9	9
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES SST	Correlación de Pearson	-.664	.975**	.957**	1	.911**
	Sig. (bilateral)	.051	.000	.000		.001
	N	9	9	9	9	9
OXIGENO DISUELTO mg/L	Correlación de Pearson	-.645	.841**	.867**	.911**	1
	Sig. (bilateral)	.061	.005	.002	.001	
	N	9	9	9	9	9

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia, 2017**Correlación entre Potencial de Hidrógeno y la Conductividad eléctrica:**

El valor $p > 0.05$ por tanto fue no significativo, por tanto, la Correlación no existe o es nula.

Correlación entre Potencial de Hidrógeno y la turbidez:

El valor $p < 0.05$ por tanto fue significativo por tanto la correlación entre el Potencial de Hidrógeno y la turbidez fue de (- 0,688) la cual es correlación negativa moderada, si aumenta el potencial de hidrógeno disminuye la turbidez y viceversa.

Correlación entre Potencial de Hidrógeno y solidos suspendidos:

El valor $p > 0.05$ por tanto fue no significativo por tanto la Correlación entre el Potencial de Hidrógeno y solidos suspendidos totales no existe o es nula.

Correlación entre Potencial de Hidrógeno y Oxígeno disuelto:

El valor $p > 0.05$ por tanto fue no significativo por tanto la Correlación entre el Potencial de Hidrógeno y Oxígeno disuelto totales no existe o es nula.

Correlación entre Conductividad eléctrica y turbidez:

El valor $p < 0.05$ por tanto fue significativo por tanto la correlación entre el Conductividad eléctrica y la turbidez fue de (0.921) la cual es correlación positiva alta, si aumenta la conductividad eléctrica aumenta la turbidez y viceversa.

Correlación entre Conductividad eléctrica y solidos suspendidos totales:

El valor $p < 0.05$ por tanto fue significativo por lo que la correlación entre el Conductividad eléctrica y solidos suspendidos totales fue 0,975, la cual es correlación positiva alta, si aumenta la conductividad eléctrica aumenta los sólidos suspendidos y viceversa.

Correlación entre Conductividad eléctrica y oxígeno disuelto:

El valor fue de 0.841, lo cual es correlación positiva alta, si aumenta la conductividad eléctrica aumenta el oxígeno disuelto y viceversa.

Correlación entre Turbidez y solidos suspendidos totales:

El valor $p < 0.05$ por tanto fue significativo por tanto la correlación entre la turbidez y solidos suspendidos totales fue de (0.957) la cual es correlación positiva alta, si aumenta la turbidez aumenta los sólidos suspendidos totales y viceversa.

Correlación entre Turbidez y oxígeno disuelto:

El valor $p < 0.05$ por tanto fue significativo por tanto la correlación entre la turbidez y oxígeno disuelto fue de (0.867) la cual es correlación positiva alta, si aumenta la turbidez aumenta el oxígeno disuelto y viceversa.

Correlación entre Solidos suspendidos totales y oxígeno disuelto:

El valor $p < 0.05$ por tanto fue significativo por tanto la correlación entre los sólidos suspendidos totales y oxígeno disuelto fue de (0.911) la cual es correlación positiva alta, si aumenta los Solidos suspendidos totales aumenta el oxígeno disuelto y viceversa.

3.3.2. ANOVA de los factores:

EL ANOVA con El Valor $p < 0,05$ permitió establecer que hubo diferencias estadísticas significativas en las variables en cada estación de medición y entre estaciones de muestreo.

En lo relacionado con la temperatura, El promedio de la E1 estación 1 fue de 16.96; el promedio en la E2 estación 2 fue de 21.60 y el promedio en la E3 estación 3 fue de 17.46. El análisis post hoc de HDS de Tukey y Duncan determinaron que la mayor temperatura fue en la Estación 2 - descarga (21.6°C). En la estación E1 - antes del vertimiento (16.9°C) y E3 - después del vertimiento (17.4°C) presentaron la misma temperatura. Se determinó el promedio en la estación 1 (168.8) y tuvo menor eléctrica, el promedio en la estación 2 (324.1) tuvo la mayor conductividad eléctrica.

Es decir, la media de conductividad eléctrica en las tres estaciones está por debajo del parámetro fijado en el ECA (DS 003-2017 MINAM (5000)

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA u S/cm

grupo	N	Subconjunto para alfa = .05				
		1	2	3	4	
HSD de Tukey^a	E1	3	168.8333			
	E3	3		227.7667		
	E2	3			324.1000	
	E4	3				5000.0000
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000
Duncan^a	E1	3	168.8333			
	E3	3		227.7667		
	E2	3			324.1000	
	E4	3				5000.0000
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

TEMPERATURA

	grupo	N	Subconjunto para alfa = .05	
			1	2
HSD de Tukey^a	E1	3	16.9667	
	E3	3	17.4667	
	E2	3		21.6000
	Sig.		.832	1.000
Duncan^a	E1	3	16.9667	
	E3	3	17.4667	
	E2	3		21.6000
	Sig.		.578	1.000

IV. DISCUSIÓN

El parámetro fisicoquímico del oxígeno disuelto, pH, turbidez, aceites y grasas, no exceden los ECA's de las Categorías I, II y III, sobre el agua destinada al consumo humano y otros usos sin ningún problema; el cual coincide con los monitoreos del INRENA entre los años 1996 y 2000, donde los ríos de la Cuenca Chancay Lambayeque, no contienen elementos contaminantes para el uso poblacional y agrícola. Sin embargo, el plomo y arsénico están presentes en algunos puntos.

En cambio, los Coliformes Termo tolerantes, Coliformes Tolerantes superan moderadamente los ECA's para la categoría I, el cual coincide con Lannacone (2012) quien manifiesta que los niveles bacteriológicos del río Rímac que provienen del río Huaycoloro son de origen fecal.

V. CONCLUSIONES

1. Con la presente investigación, primero se determinó el caudal del río cerca a la descarga del vertimiento, obteniéndose un resultado de 14 m³/sg, así mismo se determinó el caudal del vertimiento de aguas residuales obteniéndose un caudal de 4 l/s. Ambos caudales se determinó a través de la metodología del flotador. Este parámetro nos permite tener información cuanta cantidad de agua residual ingresa al río y cuál es la capacidad del río para soportar este impacto.
2. Se ha podido determinar parámetros muy importantes, propios de aguas residuales urbanas, tales como: caudal, OD, pH, SST, OD, DBO5, DQO, aceites, grasas, CT y Coliformes termo tolerantes. Siendo los únicos que superaron los ECA AGUA (D. S. 004-2017-MINAM) Categoría 1, es la muestra E2 es decir donde se hace la descarga del vertimiento, el cual limita el uso agrícola y ganadero de estas, lo que no sucede con el resto del agua del río que se encuentran a mayor distancia del vertimiento.
3. El Municipio de Chancay Baños es pequeño y rural, por lo que no dispone de recursos económicos suficientes para tratar las aguas residuales. La laguna de oxidación está mal administrada por la creencia de que funciona con un simple mantenimiento de limpieza que se le da cada cierto tiempo.
4. Establecer medidas de sensibilización y prevención para conservar la calidad del agua, que debería cumplir la población del distrito Chancay Baños.

VI. RECOMENDACIONES

1. Tratar adecuadamente el agua residual generada en zonas urbanas del distrito de Chancay Baños, antes de verterlas al río Chancay, tomando medidas preventivas como: usar menos químicos para realizar la limpieza del hogar, desechar los desperdicios generados en el hogar de la manera correcta, no arrojar medicinas desechables a los desagües, evitar arrojar basura u otro tipo de desechos al inodoro, ahorrar la mayor cantidad de agua posible y evitar usar objetos de plástico u otro tipo de objetos sólidos y arrojarlos a los desagües.
2. Se debe promover un efectivo manejo de la calidad del recurso hídrico, mediante la articulación de roles institucionales.
3. Implementar un proyecto de reforestación con plantas nativas para la cabecera de cuenca y márgenes del río Chancay.
4. Iniciar un proceso de sensibilización a la población del distrito, que incluya la percepción del entorno, creación de conocimiento, el cambio de conductas y comportamiento para gestionar eficientemente el recurso hídrico.
5. Limpiezas periódicas entre tres a cuatro años de las lagunas de oxidación y estabilización con el fin de recuperar su capacidad operativa ya que estas se encuentran actualmente inoperativas.

REFERENCIAS

ARELLANO O, ORTEGA L y GESUNDHIT P, estudio de la Contaminación del río Santiago y la salud pública en la región, 2012 México D.F.

ALVARIÑO L y LANNACONE J. Impacto Ambiental de Huaycoloro en el río Rímac, Lima, Perú. Universidad Ricardo Palma Santiago de Surco Lima 2012.

CAMPOS, I. Saneamiento Ambiental [en línea] 1. Ed. Universidad Estatal San José Costa Rica 2000. ISBN: 996-831-069-7

CHÁVEZ, J, LEIVA D, CORROTO F. “Caracterización fisicoquímica y microbiológica de las aguas residuales en la ciudad de Chachapoyas, Región Amazonas, Universidad Científica del Perú Ciencia Amazónica (Iquitos) 6 (1) 17-27. 2016

ESPIGARES, M. y PÉREZ, JA. Aspectos sanitarios del estudio de las aguas. Universidad de Granada. Servicio de Publicaciones. Granada 1985.

GONZÁLEZ O y NAVARRETE F “Determinación de las principales fuentes de contaminación del río Portoviejo, en el sector entre Andrés de Vera y Picoazá, del cantón Portoviejo.” Tesis (Ingeniero Civil) Universidad técnica de Manabí Ecuador 2014.

ORGANISMO de Evaluación Fiscalización Ambiental (OEFA), en fiscalización de Aguas Residuales, en 1º edición abril 2014, 42 pp.

PORTA, J LÓPEZ, M. Uso y protección de suelos [en línea] 3. Ed. en Universidad de Leída Cataluña España 2014.

RAMOS R SEPÚLVEDA R, VILLALOBOS F. El agua en el medio ambiente [en línea] 1. Ed. Universidad Autónoma de Baja California. 2003. ISBN: 970-722-141-0

RIGOLA, M. Tratamiento de Aguas Industriales: aguas de proceso y residuales [en línea] en Colombia 1989.

ROJAS M, CITLALLI M, “Estudio de la contaminación de los recursos hídricos en la cuenca del Río San Pedro, previos a la construcción de una hidroeléctrica (P.H)

Las Cruces) en Nayarit México” (Tesis Licenciado en Biología), en la Universidad de Guadalajara 2011, pp. 154.

RUBIO A, et al Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma De Chihuahua México 1(2): 139- 150, 2014.

RAMALHO R, Tratamiento de Aguas Residuales. 2. Ed. 1990, 716 pp. ISBN: 9788429179750.

SANS R y PABLO J. Contaminación y Tratamiento [en línea] impreso en Colombia 1989. ISBN: 842-670-742-4

VALLE P, SIMEÓN J, “Evaluación de la Contaminación Ambiental por Vertimiento de aguas residuales a los cuerpos de agua y sus bienes asociados en el valle Chancay – Huaral” Tesis (Ingeniero Ambiental) en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, 2015. 145 pp.

VENTIMILLA P, DIEGO M “Determinación de Contaminación difusa en la Cuenca del Rio Tomebamba en Monay” Tesis (Master en Ciencias) en la Universidad de Cuenca ecuador, 2016.125 pp

ANEXOS

ANEXO N° 1
PANEL FOTOGRÁFICO
Figura N° 13



Medición del Potencial de Hidrogeno en la Descarga del Agua Residual

Figura N° 14



Medición de la temperatura en la Descarga del Agua Residual

Figura N° 15



Medición del caudal en el punto de descarga del agua residual

Figura N° 16



Muestras de Análisis para el laboratorio DQO

Figura N° 17



Muestra de análisis de aceites y grasas

Figura N° 18



Traslado de muestras en cooler al laboratorio

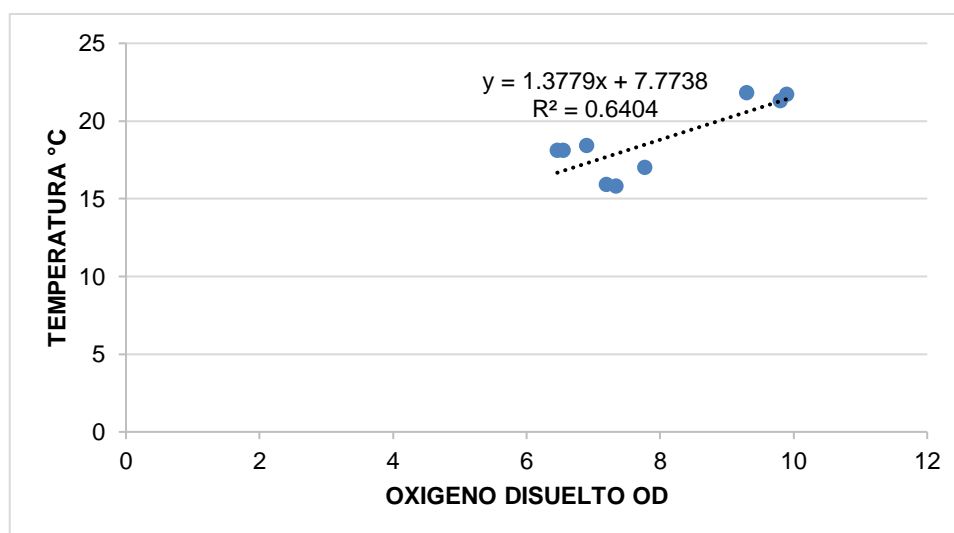
ANEXO N° 2

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

1. Debe representar gráficos de DISPERSIÓN, entre: el oxígeno disuelto (OD) vs la temperatura del agua (T°), Conductividad eléctrica (CE) vs Temperatura del agua, para cada estación (punto donde realizó la medición).

Oxígeno disuelto (OD) vs la temperatura del agua (T°) PARA CADA ESTACIÓN (ptos de medición).

ESTACIÓN	PARÁMETROS	
	Oxígeno Disuelto (OD) mg/L	Temperatura °C
E1 (ANTES DEL VERTIMIENTO)	7.77	17
	6.55	18.1
	7.34	15.8
E2 (DESCARGA)	9.8	21.3
	9.3	21.8
	9.9	21.7
E3 (DESPUÉS DEL VERTIMIENTO)	6.9	18.4
	6.46	18.1
	7.2	15.9

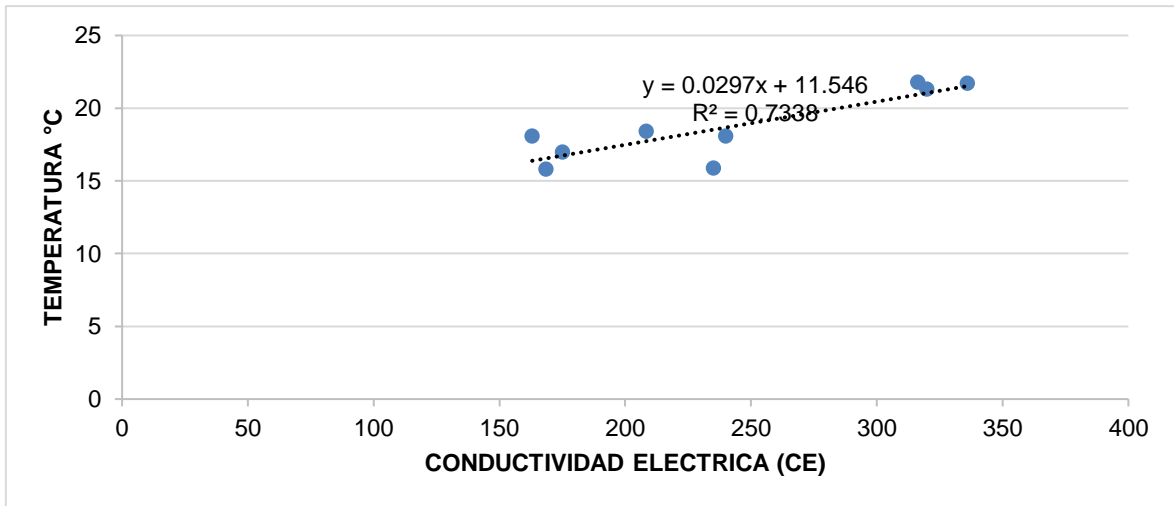


Se determinó la relación entre el Oxígeno disuelto y la temperatura, se muestra una tendencia creciente, a más oxígeno disuelto la temperatura aumenta y viceversa. La correlación R^2 fue de 0.64 que indica un ajuste o

relación entre ambas variables, lo cual se determina una relación moderada positiva (si aumenta una variable la otra también aumentará) Ver niveles de correlación en anexo

Conductividad eléctrica (CE)vs Temperatura del agua PARA CADA ESTACIÓN (ptos de medición).

ESTACIÓN	PARÁMETROS	
	CONDUCTIV ELECTR. (CE)	Temperatura °C
E1 (ANTES DEL VERTIMIENTO)	175	17
	163	18.1
	168.5	15.8
E2 (DESCARGA)	320	21.3
	316.3	21.8
	336	21.7
E3 (DESPUÉS DEL VERTIMIENTO)	208.3	18.4
	240	18.1
	235	15.9



Se determinó la relación entre la conductividad eléctrica y la temperatura, se muestra una tendencia creciente, a más conductividad eléctrica mayor será su temperatura y viceversa. La correlación R^2 fue de 0.73 que indica un ajuste o relación entre ambas variables, lo cual se determina una relación alta directa (si aumenta una variable la otra también aumentará) Ver niveles de correlación en anexo.

ANEXO N° 03

ANOVA de un factor

ANOVA

TEMPERATURA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	38.802	2	19.401	17.872	.003
Intra-grupos	6.513	6	1.086		
Total	45.316	8			

El Valor $p < 0.05$ por tanto se acepta la hipótesis alternativa, Por lo menos una media de la temperatura en la Estación 1, 2 y 3 es diferente. Se debe realizar una prueba post hoc.

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: TEMPERATURA

	(I) grupo	(J) grupo	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD de Tukey	E1	E2	-4.63333*	.85071	.004	-7.2435	-2.0231
		E3	-.50000	.85071	.832	-3.1102	2.1102
	E2	E1	4.63333*	.85071	.004	2.0231	7.2435
		E3	4.13333*	.85071	.007	1.5231	6.7435
	E3	E1	.50000	.85071	.832	-2.1102	3.1102
		E2	-4.13333*	.85071	.007	-6.7435	-1.5231

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Subconjuntos homogéneos

TEMPERATURA

		N	Subconjunto para alfa = .05	
			1	2
HSD de Tukey ^a	E1	3	16.9667	21.6000 1.000
	E3	3	17.4667	
	E2	3		
	Sig.		.832	
Duncan ^a	E1	3	16.9667	21.6000 1.000
	E3	3	17.4667	
	E2	3		
	Sig.		.578	

El promedio de la E1 estación 1 fue de 16.96; el promedio en la E2 estación 2 fue de 21.60 y el promedio en la E3 estación 3 fue de 17.46. El análisis post hoc de HDS de Tukey y Duncan determinaron que la mayor temperatura fue en la Estación 2 - descarga (21.6°C). En la estación E1 - antes del vertimiento (16.9°C) y E3 - después del vertimiento (17.4°C) presentaron la misma temperatura.

Potencial de Hidrógeno

ANOVA de un factor

ANOVA

POTENCIAL DE HIDROGENO ud

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	8.663	4	2.166	69.117	.000
Intra-grupos	.313	10	.031		
Total	8.976	14			

El Valor $p < 0.05$ por tanto se acepta la hipótesis alternativa, Por lo menos una media del potencial de hidrógeno en la Estación 1, 2 y 3 es diferente. Se debe realizar una prueba post hoc.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: POTENCIAL DE HIDROGENO ud

	(I) grupo	(J) grupo	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD de Tukey	E1	E2	.36667	.14453	.158	-.1090	.8423
		E3	-.26667	.14453	.402	-.7423	.2090
		E4 (Valor Mínimo)	1.00000*	.14453	.000	.5243	1.4757
		E5 (Valor Máximo)	-1.30000*	.14453	.000	-1.7757	-.8243
	E2	E1	-.36667	.14453	.158	-.8423	.1090
		E3	-.63333*	.14453	.009	-1.1090	-.1577
		E4 (Valor Mínimo)	.63333*	.14453	.009	.1577	1.1090
		E5 (Valor Máximo)	-1.66667*	.14453	.000	-2.1423	-1.1910
	E3	E1	.26667	.14453	.402	-.2090	.7423
		E2	.63333*	.14453	.009	.1577	1.1090
		E4 (Valor Mínimo)	1.26667*	.14453	.000	.7910	1.7423
		E5 (Valor Máximo)	-1.03333*	.14453	.000	-1.5090	-.5577
	E4 (Valor Mínimo)	E1	-1.00000*	.14453	.000	-1.4757	-.5243
		E2	-.63333*	.14453	.009	-1.1090	-.1577
		E3	-1.26667*	.14453	.000	-1.7423	-.7910
		E5 (Valor Máximo)	-2.30000*	.14453	.000	-2.7757	-1.8243
	E5 (Valor Máximo)	E1	1.30000*	.14453	.000	.8243	1.7757
		E2	1.66667*	.14453	.000	1.1910	2.1423
		E3	1.03333*	.14453	.000	.5577	1.5090
		E4 (Valor Mínimo)	2.30000*	.14453	.000	1.8243	2.7757

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Subconjuntos homogéneos

POTENCIAL DE HIDROGENO ud

grupo	N	Subconjunto para alfa = .05				
		1	2	3	4	
HSD de Tukey ^a	E4 (Valor Mínimo)	3	6.5000			
	E2	3		7.1333		
	E1	3		7.5000	7.5000	
	E3	3			7.7667	
	E5 (Valor Máximo)	3				8.8000
	Sig.		1.000	.158	.402	1.000
Duncan ^a	E4 (Valor Mínimo)	3	6.5000			
	E2	3		7.1333		
	E1	3			7.5000	
	E3	3			7.7667	
	E5 (Valor Máximo)	3				8.8000
	Sig.		1.000	1.000	.095	1.000

El promedio de la estación 1 fue de 7.5; el promedio en la estación 2 fue de 7.13; el promedio en la estación 3 fue de 7.76; E4 es el valor mínimo según DS 003-2017 MINAM y E5 es el valor máximo según DS 003-2017 MINAM.

El análisis post hoc de HDS de Tukey y Duncan determinaron que el potencial de hidrógeno de las estaciones 1, 2 y 3 se encuentran dentro de los parámetros establecidos por LMP DS 003-2017 MINAM (mínimo: 6.5 y Máximo: 8.8)

Conductividad (CE) uS/cm

ANOVA de un factor

ANOVA

CONDUCTIVIDAD ELECTRICA uS/cm

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	51011463	3	17003821	155935.2	.000
Intra-grupos	872.353	8	109.044		
Total	51012335	11			

El Valor $p < 0.05$ por tanto se acepta la hipótesis alternativa, Por lo menos una media de la conductividad eléctrica en la Estación 1, 2 y 3 es diferente. Se debe realizar una prueba post hoc.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: CONDUCTIVIDAD ELECTRICA uS/cm

	(I) grupo	(J) grupo	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD de Tukey	E1	E2	-155.26667*	8.52620	.000	-182.5706	-127.9628
		E3	-58.93333*	8.52620	.001	-86.2372	-31.6294
		E4	-4831.16667*	8.52620	.000	-4858.4706	-4803.86
	E2	E1	155.26667*	8.52620	.000	127.9628	182.5706
		E3	96.33333*	8.52620	.000	69.0294	123.6372
		E4	-4675.90000*	8.52620	.000	-4703.2039	-4648.60
	E3	E1	58.93333*	8.52620	.001	31.6294	86.2372
		E2	-96.33333*	8.52620	.000	-123.6372	-69.0294
		E4	-4772.23333*	8.52620	.000	-4799.5372	-4744.93
	E4	E1	4831.16667*	8.52620	.000	4803.8628	4858.4706
		E2	4675.90000*	8.52620	.000	4648.5961	4703.2039
		E3	4772.23333*	8.52620	.000	4744.9294	4799.5372

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Subconjuntos homogéneos

CONDUCTIVIDAD ELECTRICA uS/cm

grupo	N	Subconjunto para alfa = .05				
		1	2	3	4	
HSD de Tukey ^a	E1	3	168.8333			
	E3	3		227.7667		
	E2	3			324.1000	
	E4	3				5000.0000
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000
Duncan ^a	E1	3	168.8333			
	E3	3		227.7667		
	E2	3			324.1000	
	E4	3				5000.0000
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Se determinó el promedio en la estación 1 (168.8) y tuvo menor conductividad eléctrica, el promedio en la estación 2 (324.1) tuvo la mayor conductividad eléctrica.

La media de la conductividad eléctrica en las tres estaciones está por debajo del parámetro establecido en el E4 [DS 003-2017 MINAM (5000)]

Turbidez

ANOVA de un factor

ANOVA

TURBIDEZ

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	15897.447	3	5299.149	5505.609	.000
Intra-grupos	7.700	8	.963		
Total	15905.147	11			

El Valor $p < 0.05$ por tanto se acepta la hipótesis alternativa, Por lo menos una media de la turbidez en la Estación 1, 2 y 3 es diferente. Se debe realizar una prueba post hoc.

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: TURBIDEZ

	(I) grupo	(J) grupo	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD de Tukey	E1	E2	-8.80000*	.80104	.000	-11.3652	-6.2348
		E3	-1.03333	.80104	.593	-3.5985	1.5319
		E4	-86.96667*	.80104	.000	-89.5319	-84.4015
	E2	E1	8.80000*	.80104	.000	6.2348	11.3652
		E3	7.76667*	.80104	.000	5.2015	10.3319
		E4	-78.16667*	.80104	.000	-80.7319	-75.6015
	E3	E1	1.03333	.80104	.593	-1.5319	3.5985
		E2	-7.76667*	.80104	.000	-10.3319	-5.2015
		E4	-85.93333*	.80104	.000	-88.4985	-83.3681
	E4	E1	86.96667*	.80104	.000	84.4015	89.5319
		E2	78.16667*	.80104	.000	75.6015	80.7319
		E3	85.93333*	.80104	.000	83.3681	88.4985

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Subconjuntos homogéneos

TURBIDEZ

grupo		N	Subconjunto para alfa = .05		
			1	2	3
HSD de Tukey ^a	E1	3	13.0333		
	E3	3	14.0667		
	E2	3		21.8333	
	E4	3			100.0000
	Sig.		.593	1.000	1.000
Duncan ^a	E1	3	13.0333		
	E3	3	14.0667		
	E2	3		21.8333	
	E4	3			100.0000
	Sig.		.233	1.000	1.000

Se determinó el promedio en la estación 1 (13.033) y tuvo menor turbidez, el promedio en la estación 2 (21.83) tuvo la mayor turbidez. La media de la conductividad eléctrica en las tres estaciones está por debajo del parámetro establecido en el DS 004-2017 MINAM (100) E4

Solidos Suspendidos Totales

ANOVA de un factor

ANOVA

SOLIDOS SUSPEDIDOS TOTALES SST

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	2099527.3	3	699842.425	558013.9	.000
Intra-grupos	10.033	8	1.254		
Total	2099537.3	11			

Se debe realizar una prueba post hoc.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: SOLIDOS SUSPEDIDOS TOTALES SST

	(I) grupo	(J) grupo	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD de Tukey	E1	E2	-25.96667*	.91439	.000	-28.8949	-23.0385
		E3	-5.16667*	.91439	.002	-8.0949	-2.2385
		E4	-976.10000*	.91439	.000	-979.0282	-973.1718
	E2	E1	25.96667*	.91439	.000	23.0385	28.8949
		E3	20.80000*	.91439	.000	17.8718	23.7282
		E4	-950.13333*	.91439	.000	-953.0615	-947.2051
	E3	E1	5.16667*	.91439	.002	2.2385	8.0949
		E2	-20.80000*	.91439	.000	-23.7282	-17.8718
		E4	-970.93333*	.91439	.000	-973.8615	-968.0051
	E4	E1	976.10000*	.91439	.000	973.1718	979.0282
		E2	950.13333*	.91439	.000	947.2051	953.0615
		E3	970.93333*	.91439	.000	968.0051	973.8615

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Subconjuntos homogéneos

SOLIDOS SUSPEDIDOS TOTALES SST

grupo	N	Subconjunto para alfa = .05				
		1	2	3	4	
HSD de Tukey ^a	E1	3	23.9000			
	E3	3		29.0667		
	E2	3			49.8667	
	E4	3				1000.0000
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000
Duncan ^a	E1	3	23.9000			
	E3	3		29.0667		
	E2	3			49.8667	
	E4	3				1000.0000
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

El promedio de la estación 1 fue de 23.9; el promedio en la estación 2 fue de 7.13 y el promedio en la estación 3 fue de 7.76 y E4 es el límite permitido DS 003-2017 MINAM. La media de los sólidos suspendidos totales en las tres estaciones está por debajo del parámetro establecido en el DS 004-2017 MINAM (1000)

Demanda Bioquímica de Oxígeno

ANOVA de un factor

ANOVA

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	153.207	3	51.069	57.620	.000
Intra-grupos	7.090	8	.886		
Total	160.297	11			

El Valor $p < 0.05$ por tanto se acepta la hipótesis alternativa, Por lo menos una

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO

	(I) grupo	(J) grupo	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD de Tukey	E1	E2	-8.20000*	.76868	.000	-10.6616	-5.7384
		E3	-4.13000*	.76868	.003	-6.5916	-1.6684
		E4	-8.93333*	.76868	.000	-11.3949	-6.4718
	E2	E1	8.20000*	.76868	.000	5.7384	10.6616
		E3	4.07000*	.76868	.003	1.6084	6.5316
		E4	-.73333	.76868	.778	-3.1949	1.7282
	E3	E1	4.13000*	.76868	.003	1.6684	6.5916
		E2	-4.07000*	.76868	.003	-6.5316	-1.6084
		E4	-4.80333*	.76868	.001	-7.2649	-2.3418
	E4	E1	8.93333*	.76868	.000	6.4718	11.3949
		E2	.73333	.76868	.778	-1.7282	3.1949
		E3	4.80333*	.76868	.001	2.3418	7.2649

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Subconjuntos homogéneos

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO

grupo		N	Subconjunto para alfa = .05		
			1	2	3
HSD de Tukey ^a	E1	3	6.0667		
	E3	3		10.1967	
	E2	3			14.2667
	E4	3			15.0000
	Sig.		1.000	1.000	.778
Duncan ^a	E1	3	6.0667		
	E3	3		10.1967	
	E2	3			14.2667
	E4	3			15.0000
	Sig.		1.000	1.000	.368

El promedio de la estación 1 fue de 6.066; el promedio en la estación 2 fue de 14.26 y el promedio en la estación 3 fue de 10.19 y E4 es el límite permitido DS 003-2017 MINAM. La media de la demanda bioquímica de oxígeno de la estación 1 y 3 están

Por El promedio de la estación 1 fue de 6.066; el promedio en la estación 2 fue de 14.26 y el promedio en la estación 3 fue de 10.19 y E4 es el límite permitido DS 003-2017 MINAM. La media de la demanda bioquímica de oxígeno de la estación 1 y 3 están por debajo del parámetro establecido en el DS 003-2017 MINAM (15) y la media de la demanda bioquímica de oxígeno de la estación 2 tiene el mismo valor del LMP en el DS 004-2017 MINAM (15)

Demanda Química de Oxígeno

El Valor $p < 0.05$ por tanto se acepta la hipótesis alternativa, Por lo menos una media de la Demanda química de Oxígeno en la Estación 1, 2 y 3 es diferente. Se debe realizar una prueba post hoc.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO

	(I) grupo	(J) grupo	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD de Tukey	E1	E2	-24.66667*	.65149	.000	-26.7530	-22.5804
		E3	-3.53333*	.65149	.003	-5.6196	-1.4470
		E4	-29.46667*	.65149	.000	-31.5530	-27.3804
	E2	E1	24.66667*	.65149	.000	22.5804	26.7530
		E3	21.13333*	.65149	.000	19.0470	23.2196
		E4	-4.80000*	.65149	.000	-6.8863	-2.7137
	E3	E1	3.53333*	.65149	.003	1.4470	5.6196
		E2	-21.13333*	.65149	.000	-23.2196	-19.0470
		E4	-25.93333*	.65149	.000	-28.0196	-23.8470
	E4	E1	29.46667*	.65149	.000	27.3804	31.5530
		E2	4.80000*	.65149	.000	2.7137	6.8863
		E3	25.93333*	.65149	.000	23.8470	28.0196

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

El promedio de la estación 1 fue de 10.53; el promedio en la estación 2 fue de 35.2 y el promedio en la estación 3 fue de 14.06 y E4 es el límite permitido DS 003-2017 MINAM. La media de la demanda química de oxígeno en las tres estaciones está por debajo del parámetro establecido en el DS 003-2017 MINAM (40). La Estación E2 (descarga) presenta mayor demanda química de oxígeno.

Subconjuntos homogéneos

DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO

grupo	N	Subconjunto para alfa = .05				
		1	2	3	4	
HSD de Tukey ^a	E1	3	10.5333			
	E3	3		14.0667		
	E2	3			35.2000	
	E4	3				40.0000
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000
Duncan ^a	E1	3	10.5333			
	E3	3		14.0667		
	E2	3			35.2000	
	E4	3				40.0000
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Oxígeno Disuelto (OD)

El Valor $p < 0.05$ por tanto se acepta la hipótesis alternativa, Por lo menos una media de oxígeno disuelto en la Estación 1, 2 y 3 es diferente. Se debe realizar una prueba post hoc.

ANOVA de un factor

ANOVA

OXIGENO DISUELTO mg/L

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	33.132	3	11.044	70.709	.000
Intra-grupos	1.250	8	.156		
Total	34.382	11			

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: OXIGENO DISUELTO mg/L

	(I) grupo	(J) grupo	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD de Tukey	E1	E2	-2.44667*	.32269	.000	-3.4800	-1.4133
		E3	.36667	.32269	.679	-.6667	1.4000
		E4	2.22000*	.32269	.001	1.1866	3.2534
	E2	E1	2.44667*	.32269	.000	1.4133	3.4800
		E3	2.81333*	.32269	.000	1.7800	3.8467
		E4	4.66667*	.32269	.000	3.6333	5.7000
	E3	E1	-.36667	.32269	.679	-1.4000	.6667
		E2	-2.81333*	.32269	.000	-3.8467	-1.7800
		E4	1.85333*	.32269	.002	.8200	2.8867
	E4	E1	-2.22000*	.32269	.001	-3.2534	-1.1866
		E2	-4.66667*	.32269	.000	-5.7000	-3.6333
		E3	-1.85333*	.32269	.002	-2.8867	-.8200

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Promedio en la estación 3 fue de 6.85 y E4 es el límite permitido DS 003-2017 MINAM. La media de oxígeno disuelto en las tres estaciones está por encima del parámetro establecido en el DS 003-2017 MINAM (5.00). La Estación E2 (descarga) presenta mayor oxígeno disuelto.

Subconjuntos homogéneos

OXIGENO DISUELTO mg/L

grupo	N	Subconjunto para alfa = .05			
		1	2	3	
HSD de Tukey ^a	E4	3	5.0000		
	E3	3		6.8533	
	E1	3		7.2200	
	E2	3			9.6667
	Sig.		1.000	.679	1.000
Duncan ^a	E4	3	5.0000		
	E3	3		6.8533	
	E1	3		7.2200	
	E2	3			9.6667
	Sig.		1.000	.289	1.000

ANOVA de un factor

ANOVA

ACEITES Y GRASAS mg/L

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	204.563	3	68.188	293.280	.000
Intra-grupos	1.860	8	.233		
Total	206.423	11			

ANOVA de un factor

ANOVA

DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1973.557	3	657.852	1033.276	.000
Intra-grupos	5.093	8	.637		
Total	1978.650	11			

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: ACEITES Y GRASAS mg/L

	(I) grupo	(J) grupo	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD de Tukey	E1	E2	-10.0000*	.39370	.000	-11.2608	-8.7392
		E3	-1.00000	.39370	.127	-2.2608	.2608
		E4	-6.83333*	.39370	.000	-8.0941	-5.5726
	E2	E1	10.0000*	.39370	.000	8.7392	11.2608
		E3	9.00000*	.39370	.000	7.7392	10.2608
		E4	3.16667*	.39370	.000	1.9059	4.4274
	E3	E1	1.00000	.39370	.127	-.2608	2.2608
		E2	-9.0000*	.39370	.000	-10.2608	-7.7392
		E4	-5.83333*	.39370	.000	-7.0941	-4.5726
	E4	E1	6.83333*	.39370	.000	5.5726	8.0941
		E2	-3.16667*	.39370	.000	-4.4274	-1.9059
		E3	5.83333*	.39370	.000	4.5726	7.0941

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Subconjuntos homogéneos

ACEITES Y GRASAS mg/L

grupo	N	Subconjunto para alfa = .05			
		1	2	3	4
HSD de Tukey ^a	E1	3	3.1667		
	E3	3	4.1667		
	E4	3		10.0000	
	E2	3			13.1667
	Sig.		.127	1.000	1.000
Duncan ^a	E1	3	3.1667		
	E3	3		4.1667	
	E4	3			10.0000
	E2	3			13.1667
	Sig.		1.000	1.000	1.000

El promedio de la estación 1 fue de 3.1667; el promedio en la estación 2 fue de 13.1667 y el promedio en la estación 3 fue de 4.1667 y E4 es el límite permitido DS 003-2017 MINAM. La media de aceite y grasa en la estación 1 Y 3 están por debajo del parámetro establecido en el DS 004-2017 MINAM (10.00) y la media la Estación 2 (Descarga) es mayor al parámetro establecido en el DS 004-2017 MINAM (10.00)

Aprovechar los datos que tenemos de Coliformes, en cada punto de muestreo (¿cómo podríamos relacionarlo?)

PARAMETROS		Coliformes Totales	Coliformes Termotolerantes
Unidad de medida		NMP/100 mL	NMP/100 MI
ESTACION	E1 (ANTES DEL VERTIMIENTO)	día 1	3000
		día 2	2900
		día 3	3100
	E2 (DESCARGA)	día 4	92 000
		día 5	85000
		día 6	9000
	E3 (DESPUES DEL VERTIMIENTO)	día 7	54000
		día 8	35000
		día 9	43000
LMP DS 003-2017 MINAM	E4 (LMP- CATEGORIA 3)		1000

Coliformes Totales

ANOVA de un factor

ANOVA

COLIFORMES TOTALES (NMP/100 mL)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	5.49E+009	2	2.7E+009	3.724	.089
Intra-grupos	4.42E+009	6	7.4E+008		
Total	9.91E+009	8			

Se determinó el valor $p > 0.05$ por tanto se acepta la Hipótesis Nula: la media de los coliformes totales es igual en la medición de la estación 1, 2 y 3.

Coliforme Termo Tolerantes

ANOVA de un factor

ANOVA

COLIFORMES TERMO TOLERANTES (NMP/100 mL)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1.18E+010	3	3.9E+009	2348.707	.000
Intra-grupos	13360000	8	1670000.0		
Total	1.18E+010	11			

Hay diferencias estadísticas significativas entre muestras y con el LMP fijado por el ECA Agua 2017 (DS 004-2017-MINAM).

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: COLIFORMES TERMO TOLERANTES (NMP/100 mL)

	(I) grupo	(J) grupo	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD de Tukey	E1	E2	-75100.00000*	1055.1461	.000	-78478.9493	-71721.1
		E3	-13100.00000*	1055.1461	.000	-16478.9493	-9721.05
		E4	1233.33333	1055.1461	.661	-2145.6160	4612.2826
	E2	E1	75100.00000*	1055.1461	.000	71721.0507	78478.95
		E3	62000.00000*	1055.1461	.000	58621.0507	65378.95
		E4	76333.33333*	1055.1461	.000	72954.3840	79712.28
	E3	E1	13100.00000*	1055.1461	.000	9721.0507	16478.95
		E2	-62000.00000*	1055.1461	.000	-65378.9493	-58621.1
		E4	14333.33333*	1055.1461	.000	10954.3840	17712.28
	E4	E1	-1233.33333	1055.1461	.661	-4612.2826	2145.6160
		E2	-76333.33333*	1055.1461	.000	-79712.2826	-72954.4
		E3	-14333.33333*	1055.1461	.000	-17712.2826	-10954.4

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

5. De ser posible elaborar también este cuadro de diferencias estadísticas entre el OD y lo que corresponda en las tres estaciones de medida

PARAMETROS			Oxígeno Disuelto (OD) mg/L
ESTACION	E1 (ANTES DEL VERTIMIENTO)	día 1	7.77
		día 2	6.55
		día 3	7.34
	E2 (DESCARGA)	día 4	9.8
		día 5	9.3
		día 6	9.9
	E3 (DESPUES DEL VERTIMIENTO)	día 7	6.9
		día 8	6.46
		día 9	7.2
LMP DS 003-2017 MINAM	CATEGORIA 3	5	

ANOVA de un factor

ANOVA

OXIGENO DISUELTO mg/L

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	33.132	3	11.044	70.709	.000
Intra-grupos	1.250	8	.156		
Total	34.382	11			

El Valor $p < 0.05$ por tanto se acepta la hipótesis alternativa, Por lo menos una media de oxígeno disuelto en la Estación 1, 2 y 3 es diferente. Se debe realizar una prueba post hoc.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: OXIGENO DISUELTO mg/L

	(I) grupo	(J) grupo	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD de Tukey	E1	E2	-2.44667*	.32269	.000	-3.4800	-1.4133
		E3	.36667	.32269	.679	-.6667	1.4000
		E4	2.22000*	.32269	.001	1.1866	3.2534
	E2	E1	2.44667*	.32269	.000	1.4133	3.4800
		E3	2.81333*	.32269	.000	1.7800	3.8467
		E4	4.66667*	.32269	.000	3.6333	5.7000
	E3	E1	-.36667	.32269	.679	-1.4000	.6667
		E2	-2.81333*	.32269	.000	-3.8467	-1.7800
		E4	1.85333*	.32269	.002	.8200	2.8867
	E4	E1	-2.22000*	.32269	.001	-3.2534	-1.1866
		E2	-4.66667*	.32269	.000	-5.7000	-3.6333
		E3	-1.85333*	.32269	.002	-2.8867	-.8200

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Subconjuntos homogéneos

OXIGENO DISUELTO mg/L

grupo	N	Subconjunto para alfa = .05		
		1	2	3
HSD de Tukey ^a				
E4	3	5.0000		
E3	3		6.8533	
E1	3		7.2200	
E2	3			9.6667
Sig.		1.000	.679	1.000
Duncan ^a				
E4	3	5.0000		
E3	3		6.8533	
E1	3		7.2200	
E2	3			9.6667
Sig.		1.000	.289	1.000

ANEXO N° 4

Niveles de correlación de Pearson

-1	Correlación negativa grande y perfecta
-0,9 a -0,99	Correlación negativa muy alta
-0,7 a -0,89	Correlación negativa alta
-0,4 a -0,69	Correlación negativa moderada
-0,2 a -0,39	Correlación negativa baja
-0,01 a -0,19	Correlación negativa muy baja
0	Correlación nula
0,01 a 0,19	Correlación positiva muy baja
0,2 a 0,39	Correlación positiva baja
0,4 a 0,69	Correlación positiva moderada
0,7 a 0,89	Correlación positiva alta
0,9 a 0,99	Correlación positiva muy alta
1	Correlación positiva grande y perfecta

ANEXO N° 5

REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

Grado de Contaminación del río Chancay por las Aguas Residuales Municipales en el Sector Agua Salada distrito de Chancay Baños

VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	INDICADORES	Unidad	LMP	ECA	ANOTACIONES
V.I. Aguas residuales Municipales	Caudal	L/S	---		
	pH	Und. de pH	6 – 9		
	DBO5	mg/L	50		
	DQO	mg/L	250		
	Solidos solubles	mg/L	40		
	Nitrógeno-amoniaco	mg/L	---		
	Coliformes totales	NMP/100 mL	---		
VD. Contaminación del río	Caudal	L/S		---	
	Temperatura	°C		---	
	pH	Und. de pH		6.5 – 8.5	
	Oxígeno disuelto	mg/L		≥ 4	
	DBO5	mg/L		15	
	DQO	mg/L		40	
	Aceites y grasas	mg/L		1	
	Coliformes fecales	NMP/100 mL		2 000	
	Coliformes totales	NMP/100 mL		5 000	

Límites Máximos permisibles

ECA: Estándar de calidad ambiental