



Universidad Nacional

SAN LUIS GONZAGA



Atribución 4.0 Internacional

Esta licencia permite que otros distribuyan, mezclen, adapten y construyan sobre su trabajo, incluso comercialmente, siempre que le reconozcan la creación original. Esta es la licencia más complaciente que se ofrece. Recomendado para la máxima difusión y uso de materiales con licencia.

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

El que subscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

TRABAJO MONOGRAFICO

EVALUACION DE LOS NIVELES DE CONTAMINACION DEL AGUA RESIDUAL DE LA INDUSTRIA TEXTIL DE LA PROVINCIA DE CHINCHA POR EFECTO DE LOS COLORANTES EMPLEADOS EN EL PROCESO DE TEÑIDO.

Presentado por:

CESAR KERSHI CHINCHAY HUARCAYA

Autor del Proyecto de Tesis del nivel de **PREGRADO** de la Facultad de **INGENIERÍA QUÍMICA Y PETROQUÍMICA**. El Resultado obtenido es 15% (PORCENTAJE DE SIMILITUD) por lo cual se otorga el calificativo de:

APROBADO, según Reglamento de Evaluación de la Originalidad.

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Observaciones:

El porcentaje de similitud es menor del 20%, establecido como máximo por Reglamento de Evaluación de originalidad.

Ica, 31 de octubre del 2023

Dra. ANA MARIA JIMENEZ PASACHE
DIRECTORA (I) DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

“UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Ingeniería Química y Petroquímica



**“EVALUACION DE LOS NIVELES DE CONTAMINACION DEL
AGUA RESIDUAL DE LA INDUSTRIA TEXTIL DE LA PROVINCIA
DE CHINCHA POR EFECTO DE LOS COLORANTES
EMPLEADOS EN EL PROCESO DE TEÑIDO”**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico

Línea de investigación: Ciencias naturales, ingeniería y
tecnologías sostenibles.

Autor: BACH. CESAR KERSHI CHINCHAY HUARCAYA

ICA – PERÚ

2021

Contenido

RESUMEN.....	¡Error! Marcador no definido.
ABSTRACT	¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO I:	8
FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	8
1.1.1. Situación Problemática	8
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	9
1.2.1. Problema general.	9
1.2.2. Problemas específicos.	9
1.3. OBJETIVOS DEL PROYECTO.	9
1.3.1. Objetivo General.	9
1.3.2. Objetivos Específicos.	9
1.4. HIPÓTESIS DE TRABAJO.	10
1.4.1. Hipótesis general.	10
1.4.2. Hipótesis Específicas.	10
1.5. VARIABLES	10
1.6. JUSTIFICACIÓN.	10
CAPÍTULO II:	12
BASES TEORICAS.....	12
2.1. MARCO TEORICO	12
2.1.1. Tintes Industriales	12
2.1.1.1 Generalidades de los tintes industriales	12
2.1.1.2 Aplicaciones de los tintes industriales	15
2.1.1.3 Clasificación de los tintes industriales	16
2.1.2 Proceso de Producción de la Industria Textil en Chincha “Textil San Cristobal”.	19
2.1.3. Efectos Ambientales producidos por los Efluentes.	20
2.1.3.1 Efectos ecológicos	21
2.1.3.2 Consecuencias toxicológicas	21
2.1.3.3 Minimización del impacto ambiental	22
2.1.4. Características de los Efluentes Textiles.	23
2.1.5. Sustancias Tóxicas generadas por los colorantes Textiles.	27

CAPÍTULO III:	35
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	35
3.1. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	35
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	35
3.3. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	35
CAPÍTULO IV:.....	37
PARTE EXPERIMENTAL.....	37
4.1. TOMA DE MUESTRAS.	37
4.2. MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	37
CAPÍTULO V:.....	57
RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	57
5.1. RESULTADOS OBTENIDOS.....	57
5.2 ANALISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO DE RESULTADOS	60
5.2.1 Análisis estadístico descriptivo de resultados de las descargas de las plantas textiles	60
5.2.2 Pruebas estadísticas para la comparación de promedios de resultados	67
5.2.3 Prueba estadística para la comparación de promedios en las descargas de las plantas textiles con el agua residual en zona alejada.....	80
5.2.4 Comparación de resultados promedio generales con los valores límite permisibles	94
5.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.	99
5.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	99
CONCLUSIONES.....	101

RESUMEN

La presente tesis titulada “EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA RESIDUAL DE LA INDUSTRIA TEXTIL DE LA PROVINCIA DE CHINCHA POR EFECTO DE LOS COLORANTES EMPLEADOS EN EL PROCESO DE TEÑIDO” es un estudio de investigación cuyo principal objetivo es demostrar que la contaminación del H₂O servida de la manufactura textil de la provincia de Chíncha está contaminada debido a que los niveles de metales pesados, DBO y DQO, superan los límites permisibles. Esto se debe a los remanentes de colorantes descargados en los efluentes de dichas empresas.

Se ha planteado el problema relacionado a determinar cuáles son los niveles de contaminación del H₂O residual de la manufactura textil de la provincia de Chíncha por efecto de los colorantes empleados, planteándose como hipótesis “Los niveles de contaminación del H₂O residual de la manufactura textil son altos por efecto de los colorantes empleados en el proceso de teñido”, por lo que para validar la hipótesis se ha aplicado el método ANOVA, en relación a ensayos químicos realizados pendientes a demostrar, mediante en el cual se detectó en el agua una alta carga.

Por lo tanto, se concluye que los niveles de contaminación exceden a los límites máximos permitido por el Decreto Supremo N° 021-2009 VIVIENDA, habiendo concentraciones de hasta 6.20 mg/L de Hierro, 0,89 mg/L de Hg; 1,6093 mg/L de Pb; 7.07 mg/L de Cu, además de concentraciones de 672,60 mg/L de DBO y 1194,73 mg/L de DQO lo que indica un alto índice de contaminación del agua residual.

ABSTRACT

The objective of this research "*Evaluation of the pollution levels of wastewater from the Textile Industry of the province of Chincha by the effect of the colorants used in the dyeing process*" is to characterize the range of pollution levels of wastewater from the textile industries of the province of Chincha is contaminated because of the levels of heavy metals DBO y DQO, exceed permissible limits. This is due to the remnants of dyes discharged in the effluents of these companies.

The problem related to determining the levels of pollution of the waste water of the textile industry of the province of Chincha due to the effect of the dyes used, being raised as a hypothesis "*The levels of pollution of the waste water of the textile industry of the province of Chincha are high due to the dyes used in the dyeing process*" therefore, to validate the hypothesis, the ANOVA method has been applied, in relation to chemical tests carried out pending to be demonstrated, by means of which a high load was detected in the water.

Therefore, it is concluded that pollution levels exceed permissible limits established in Supreme Decree No. 021-2009 VIVIENDA, with concentrations of up to 6.20 mg / L of Iron, 0.89 mg / L of Hg; 1.6093 mg / L of Pb; 7.07 mg / L of Cu, in addition to concentrations of 672.60 mg / L of BOD and 1194.73 mg / L of COD, which indicates a high rate of contamination of the wastewater.

INTRODUCCIÓN

La manufactura textil es calificada como la principal causante de contaminación del H₂O y de residuos peligrosos, generada por la existencia de varias etapas en el transcurso productivo que provocan una grave contaminación ambiental, especialmente al medio acuático.

Las notables fuentes de contaminación se juntan en el manejo de las sustancias peligrosas, emisiones a la atmosfera, restos gaseosos y líquidos, por el consumo de energía produciendo considerables dosis de compuestos coloreados y de difícil biodegradación.

Los efectos ambientales causados por la industria son variables, el color es el indicativo de contaminación en las H₂O servidas, lo que provoca una disminución en la transferencia y caída del O₂ disperso, impidiendo la actividad fotosintética de las plantas. La población mundial, consume en promedio de alrededor de 200 gramos de colorantes por persona al año. En los países desarrollados puede rebasar de 600 a 700 g/persona, asumiendo un uso del 60% en la manufactura textil, 25% en tintas (pigmentos), y el remanente en el teñido de papel, alimentos cuero y otros.

La constitución de las aguas servidas generadas por la manufactura textil es variable, normalmente por el cambio de la temperatura, pH y coloración. Los notables contaminantes son los sólidos en suspensión, los grasos y los complejos orgánicos, que se consideran compuestos xenobióticos resistentes a los procesos biodegradables.

Existe la presencia metales pesados como cromo, zinc, cobre y níquel. Las H₂O residuales producidas en el tratamiento de la fibra natural incluyen contaminantes como pesticidas; microbiológicos como hongos, bacterias y otros patógenos.

Las aguas servidas derivadas por la industria textil perturban al medio ambiente que son tóxicos y no biodegradables que son desaguados en conductos y ríos, persistiendo en el ambiente. Para su saneamiento existen métodos químicos, físicos y biológicos, que se aplica para separar a las anilinas del fluido residual. Se ha descubierto que la aplicación de un solo método es ineficaz para reducir el contenido de colorante y desmineralizar los mezclados formados, en la actualidad es el limitante para su operación eficiente.

En el presente estudio se analizó el agua residual de la provincia de Chincha para detectar la presencia de tintes, y el agua cercana a las fábricas textiles se analizó como muestra de investigación y se verificó la presencia de tintes azoicos, que se consideran muy peligrosos.

CAPÍTULO I:

FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1.1. Situación Problemática

En la región de Chincha, es importante región agrícola del país tienen que ser irrigadas con aguas residuales que contienen altas concentraciones de contaminantes potencialmente dañinos. Esta práctica no sería tan común si no fuera por la carga microbiana que suelen transportar estas aguas residuales.

Debido a esto, muchas aguas residuales que no han sido tratadas son vertidas directamente al alcantarillado y contienen altas concentraciones de colorantes, metales pesados, contaminantes orgánicos biodegradables y refractarios, sólidos en suspensión, tensioactivos, sales y cloruros. Tintes y otras toxinas. Esto significa graves problemas ambientales, ya que existen muy pocas industrias encargadas del tratamiento de aguas residuales, y los colorantes y tintes sintéticos están diseñados para resistir los efectos de la luz, el agua y los productos químicos sobre los textiles, que sin embargo inhiben su biodegradación. Degradación ambiental.

Existen varias plantas textiles como por ejemplo Textil del Valle, Textil San Cristobal S.A. y Southern Textile Network las cuales descargan sus efluentes de aguas residuales al alcantarillado creando de esta manera un enorme problema ambiental.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

1.2.1. Problema general.

¿Cuáles son los niveles de contaminación del agua residual de la industria textil en la provincia de Chíncha por efecto de los colorantes empleados en el proceso del teñido?

1.2.2. Problemas específicos.

- ¿Por qué son peligrosos los colorantes que se descargan en las aguas residuales de las plantas textiles de la provincia de Chíncha?
- ¿Cómo afecta las aguas residuales en la industria textil el medio ambiente de la provincia de Chíncha?

1.3. OBJETIVOS DEL PROYECTO.

1.3.1. Objetivo General.

Evaluar los niveles de contaminación del agua residual de la industria textil de la provincia de Chíncha por efecto de los colorantes empleados en el proceso de teñido.

1.3.2. Objetivos Específicos.

- Determinar el tipo de colorantes que se descargan en las aguas residuales de las plantas textiles de la provincia de Chíncha.
- Establecer si las aguas residuales de la industria textil afectan el medio ambiente de la provincia de Chíncha

1.4. HIPÓTESIS DE TRABAJO.

1.4.1. Hipótesis general.

Son altos los niveles de contaminación del agua residual de la industria textil de la provincia de Chíncha por efecto de los colorantes empleados en el proceso de teñido.

1.4.2. Hipótesis Específicas.

- Los colorantes que se descargan en las aguas residuales de las plantas textiles de la provincia de Chíncha, son peligrosos.
- Las aguas residuales de la industria textil afectan significativamente el medio ambiente de la provincia de Chíncha.

1.5. VARIABLES

Variables Independientes:

- Efluentes de la industria textil.
- Tipo de colorantes.

Variable Dependiente.

- Contaminación de las aguas residuales.

1.6. JUSTIFICACIÓN.

En tanto se busca que determinar el grado de contaminación de las aguas residuales, debido a la descarga de efluentes textiles, los cuales son muy peligrosos ya que afectan el DQO y el DBO de la aguas, contienen metales pesados de alta peligrosidad que se filtran hacia los cuerpos de agua subterránea, de donde se extrae este líquido para abastecer a las poblaciones, la presente tesis se justifica desde el punto de vista

ambiental y desde el punto de vista químico ya que busca que determinar el tipo de contaminante que hay en esos efluentes a fin de que se establezcan normas que permitan salvaguardar la salud de los chinchanos y proteger el medio ambiente.

CAPÍTULO II:

BASES TEORICAS

2.1. MARCO TEORICO

2.1.1. Tintes Industriales

2.1.1.1 Generalidades de los tintes industriales

La contaminación ambiental debida a fuentes tanto naturales como antropológicas se está viendo incrementada día a día debido al aumento de población, industrialización y urbanización. Además los avances en la ciencia y tecnología desde la revolución industrial han permitido a los hombres explotar cada vez más los recursos naturales. Anualmente se son eliminados donde el medio ambiente contienen metales pesados.

Es proporcionado por los colorantes, que se definen como sustancias que son capaces de conferir color a otras sustancias. El término “colorante” engloba tanto a tintes como a pigmentos. Ambos se difirieren en las propiedades de solubilidad: los colorantes son compuestos solubles que se utilizan principalmente como materiales en la industria de los textiles en disolución acuosa; los pigmentos son compuestos insolubles, que se incorporan a productos tales como pinturas, tintas de imprenta o plásticos.

El afán por mejorar esas características y adaptar los tintes a sus aplicaciones de tinción hizo que su industria ofreciese productos cada vez más baratos, más fáciles de aplicar y que proporcionasen más color y mejor comportamiento térmico.

Los colorantes son sustancias químicas que, cuando se mezclan con un material, le dan color. La capacidad de absorber o difundir luz en el rango visible (400-700 nm) es lo que distingue a los colorantes.¹

Si bien desconoce con exactitud la cantidad de colorantes producidos a nivel mundial, cerca de 40.000 colorantes y pigmentos han sido enumerados consistentes en 7.000 estructuras químicas diferentes. Muchos de ellos son completamente resistentes a procesos de biodegradación y se ha evaluado que existen más de 100.000 tintes disponibles comercialmente y más de 7×10^5 toneladas son elaboradas anualmente a nivel mundial.²

Los colorantes son sustancias orgánicas aromáticas iónicas conjugadas cuya estructura contiene grupos arilo con sistemas de electrones deslocalizados.³ Estas estructuras se encargan de absorber la radiación electromagnética de diferentes longitudes de onda dependiendo de la energía de la masa del electrón.⁴ De esta forma, las moléculas de color forman parte de dos

¹ ((Zollinger 2003) colorantes)

² ((Allen y Koumanova & Gupta y Suhas)

³ ((Allen y Koumanova 2.)

⁴ ((Dyes & Pigments)

componentes básicos: cromóforos y auxocromos. El color de un tinte o colorante lo aporta un grupo cromóforo, un grupo químico capaz de absorber selectivamente la luz, dando como resultado la coloración de determinadas sustancias orgánicas encargadas de producir el color.

Los grupos cromóforo no otorgan color a las tinturas, sino que hace que las mismas tengan la capacidad de absorber radiación. Los cromóforos actúan produciendo cambios de energía en la nube de electrones deslocalizados de la tintura. Habitualmente, los cromóforos están caracterizados por el oxígeno, nitrógeno, carbono, y sulfuro.

El azo ($-N=N-$), el carbonil ($=C=O$), el carbono ($=C=C=$), el carbono-nitrógeno ($-H=N-$), el nitroso ($-NO$; $N-OH$), el nitroso ($-NO_2$ o $=NO-OH$) y el sulfuro tienen diferentes configuraciones cromofóricas.

La presencia de auxóchromos, grupos de átomos que contienen pigmentos, altera la absorción del compuesto y brinda afinidad de unión.. Los grupos auxóchromos incluyen $-NH_3$, $-COOH$, $-HSO_3$ y $-OH$. Estos grupos auxiliares son responsables de proporcionar la propiedad de disociación electrolítica, es decir. Como resultado, un colorante es un compuesto orgánico compuesto por grupos, cromóforos y auxocromo unidos por anillos bencénicos. En este caso, el grupo cromóforo es el

agente de coloración y la sal formadora del auxocromo es responsable de la propiedad de tinción.⁵

2.1.1.2 Aplicaciones de los tintes industriales

La mayor parte de los estudios sobre tintes refieren su aplicación a la industria textil. Históricamente, los tintes se usaban principalmente para teñir pieles y cueros.

- i)* Tratamiento de materiales brutos: preparación de fibras, fabricación de hilos.
- ii)* Producción de géneros de punto y tejidos
- iii)* Actividades de acabado: tinción, impresión y acabados especiales
- iv)* Transformación de los tejidos en productos: ropa de vestir, de hogar.

La consideración del tipo de fibra es un aspecto importante a la hora de elegir el tinte que debe ser aplicado. La naturaleza física y química de la fibra requiere que el tinte empleado presente un conjunto adecuado de características químicas que promuevan su afinidad por la fibra en cuestión.

Otras aplicaciones

El interés de los tintes no está reducido únicamente al campo textil, sino también a la industria fotográfica, papelera, farmacéutica, cosmética o alimentaria. En este campo se está estudiando el uso

⁵ ((Allen y Koumanova 2.)

de tintes en láser, displays y diodos de emisión de luz, ópticas no lineales.

2.1.1.3 Clasificación de los tintes industriales

El sistema de clasificación internacional es el *Colour Index*, que es una publicación de la *Society of Dyers and Colourists* realizada en 1924. En el impreso se clasifican a los colorantes asignando un nombre genérico determinado por sus propiedades funcionales, y luego un número CI basado en su estructura química.

Los colorantes se clasifican en función a su estructura química, o de acuerdo al método de aplicación. En términos de estructura química, los colorantes se pueden clasificar en compuestos orgánicos e inorgánicos, y ambos grupos se pueden subdividir en compuestos naturales y sintéticos, aunque esta segunda diferenciación no siempre es aplicable ya que actualmente numerosos colorantes naturales son producidos sintéticamente.

Los colorantes solubles que incluyen colorantes ácidos, complejos metálicos, colorantes directos, básicos y reactivos, y colorantes insolubles incluidos los colorantes azoicos, sulfurados y dispersos.

Sin embargo, la clasificación de los colorantes es un sistema adecuado y tiene muchas ventajas, ya que permite fácilmente identificar colorantes como pertenecientes a un grupo y con características propias. Se puede identificar una variedad aproximada de doce colorantes, entre ellos por ejemplo “azo” (fuerte, buenas propiedades y económico) y “antraquinona” (débil y

costoso). Su único punto en común es su capacidad para absorber luz en la región visible.

Una clasificación práctica de los colorantes es en función a su comportamiento químico, según sean básico, ácido o neutro. Los tintes ácidamente son grandes moléculas aromáticas que constan de varios anillos enlazados. Poseen grupos amino y/o sulfona que les permiten disolverse en H₂O.

Las variedades de tintes más utilizadas a nivel industrial: azufre trifenilmetilo indigoide, antraquinona, (tritilo) y los derivados de ftalocianina.

Los compuestos azo y nitro se reducen en los sedimentos, y de manera similar se reducen en el ambiente intestinal, resultando en la formación de aminas tóxicas. Se ha demostrado la capacidad de algunos colorantes dispersos para bioacumularse.

Más del 90% de 4000 colorantes analizados en el ETAD (Asociación Ecológica y Toxicológica de la Industria Manufacturera de Colorantes) tienen valores de DL50 mayores a 200 mg/kg. Estos altos valores de toxicidad fueron encontrados en colorantes básicos y diazo.

Según la estructura química

Según su estructura química, creciente de importancia: azo (-N=N-), carbonilo (C=O) (incluyendo antraquinonas), ftalocianina, ion arilcarbonio (incluyendo trifenilmetinos), sulfuro, polimetino y nitro.

Generalmente el grupo azo se une a dos anillos aromáticos. En cuanto a las propiedades como el color, los colorantes azo aportan un rango de matices prácticamente completo y una alta intensidad de color. Además, presentan buenas propiedades técnicas: firmeza a la luz, al calor, al agua y a otros disolventes. A nivel industrial, el rendimiento económico de los colorantes es alto, debido a la especial naturaleza de los procesos empleados en su fabricación.

Según la forma de aplicación

Dado que la aplicación más común de los tintes industriales es la tinción de fibras, la clasificación de los tintes se realiza por su aplicación. La forma de fijación del colorante a la fibra se realiza generalmente en disolución acuosa mediante alguna de las siguientes interacciones: uniones iónicas, puentes de hidrógeno, fuerzas de Van der Waals o enlaces covalentes.

Los tintes reactivos son los más utilizados en la industria textil, debido a la fortaleza del enlace covalente, que los hace persistentes y les confiere buenas propiedades de solidez al lavado. Estos tintes se introdujeron comercialmente para su aplicación a fibras de celulosa, aunque en la actualidad también se aplican a fibras de proteína, poliamida o poliéster.

2.1.2 Proceso de Producción de la Industria Textil en Chíncha “Textil San Cristóbal”.

TEJIDO

Tecnología muy avanzada, con un total de 55 máquinas de tejido circular importadas principalmente de Alemania, Italia, España y Japón (Jumberca, Terrot, Stoll, Matsuya y Albi), experimentados técnicos, especializados en diversidad de tejidos de 100% algodón de la más alta calidad. Se utiliza un software CAD-CAM para desarrollo y manufactura.

Los cuellos y puños full fashion y full jacquard también se tejen en equipo electrónico de última generación.

TEÑIDO

Una unidad dosificadora automatizada de colorantes y químicos, controlada por Tecnología Lawer en un equipo Brazzoli, se encuentra en el área de teñido. Una extractora y secadora Heliot completa el proceso.

El sistema computarizado de afinidad de color y la unidad centralizada de dispensación de colorantes garantizan que todos los colores procesados sean uniformes y continuos.

El proceso de teñido comienza con el tratamiento previo de la tela cruda para liberarla de componentes como aceites, pectinas y cera y lograr:

- Buen grado de blancura, cuando sea necesario.
- Propiedades hidrofílicas.
- Estado de absorción.

- Eliminar las impurezas del algodón. Se tiene dos tipos de pre-tratamientos: Restregado y Blanqueado con peróxido de hidrógeno

MERCERIZADO

Es un proceso de acabado utilizado en telas crudas y piezas tejidas con hilo teñido con colorantes resistentes (monochlorotriazine y vats), que consiste esencialmente en impregnar el material con una solución fría y alta en hidróxido de sodio (29 - 31 °Bé). El tratamiento eleva la fuerza y afinidad para los colorantes y si se realiza bajo tensión el brillo se incrementa considerablemente. Para este propósito utilizamos una máquina Dornier.

El algodón no se reblandece por mercerización. A menor temperatura, mejor absorción de la celulosa en la solución de soda cáustica, razón por la cual y por esa razón, la temperatura de mercerización está entre los 14 y los 16°C. Es necesario enfriar la solución de soda cáustica porque la mercerización es un proceso exotérmico. Después del mercerizado se necesita acidificar el tejido en el penúltimo enjuague en la lavadora continua. Luego de la acidificación, se realiza un enjuague con agua tibia, hasta que la tela esté neutralizada.

El proceso de mercerización en combinación con un know-how especializado y fibras muy finas de algodón permiten tejidos de lujo para las mejores marcas.

2.1.3. Efectos Ambientales producidos por los Efluentes.

Aunque la industria de los tintes constituye una parte relativamente pequeña de la manufactura química, los efectos ambientales de las aguas residuales generadas son significativos.

Todas estas características hacen que las aguas residuales de la industria textil se hayan convertido en un inconveniente toxicológico y ecológico a nivel mundial.

2.1.3.1 Efectos ecológicos

La pérdida de solubilidad de los tintes permite que sean mucho más factibles de separar de las H₂O por métodos físico-químicos. tienen una alta solubilidad, lo que se ve facilitado por la presencia de ciertos grupos, como los compuestos sulfónicos.

El primer efecto que provoca el vertido de H₂O contaminadas con colorantes disueltos es el visual y se produce a muy bajas concentraciones de tinte.

La reducción del oxígeno disuelto son las principales complicaciones ambientales causadas por el efecto del color.

2.1.3.2 Consecuencias toxicológicas

Los riesgos toxicológicos de los colorantes para la salud humana están relacionados con la manera y el tiempo de exposición.

La razón es que los colorantes son poco solubles en fluidos corporales y muy solubles en H₂O. Como resultado, la microflora intestinal metaboliza estos compuestos y los excreta más rápido que los compuestos menos solubles. Estas sustancias tienen efectos secundarios menores como dermatitis de contacto y sensibilización respiratoria.

Debido a la exposición continua a los colorantes, la toxicidad permanente es baja. Se ha demostrado que al menos tres mil colorantes azoicos comerciales se consideran cancerígenos. Las aminas aromáticas de las que se derivan se forman a través de la oxidación, hidrólisis y reducción de la ozonización, lo que contribuye a su toxicidad. Los carcinógenos son aminas aromáticas específicas utilizadas en los tintes.

Sin embargo, el examen de toxicidad de los colorantes, calculado a partir de 50 por ciento de dosis letales (LD50) determinó que solo un pequeño número de colorantes muestra toxicidad penetrante ($LD50 < 5 \text{ g/kg}$) y son especialmente tintes bis-azo y básicos

2.1.3.3 Minimización del impacto ambiental

La legislación ambiental es cada vez más rigurosa por las textilerías, lo que es un problema creciente en la industria. La disminución del impacto originado por los efluentes engloba la reutilización del H_2O tratada de los efluentes.

Previsión de la contaminación

Subsisten varios métodos de previsión de la contaminación, tales como

i) Variación del proceso:

Los cambios realizados en el proceso y las operaciones y transformaciones básicas en la planta, reduciendo el uso del agua eliminando o minimizando la descarga de

agregados químicos tóxicos muy fuertes. Por ejemplo, tratar con solventes adecuados.

ii) Ahorro del H₂O de proceso:

Minimizar el consumo de agua en las fábricas textiles generando ahorros de costos y permitiendo un mejor control de la contaminación.

iii) Reemplazo de mezclados químicos:

En diversos procesos, es viable disminuir la dosis de combinaciones químicas utilizadas en el procesamiento textil sin afectar significativamente la calidad del producto. Otra solución es substituir los tintes químicos más contaminantes por otros menos tóxicos.

2.1.4. Características de los Efluentes Textiles.

Se pueden utilizar variaciones extremas en parámetros como pH, color, salinidad, DQO y DBO para identificar el exceso de H₂O en la industria de fabricación textil.

La productos químicos utilizados durante el proceso. La manufactura textil contienen varios tipos de contaminantes resultantes de los diversos procesos relacionados con la producción de fibras.

Algunas de las impurezas que se producen durante los procesos que se efectúan en la manufactura textil son las siguientes:

a. Encolado-desencolado:

Enzimas, amoníaco y almidón.

b. Lavado:

Residuos de desinfectantes e insecticidas, hidróxido de sodio, surfactantes, detergentes, grasas y solventes.

c. Blanqueamiento:

Peróxido de hidrógeno, Sodio, silicatos, estabilizadores orgánicos.

d. Mercerización:

Hidróxido de sodio y sales

e. Teñido:

Color, metales, sales, surfactantes, sulfuros y formaldehído.

El proceso de tintura genera una gran cantidad de aguas residuales que contienen colorantes. Cuando se utilizan muchos colorantes químicos diferentes, se producen aguas residuales con una composición muy diferente en poco tiempo, lo que requiere un tratamiento de agua muy complejo.

Tabla 2.1

**Efecto de las aguas residuales de la industria textil
en la calidad del cuerpo receptor.**

Parámetro	Agua residual proveniente de diferentes procesos de una fábrica textil	Calidad del cuerpo de agua	
		Antes de la descarga del efluente	Después de la descarga del efluente
Color	Azul	Claro	Azul cielo
pH	8.4 – 10.0	7.2	7.7
Sólidos Suspendidos (mg/L)	185.0 - 294.0	11.3	67.6
Sólidos Totales(mg/L)	1,500 – 2,470	23.4	298.3
Oxígeno Disuelto (mgO ₂ /L)	***	8.3	1.3
DBO(mgO ₂ /L)	420.0 – 674.0	2.0	98.7
DQO(mgO ₂ /L)	843.5 – 1,171	***	***

Fuente: Modificada de Ademoroti et al., 1992

Según el tipo de tinte, se considera que del 2 al 50 por ciento de estos compuestos terminan en los canales de aguas residuales considerándose como contaminantes permanentes, debido a su origen y las estructuras complejas.

Los tintes se clasifican según la agrupación de átomos gestores del color (cromóforos).

El colorante azul 19 tiene una vida media de 46 años a la temperatura de 25°C y un pH 7.0. Además, los tintes se adhieren con dificultad a las telas y las concentraciones de tinte que se expulsa en el efluente es por arriba de 1 500 mg por cada litro.

Más del 90 por ciento de los tintes persisten tras el tratamiento de activados y son resistentes a las operaciones de limpieza realizadas por estos tratamientos.

Las moléculas de los colorantes por su estructura química son resistentes a la luz solar y a la acometida químico, en algunos casos también son cancerígenos y mutagénicos y sus productos de descomposición pueden mas más tóxicos

Aunque no se reportó la caracterización química de los operadores mutagénicos. Así mismo se ha investigado los efectos tóxicos de los desechos textiles en el hígado y los testículos de roedores albinos, hallando alteraciones en los lípidos totales y el colesterol; lo que indica una degradación en la actividad testicular, las células espermatoogénicas.

También se observó una reducción de proteínas debido al efecto necrótico del efluente. Estos resultados fueron respaldados por el análisis de las lesiones morfológicas.

Las poblaciones humanas se encuentran expuestas a diversas sustancias tóxicas para el personal de la manufactura textil que están expuestos a una gama de productos químicos como tintes textiles, blanqueadores, ácidos, base y sales.

Tabla 2.2
Metales típicos encontrados en colorantes

CLASE DE COLORANTE	METALES
Directo	Cobre
Reactivo	Cobre y níquel
Ácidos	Cobre, cromo, cobalto
<u>Premetalizados</u>	Cobre, cromo, cobalto
Mordante	Cromo

Fuente: Bae et al., 2006

En la tabla se observa, el metal común en los tintes es el Cu, dicho componente es nocivo por sus consecuencias negativas sobre los cultivos y los microorganismos.

2.1.5. Sustancias Tóxicas generadas por los colorantes Textiles.

La liberación de sustancias peligrosas en los sistemas de alcantarillado locales o en cuerpos de agua naturales es un área de estudio importante para los científicos ambientales.

Los efluentes textiles contienen una serie de elementos que son altamente tóxicos en bajas concentraciones y menos tóxicos en altas concentraciones, según algunos estudios ambientales acuáticos. En la actualidad, se están aislando y caracterizando en diversos grados porque son mezclas complejas.

Este es todavía un tema de estudio., está en sus inicios y se está investigando para determinar la naturaleza de los compuestos químicos, tintes y otros elementos que contribuyen a la toxicidad característica de las emisiones de esta importante industria. Muchos de los productos químicos utilizados se consideran tóxicos y peligrosos para la salud de las comunidades, así como la contaminación del suelo, aguas superficiales y subterráneas con estas sustancias.

Los ácidos, bases, tintes, sales y otros elementos que se vierten en las aguas residuales, así como compuestos e impurezas de materiales procesados como fibras naturales, se pueden encontrar en cantidades significativas en las aguas residuales textiles. En realidad, muchas sustancias no quedan retenidas en el tejido acabado sino que se desechan tras un uso concreto. son: detergentes de difícil degradación, metales y compuestos orgánicos, que contienen principalmente colorantes como percloroetileno, cloruros y fenoles.

La toxicidad de los tensioactivos, que incluyen detergentes, emulsionantes y dispersantes, también puede ser un problema en ambientes acuáticos. En la industria textil, estas sustancias suelen estar designadas para su uso en procesos húmedos.

La EPA, ha creado una serie de documentos que mencionan y recomiendan cambiar a limpiadores con esta propiedad en lugar de limpiadores difíciles de degradar. Desafortunadamente, los minoristas de estos productos no cumplen con las leyes locales vigentes.

Se desconoce la identidad exacta de estas sustancias tóxicas y de sus precursores, que están presentes en el agua utilizada en la fabricación de textil. Estamos investigando estos temas ahora

mismo. La naturaleza de los productos químicos, tintes y procesos utilizados en la industria textil, así como los estudios de aguas residuales, pueden ayudar a generalizar porque los datos específicos son inherentemente ambiguos.

El tipo de sustancia que predomina en las aguas residuales tóxicas producidas por la industria textil son:

Metales

Los datos de la Asociación Norteamericana de Fabricantes de Pinturas indican que se pueden anticipar varios niveles de metales en varios colores.

Para varios tipos de tintes, la composición del metal puede diferir significativamente.

Una revisión de cada uno reveló que 13 tintes con alto contenido de cobre eran la fuente de aproximadamente el 95% del cobre en las aguas residuales.

Para garantizar que el tinte quede totalmente fijado y/o atrapado en la fibra, se aplican dos de los agentes oxidantes utilizados en el postprocesamiento. Estos oxidantes están directamente relacionados con la producción de tintes.

Un ejemplo de ello es el acabado de tintes directos con sulfato de cobre; A diferencia de los fijadores de resina orgánica, actualmente se utiliza con mucha menos frecuencia.

Hasta que se aplique el fijador utilizando una fórmula de acabado de resina continua, puede protegerse contra metales pesados como la DBO utilizando una sal antimigración como la sal de Epsom.

Los metales y/u otras sustancias nocivas, como el blanqueador de zinc-formaldehído utilizado en algunos tintes, se utilizan en métodos avanzados para varios tipos de tintes.

La cantidad de zinc en el flujo de residuos se puede reducir mediante algunas técnicas de tratamiento.

Sabemos que esta sustancia es venenosa. Estos procedimientos de blanqueo se utilizan para reparar pantallas agrietadas, pero los productos de limpieza utilizados en tambores, almohadillas y otros elementos utilizados para pintar son una fuente de blanqueadores tóxicos que con frecuencia se ignora.

Los productos de limpieza utilizados son otra fuente de contaminantes en ocasiones. Una empresa típica de fabricación de textiles normalmente tendrá tecnología de aprobación y control de calificación de materias primas, pero algunos químicos están bajo

control de descarga de mantenimiento porque se usan con menos frecuencia que otros químicos en la fábrica y no afectan directamente los costos directos o los registros de calidad de la fábrica. Estas sustancias deben ser analizadas y evaluadas.

Los fungicidas y herbicidas son dos productos químicos adicionales que no se utilizan en este proceso pero que pueden hacer que las aguas residuales sean más tóxicas.

Surfactantes

Se emplean frecuentemente en procesos textiles húmedos.

La introducción de detergentes no degradables, que pueden resultar en toxicidad acuática, reduciendo la DBO. Este consejo frecuentemente se ignora en la práctica, principalmente porque los tensioactivos suelen ser mezclas patentadas y las plantas desconocen los detalles de su degradación.

Residuos peligrosos

Muchos compuestos orgánicos complejos que son refractarios (no biodegradables) e inestables están presentes en los disolventes para tintes. Además de compuestos orgánicos como Cr, Cu y Zn, los tintes también contienen metales pesados. Los tensioactivos y rellenos seguros, como el azúcar, constituyen la porción restante. Los pigmentos pueden reciclarse en la fábrica o enviarse a otro lugar porque ya no generan residuos de disolventes. Se pueden utilizar

redes de circulación de agua para procesar algunos de los tintes que se utilizan.

Los disolventes líquidos contaminados, los residuos de la destilación de disolventes que pueden recuperarse localmente y los lodos de las herramientas de limpieza son ejemplos de residuos de limpieza peligrosos.

El agua adicional creada al drenar y enjuagar se ha limpiado con el detergente alcalino caliente o la solución jabonosa utilizada para el lavado. Contiene una variedad de impurezas naturales.

En los desechos están presentes cantidades significativas de DBO, sólidos disueltos, aceites, grasas y colorantes.

El tratamiento únicamente sintético tiene baja DBO y sólidos disueltos residuales, solo necesita un enjuague ligero, pero provoca aumentos significativos de DQO.

Dependiendo del procedimiento y del aglutinante empleado, las aguas residuales del proceso de estampación y teñido pueden tener una concentración específica. Los residuos también pueden contener sólidos diluidos y altas concentraciones de DBO. El flujo de residuos contiene sólidos en suspensión y pigmentos de impresión. El saldo final es insignificante.

Los residuos combinados de las plantas de acabado residencial suelen tener un pH entre 7 y 11, entre 45 y 475 mg/L TSS, entre 425 y 1440 mg/L DQO y entre 250 y 850 mg/L DBO. Durante el lavado, se crean dos corrientes de residuos principales tanto agua como agua de enjuague se utilizan con la lana se encuentran en el líquido de lavado, que representa entre el 30 y el 50 % del flujo total de residuos.

El blanqueador para ropa que se ha derramado tiene altos niveles de DBO, DQO, sólidos y grasa y tiene un color marrón turbio.

El líquido también contiene fenoles, azufre y otros compuestos orgánicos. Los productos elaborados con tintes textiles (y de terceros) pueden tener problemas más leves porque pueden ser inestables y degradarse. Food Red No. es un excelente ejemplo de este tipo de coloración.

El tinte es seguro durante este proceso, pero no está claro cómo otros tipos de degradación (tintes textiles, reducción de decoloración u otra degradación) afectarán al medio ambiente.

El blanqueo, del color de sustratos textiles con fines de restauración, es un tipo común de procedimiento utilizado en casi todas las

operaciones de teñido comerciales, se pueden utilizar y cada uno tiene cualidades únicas.

- Eliminación final (libera formaldehído).
- pH ácido o alcalino).
- Baño de oxidación o reducción.

Utilice tensioactivos aromáticos y/o disolventes, como fenoles, bifenilo y o-diclorobenceno, como auxiliares blanqueadores. Pueden estar policlorados para producir sustancias tóxicas o pueden descomponerse en fenoles con un peso molecular más bajo.

Utilice tensioactivos aromáticos y/o disolventes para ayudar con el blanqueo, como fenoles, bifenilo y o-diclorobenceno. Pueden estar policlorados para producir sustancias tóxicas o pueden descomponerse en fenoles con un peso molecular más bajo.

CAPÍTULO III:

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

- Tipo de investigación: Básica.
- Nivel: Descriptivo.
- Diseño: Descriptivo.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.

- **Población.**

Estará constituida por las plantas textiles ubicadas en la provincia de chincha.

- **Muestra:**

La muestra estará conformada por muestras de agua residual tomada de los efluentes descargados de tres plantas textiles de la provincia de chincha.

3.3. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Las técnicas a empleadas son la investigación bibliográfica y las marchas analíticas para determinar la presencia de fenoles, y metales pesados que se encuentran en colorantes textiles azoicos.

3.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

Los instrumentos utilizados son, libros, documentos y tesis. Mediante los cuales se recopile información sobre tintes industriales además de su

impacto ambiental, también se utilizó los análisis de laboratorio y las corridas experimentales para verificar la presencia de fenoles y metales pesados como el mercurio, el plomo, el cobre y hierro.

3.5. TÉCNICAS DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS.

Se realizó el análisis estadístico de datos mediante el ANOVA-SPSS, aplicando la Clasificación Matricial (Tablas), también se utilizó los diagramas Bidimensionales (Gráficos), con las respectivas tabulaciones e interpretación y discusión de resultados.

CAPÍTULO IV:

PARTE EXPERIMENTAL

4.1. TOMA DE MUESTRAS.

Las muestras de agua residual se han tomado de los efluentes de las plantas textiles más importantes de Chíncha, como son:

- Textil del Valle,
- Textil San Cristobal S.A. y
- Southern Textile Network

El recojo de las muestras se hicieron de las cloacas cercanas a las plantas, adonde desembocan los desagües de cada una de las plantas, esto se hizo con el fin de recoger muestras coloreadas y poder determinar los parámetros de descarga de dichos efluentes.

Las muestras se tomaron en frascos de litro, de vidrio con tapa rosca hermética, las mismas que, una vez tomada la muestra, se sellaron y se colocaron en una caja de termopol para ser enviada al laboratorio de la facultad de ingeniería química para el análisis respectivo.

Las muestras fueron tomadas por duplicado a fin de tener un testigo de cada una y poder verificar datos de laboratorio si fuera preciso.

4.2. MÉTODOS DE ANÁLISIS.

1. pH

PROCEDIMIENTO:

- a) Tome la muestra de agua que se desea analizar.

b) El ajuste y calibración del aparato se efectúa según el procedimiento indicado en el manual del fabricante. En forma general se puede proceder de la siguiente manera:

- Enjuague el electrodo con agua destilada.
- Coloque el corrector manual térmico en el valor de temperatura que tiene la muestra de agua.
- Introducir el electrodo en la solución buffer seleccionada y mueva el botón de encendido hasta la posición de pH.
- Regrese el botón de encendido a posición apagado.

c) El valor del pH de las muestras de agua se mide de la siguiente manera:

- Introducir el electrodo en la muestra y luego colocar el botón de encendido en la posición de pH.
- Leer el pH de la muestra; esperar a que el electrodo alcance el equilibrio (30 segundos).
- Regresar el botón de encendido a posición apagado.
- Antes de guardarlo cuando no esté en uso, enjuague el electrodo con agua destilada.

2. DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO - (DQO)

Principio

El intento químico de oxígeno, se refiere a la cantidad máxima de oxígeno en el agua en un conjunto determinado de condiciones de funcionamiento. La demanda corresponde a una evaluación de la materia oxidable presente en el H₂O, cualquiera que sea su origen

orgánico o mineral (hierro ferroso, nitritos, amoníaco, sulfuros y cloruros). La DQO se relaciona con las propiedades así como de las proporciones presente en la materia, posibilitando la oxidación, etc., Por tanto, es bastante obvio que la reproducibilidad de los resultados y su interpretación sólo pueden ser satisfactorias bajo condiciones metodológicas bien definidas y estrictamente seguidas. En la técnica, el papel del catalizador consiste en facilitar la oxidación, pero ésta no es total en presencia de compuestos orgánicos estables (urea, piridina, derivados aromáticos, etc.). La fiabilidad de la técnica es muy dudosa en presencia de cloruros.

Es preferible efectuar la toma de muestras en un recipiente de vidrio, de manera que los frascos de materia plástica pueden ocasionar la presencia de contaminantes orgánicos. Practique medir la DQO rápidamente luego del muestreo. La muestra debe ser representativa y bien homogeneizada. Se puede almacenar durante un período de tiempo si se acidifica adecuadamente con ácido sulfúrico hasta un pH de 2-3.

En medios especiales, cierto material se localiza en el agua oxidándose en presencia de un exceso de dicromato potásico, en medio ácido, sulfato de plata y sulfato de mercurio. El excedente de dicromato potásico se precisa con la sal de Mohr.

Reactivos

Solución de Digestión:

Dicromato potásico:	1.02 g.
Ácido sulfúrico:	16.7mL.
Sulfato mercurico:	3.33 g.
Disuélvase en 50 mL de agua destilada y enfríese.	
Agua desionizada hasta enrase	100 mL.

Reactivo ácido sulfúrico:

Sulfato de plata cristalizado.	1.65 g.
Ácido sulfúrico hasta enrase.	250 mL.

Solución de sulfato de hierro II y amonio (sal de Mohr) 0,10N:

Sulfato de hierro II y amonio	9.8 g.
Ácido sulfúrico	5 mL.
Agua desionizada hasta enrase	250 mL
El valor de esta disolución ha de verificarse todos los días.	

Solución de ferroína: (reactivo preparado).

1,10-fenantrolina (monohidrada).	1.485 g.
Sulfato de hierro (II).	0.695 g.
Agua desionizada hasta enrase.	100 mL.

Procedimiento

Para evitar la contaminación, limpie minuciosamente los tubos y las tapas con ácido sulfúrico (concentración del 20 %) antes del primer uso. La solución de digestión debe agregarse después de colocar la muestra en un tubo de ensayo. Para crear una capa de ácido debajo de la solución de muestra, vierta con cuidado el reactivo de ácido sulfúrico en el vaso de precipitados. Después de eso, invierta cada tubo varias veces para mezclar bien el contenido. Revuelva bien antes de calentar para evitar el calentamiento localizado del fondo del tubo y posibles reacciones explosivas.

Colóquense los tubos en el digestor de bloque a 150°C y sométase a reflujo durante 2 horas. Enfríese a temperatura ambiente y pásese el contenido a Erlenmeyer que contengan una varilla agitadora. El punto final es un marcado cambio de color del azul verdoso al marrón rojizo, aunque el azul verdoso puede volver a aparecer en pocos minutos. De la misma forma sométase a reflujo y titúlese un blanco que contenga los reactivos y un volumen de agua destilada igual a la muestra.

Tabla 4.1 Cantidades de Reactivos y Muestra

Tubo digestión	Muestra	Sol. Digestión	React. Ac. sulfúrico	Volumen final
16x100 mm	2,5	1,5	3,5	7,5
20x150 mm	5,0	3,0	7,0	15
25x150 mm	10	6,0	14,0	30,0

Fuente: Riegel, J. "Métodos de Análisis de Aguas Residuales" - 2013

Expresión de los resultados

Se expresa de la siguiente manera:

$$\frac{[(A-B) \times M \times 8.000]}{V}$$

Siendo:

A = volumen de sal de Mohr necesario para el blanco (mL).

B = volumen de sal de Mohr necesario para la muestra (mL).

M = molaridad de la sal de Mohr.

V = volumen de la muestra tomada para la determinación (mL).

Observaciones

El método es muy satisfactorio para DQO superiores a 50mg/L y contenido en cloruros inferior a 1,5 g/L.

Es fundamental recordar que el valor de DQO se puede traducir directamente en una medida de la cantidad de materia orgánica presente en la muestra al interpretar los resultados. Esta cifra equivale aproximadamente a 1 punto 2 mg de DQO para las aguas residuales domésticas. Diluir con agua destilada si el nivel de DQO es superior a 800 mg/l. Para acercar la relación HgSO_4/Cl a 10, se añade más sulfato mercúrico si el contenido de cloruro es superior a 1 punto 5 g/l. El método no es aplicable más que para las aguas cuyo contenido en cloruros es inferior a 3 g/L.

3. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)

La DBO es el índice, cualitativo y la vez semi cuantitativo de las mezclas orgánicas sensibles de ser degradadas en un corto período

El valor de la DBO, es con frecuencia incorrectamente usado como equivalente a la carga orgánica del agua o aguas de desecho, sin considerar la presencia de compuestos orgánicos no degradables. Dependiendo del agua a investigar, el método incluye o no, la dilución de ciertas porciones de muestra con agua saturada de oxígeno e inoculación de un cultivo de microorganismos. El oxígeno disuelto se analiza en muestras por separado, al principio y al final del tiempo de incubación, normalmente 5 ó 7 días (DBO_5 o DBO_7) a 20°C. El contenido de oxígeno disuelto se mide por titulación, utilizando el Método de Winkler o por uso de electrodos de membrana sensibles al oxígeno.

Las determinaciones de DBO solamente deben hacerse cuando en el agua a investigar están ausentes sustancias tóxicas.

Se han desarrollado técnicas para luego realizar la determinación de la DBO, viendo su gran aplicación y necesidad de métodos menos dispendioso; en proyectos de ingeniería de control de plantas depuradoras, caracterización de cuerpos de agua y calibración de modelos matemáticos; Varias de las técnicas se basan en métodos respirométricos; existen respirómetros manométricos, volumétricos y electrolíticos, también se ha avanzado gracias al desarrollo de los sensores de membrana para la determinación del oxígeno disuelto.

Alcance y aplicación

La determinación de la DBO por Winkler, sin dilución, es aplicable para aguas naturales, especialmente marinas y de ríos con bajo niveles de materia orgánica. Después de la saturación de la muestra,

la DBO se puede detectar en muestras de agua salobre (25 psu) hasta 6 mg/l (la concentración de saturación de oxígeno de muestras de agua a 25 psu y 20 °C al nivel del mar es de 7,83 mg/l).

Toma de muestra, almacenamiento y preservación.

La colección de las muestras se hace en botella de vidrio, de un litro de capacidad, con boca y tapa esmeriladas. En el sitio de muestreo, se llenan las botellas con el agua en estudio, hasta que rebosen y se cierran sin dejar burbujas.

Las muestras estériles, de efluentes con alta demanda de oxígeno y otras propiedades (tales como un alto o bajo pH) que inhiban los procesos bioquímicos, pueden ser almacenadas de 1 a 4 días después del muestreo, preferiblemente a 4°C.

Las muestras no estériles (procedentes de factorías de producción de papel, procesamiento de alimentos y descargas domésticas), deben ser analizadas tan pronto como sea posible después del muestreo. El retardo por transporte u otra causa no pueden exceder el día y deberán conservarse a una temperatura de 4°C.

Materiales y equipos

- Incubadora capaz de mantener una temperatura de 20 +/- 1 °C
- Bureta automática
- Agitador magnético
- Botellas DBO (preferiblemente de color ámbar)
- Balones aforados de 1 L
- Pipetas de 20, 10, 5, 2 y 1 mL
- Pipetas automáticas de 2 mL

- Vasos de precipitado
- Erlenmeyer
- Varilla de vidrio

Reactivos

Adicional a los reactivos utilizados para la determinación del oxígeno disuelto por el Método Winkler, es necesario:

Disolver 10.0 g de KI, en H₂O desionizada y diluir a 100 mL.

Solución de sulfito de sodio, 0.0125M: Disolver 1.6 g de Na₂SO₃ en agua desionizada y diluir en un litro. Preparar cada día.

Procedimiento

Las aguas de DBO reducidas (aguas superficiales como ríos, lagos, etc.) pueden trabajarse sin dilución si son enriquecidas con oxígeno. Si la muestra contiene materia suspendida, se debe decidir si se incluye o no en la prueba. Si se le incluye, deberá homogenizarse la muestra en un mezclador o en caso contrario removerla por sedimentación.

Para muestras con cloro libre

- Añadir 1 gota de indicador de almidón y 10 ml de solución de ácido acético y yoduro de potasio a 100 ml para utilizar en la muestra.
- Añadir 10 ml de solución de sulfito a una nueva muestra de 100 ml.
- Después de un período de 10 minutos, se deben agregar 10 ml de yoduro de potasio, 10 ml de ácido acético y unas gotas de indicador de almidón.

- Titular con más solución de sulfito de sodio si la solución se vuelve azul para eliminar el color (registre este volumen como b ml).
- El último paso es agregar (ab) ml de solución de sulfito por cada 100 ml que se utilizará para la muestra.

Cálculos

El C_0 y C_5 se pueden calcular usando la misma fórmula que el oxígeno disuelto. Aplique la siguiente fórmula para determinar la DBO.

$$DBO \text{ (mg O}_2\text{/l)} = d [(C_0 - C_n) - (B_0 - B_n)]$$

d = Factor de dilución (razón de volumen de muestra diluida al de original)

B_0 = Oxígeno disuelto del blanco de reactivos inicial

B_n = Oxígeno disuelto del blanco de reactivo después de n días de incubación

C_0 = Oxígeno disuelto de muestra para el día cero

C_n = Oxígeno disuelto, muestra para el día n ($n=5$)

En el procedimiento sin dilución, cuando la muestra no es tratada, el factor de dilución es igual a 1.

4. Determinación cualitativa de fenoles.

Ensayo con FeCl_3

La mayoría de fenoles producen variedades de colores como azul, verde, violeta y otros colores vivos. Siendo adecuado a que los reactivos oxidan algunos fenoles, como la hidroquinona, que no producen color, estos fenoles no producen color.

5. Determinación del mercurio total

Método titrimétrico

PROCEDIMIENTO

Se llenó un azóstató microKjeldahl con una esfera de vidrio con 10 ml del agua a examinar, medidos con precisión. Instalar el refrigerante ascendente utilizando el orificio de masa de este último. Una vez que aparece un color marrón persistente, se agrega con cuidado una solución saturada de permanganato de potasio. Al hervir, observe la cantidad de solución agregada y espere hasta que el color haya cambiado por completo.

Después de eso, hasta que quede un exceso incluso después de un calentamiento prolongado, se agrega gota a gota la solución de permanganato de potasio. El nitrógeno debe llenar el MicroKjeldahl hasta el 75% de su volumen total. A continuación, crear un control en las mismas circunstancias añadiendo 10 ml de agua bidestilada acidificada con 1 ml de ácido sulfúrico puro y diluyendo el mismo volumen de solución saturada de permanganato con suficiente agua bidestilada para llenar el matraz hasta 3/4 de su capacidad. Mezclar y

agregar 1 ml de solución saturada de clorhidrato de hidroxilamina después de agregar 1 ml de ácido sulfúrico puro en cada caso.

Agitar los dos matraces cuya decoloración debe ser completa. Añadir sucesivamente a cada uno de ellos 2 mL de solución de urea al 10%, una cantidad suficiente de solución de acetato sódico para llevar el pH alrededor de 1,5 y 3 mL de solución de ácido oxálico al 10% para fijarlo a este valor. Verificar el pH con papel indicador.

A continuación, añadir en el frasco que contiene el agua a analizar 1 mL de cloroformo puro y después la solución hija de di- β -naftiltiocarbazona en fracciones de 0,5 mL. Agitar vigorosamente después de las 2 adiciones y ver por decantación la coloración de la capa clorofórmica que deberá alcanzar una coloración lila-malva correspondiente a un ligero exceso de di- β -naftiltiocarbazona. Anotar el volumen añadido y después verter en el matraz testigo una cantidad de solución idéntica. En este matraz la capa clorofórmica debe ser azul. Igualar la coloración de este último a la del frasco precedente por adición de solución patrón de mercurio. Comparar los colores de las dos capas clorofórmicas después de agitar, observándolas sobre un fondo blanco y con luz natural.

EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

El contenido de mercurio, expresado en microgramos por litro de agua, se da por la expresión

$$10 \times V \times 100$$

Donde:

V es la cantidad de solución de mercurio no estándar que se añadió al frasco de control para hacer coincidir el color con la referencia elegida.

6. Determinación del mercurio orgánico

PREPARACIÓN DE LA CURVA DE CALIBRADO

Preparar, la solución patrón de 1 mg/L de metil mercurio, diluciones que contengan de 5 a 250 μg /L de metil mercurio.

El rango estándar se selecciona en función de la concentración de la muestra.

Para continuar con el sorteo sigue las instrucciones del programa.

PROCEDIMIENTO

Extracción.

Para realizar la extracción se utiliza un embudo que se pueda realizar la decantación de 500 mL, introducir sucesivamente:

- agua a analizar: 200 mL.
- ácido bromhídrico: 22 mL.
- bromuro potásico: 40 g

Dejar en reposo. Recuperar la fase orgánica. Volver a efectuar la extracción 2 veces. Reunir las fases orgánicas. Hacer pasar la solución bencénica por una columna que contenga aproximadamente 2 ó 3 cm. de sulfato sódico anhidro. Lavar la columna con 10 mL de benceno y añadirlos a la solución.

PURIFICACIÓN

La solución del benceno se vertirá en un embudo de decantación de 125 ml. Después de añadir la solución acuosa, se lavó la solución mencionada anteriormente con 2 ml de benceno.

- la solución acuosa;
- 0.1 mL de ácido yodhídrico;
- 2 mL de benceno.

Agitar durante 3 minutos. Dejar que la fase separe y separe la solución bencénica. Secarla tratándola con sulfato sódico anhidro.

ANÁLISIS CROMATOGRÁFICO

Injectar 5 μL de extracto bencénico en el cromatógrafo cuyas condiciones operatorias se ha establecido así:

- gas portador: nitrógeno;
- caudal: 120 mL/min;
- temperatura de inyección: 225 °C;
- temperatura de la columna: 140°C;
- temperatura del detector Ni^{63} : 275°C;
- temperatura del detector H^3 : 205°C.

Los tiempos de retención absolutos del metil y etilmercurio para la columna descrita son de 5,5 y 9,7 minutos.

EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

Para una muestra de 200 mL, la curva da directamente el contenido de metil-mercurio en microgramos por litro.

7. Determinación del plomo

Método colorimétrico

PREPARACIÓN DE LA CURVA DE CALIBRADO.

En una serie de embudos de decantación de 150 mL, introducir sucesivamente:

TABLA 4.2

DATOS PARA LA PREPARACIÓN DE LA CURVA DE CALIBRADO PARA PLOMO

Número de los embudos	T	I	II	III	IV	V	VI
Sol. de ácido nítrico al 1%(mL)	10	10	10	10	10	10	10
Sol. hija patrón de 0.00g/l(mL)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3
Solución amoniacal sulfatada y cianurada (mL)	30	30	30	30	30	30	30
Sol. de ditizona de 20 mg/L (mL)	10	10	10	10	10	10	10
Correspond. en μg de plomo	0	2.5	5	7.5	10	12.5	15

Fuente: Riegel, J. "Métodos de Análisis de Aguas Residuales"- 2013

PROCEDIMIENTO

Es indispensable realizar paralelamente la determinación de un ensayo en blanco con agua bidestilada.

Mineralización

En un matriz de cuarzo o de vidrio borosilicato de 250 mL, verter sucesivamente:

- Agua a analizar 100 mL
- Ácido sulfúrico (d = 1,83) 5 mL
- Ácido nítrico (d = 1,40) 10 mL

Calentar hasta humos blancos. Si el residuo sulfúrico no queda incoloro, añadir más ácido nítrico después de haber enfriado el matraz. Volver a calentar hasta humos blancos verificando que la mineralización haya finalizado. Llevar a ebullición hasta humos blancos. Repetir 3 veces esta

operación para eliminar los productos nitrosos. Dejar que se enfríe. Tratar con 10 mL de solución de citrato amónico y 10 mL de solución ríe acetato amónico. Llevar a ebullición. Dejar que se enfríe. Lavar el matraz con 30 mL de solución de amoníaco ($d = 0,945$). Ajustar el pH a 9 continuando las adiciones de amoníaco. Completar con un 100 mL con agua bidestilada.

Extracción del plomo

A continuación, añadir:

- Solución de clorhidrato de hidroxilamina 5 gotas
- Solución de cianuro potásico 8 mL
- Solución de ditizona 60 mg/L 5 mL

Agitar durante 1 minuto. Verter la capa clorofórmica coloreada (del verde al rojo según el contenido del plomo) en otro embudo de decantación. Continuar la extracción del plomo por adición de porciones de 2 ml. de ditizona hasta que la coloración verde del cloroformo persista. Proceder con tres nuevas extracciones, verificando que el pH es igual a 9. En otro embudo, recoge la capa de cloroformo. Para eliminar el amoníaco, que puede impedir que obtengas el pH deseado, se añade agua destilada la cantidad de 10 ml a la mezcla. Dejar que repose el tiempo de diez minutos. Al colocar el tercer embudo que contiene embase, la fase orgánica en su interior. Se deben agitar 10 ml al utilizar el agua de lavado y 3 ml de cloroformo. Al extracto de cloroformo, agregue este solvente. Se tiene que medir 10 ml de una de ácido nítrico al 1 por ciento antes de agregarlo a todo el extracto.

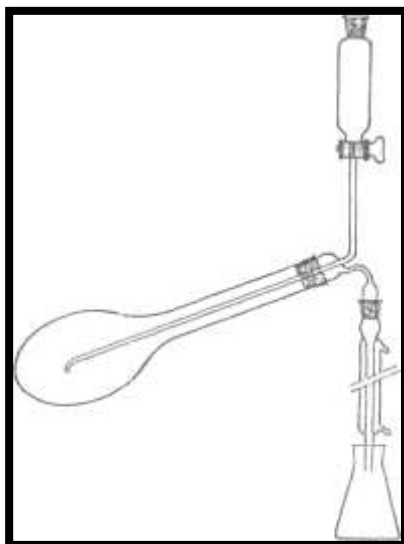


Gráfico 4.1 Tipo de montaje para la mineralización.

Expresión de los resultados

El resultado será expresado en miligramos de plomo por litro de agua.

8. Determinación del cobre

Método colorimétrico

PREPARACIÓN DE LA CURVA DE CALIBRADO

Los matraces aforado de 100 ml, introducir sucesivamente agitando después de cada adición:

TABLA 4.3

DATOS PARA LA PREPARACIÓN DE LA CURVA DE CALIBRADO PARA COBRE

Número de los matraces	T	I	II	III	IV	V
Sol. patrón de 0,010 g/L de cobre (mL)	0	2	4	6	8	10
Agua des. exenta de cobre (mL)	40	40	40	40	40	40
Solución de ácido cítrico (mL).	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Amoníaco (mL)	8	8	8	8	8	8
Solución de acetaldehído (mL).	10	10	10	10	10	10
Solución de oxalilhidrazida (mL)	10	10	10	10	10	10
Agua dest. hasta enrase (mL)	100	100	100	100	100	100
Correspondencia en p.g/L de cobre,	0	20	40	60	80	100

Fuente: Riegel, J. "Métodos de Análisis de Aguas Residuales"- 2013

PROCEDIMIENTO

En dos matraces aforados de 100 mL, introducir sucesivamente agitando después de cada adición:

TABLA 4.4

DATOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CURVA DE CALIBRADO

Reactivos (mL)	A	11
Agua a analizar	50	—
Agua destilada	—	50
Solución de ácido cítrico	2,5	2,5
Amoníaco	8	8
Solución de acetaldehído	10	10
Solución de oxalilhidrazida	10	10
Agua destilada	100	100

Fuente: Riegel, J. "Métodos de Análisis de Aguas Residuales"- 2013

EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

La curva da la cantidad de cobre presente en la muestra tomada para la determinación. Expresar los resultados en miligramos de cobre por litro.

9. Determinación del hierro

PREPARACIÓN PARA LA CURVA DE CALIBRADO

En una serie de matraces aforados de 100 mL introducir sucesivamente, agitando después de cada adicción.

TABLA 4.5

DATOS PARA LA PREPARACIÓN DE LA CURVA DE CALIBRADO PARA HIERRO

Número de los matraces	T	I	II	III	IV	V
Sol. patrón de hierro de 0,05 g/L (mi)	0	1	2	4	5	7,5
Agua destilada (mL)	10	9	8	6	5	2,5
Correspondencia en mg de hierro	0	0,050	0,100	0,200	0,250	0,375
Solución de Clorhidrato de Hidroxilamina (mL)	1	1	1	1	1	1
Solución de nitrato de aluminio.	5	5	5	5	5	
Solución de $\alpha - \alpha$ dipiridilo (mL)	2	2	2	2	2	2
Solución tapón de acetato (mL)	5	5	5	5	5	5

Fuente: Riegel, J. "Métodos de Análisis de Aguas Residuales"- 2013

PROCEDIMIENTO

Determinación del hierro total

Introducir Erlenmeyer que contenga la cantidad de 250 mL, una cantidad de agua que contenga entre 0,1 mg y 0,4 mg de hierro. Al ajustar el volumen a 75 mL. Neutralizando con amoníaco. Verter las soluciones en un matraz aforado con la capacidad de 100 mL y añadir, respetando el orden indicado y agitando después de cada adición:

Solución de clorhidrato de hidroxilamina.	1 mL
Solución de nitrato de aluminio.	5 mL
Solución de α, α' -dipiridilo.	2 mL
Solución tampón de acetato.	5 mL

Determinación del hierro disuelto

La parte alícuota cuando es tomada debe contener entre 0,01 y 0,04 mg de hierro. Al igual que los reactivos se deben añadir inmediatamente luego de tomar la muestra, siguiendo el orden para la determinación del hierro total, pero omitiendo la adición de clorhidrato de hidroxilamina y evitando todo contacto con el aire. Seguidamente se decanta y se filtra la muestra. La medida calorimétrica se puede efectuar posteriormente.

CAPÍTULO V:

RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. RESULTADOS OBTENIDOS.

TABLA 5.1.

RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LAS MUESTRAS DE AGUA TOMADA DE UNA CLOACA LEJANA DE LAS PLANTAS TEXTILES

ANALISIS REALIZADO	NÚMERO DEL ENSAYO					VLP
	01	02	03	04	05	
DBO	476	372	479	612	604	500
DQO	854	734	804	843	923	1000
Fenoles	+	+	+	+	+	-
pH	7,9	7,8	7,3	7,6	7,3	6 - 9
Mercurio total (Hg) mg/L	0,005	0,005	0,005	0,005	0,004	0,02
Plomo (Pb), mg/L	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,5
Cobre(Cu), mg/L	0,9	0,8	1,1	0,9	0,09	3
Hierro(Fe), mg/L	2	2	2,4	2	2,3	4

Fuente: Reportes de Laboratorio de la FIQ – UNICA.

NOTA:

VLP: Valores Límites permisibles para efluentes que se descargan al alcantarillado. **Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA.**⁶

⁶ (sanitario, 11/03/2019)

TABLA 5.2.

**RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LAS MUESTRAS DE AGUA
TOMADA DE UNA CLOACA CERCANA A LA PLANTA TEXTIL SAN CRISTOBAL S. A.**

ANALISIS REALIZADO	NÚMERO DEL ENSAYO					VLP
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	
DBO	689	671	656	711	694	500
DQO	1154	1134	1204	1209	1178	1000
pH	5,2	5,3	5,2	5,4	5,3	6-9
Fenoles	+++	+++	+++	+++	+++	-
Mercurio total (Hg), mg/L	0,8	0,8	0,7	0,6	0,7	0,02
Plomo (Pb), mg/L	1,7	1,8	1,7	1,7	1,8	0,5
Cobre(Cu), mg/L	9	8	9	7	8	3
Hierro (Fe), mg/L	5	6	6	6	5	4

Fuente: Reportes de Laboratorio de la FIQ – UNICA.

NOTA:

VLP Valores Límites permisibles para efluentes que se descargan al alcantarillado. **Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA.**⁷

⁷ (sanitario, 11/03/2019)

TABLA 5.3.

**RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LAS MUESTRAS DE AGUA
TOMADA DE UNA CLOACA CERCANA A LA PLANTA TEXTIL DEL VALLE**

ANALISIS REALIZADO	NÚMERO DEL ENSAYO					VLP
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	
DBO	645	639	630	6781	655	500
DQO	1237	1212	1252	1216	1246	1000
pH	5,2	5,3	5,4	5,5	5,3	6-9
Fenoles	+++	+++	+++	+++	+++	-
Mercurio total (Hg), mg/L	1,09	1,1	1,09	1,04	1,03	0,02
Plomo (Pb), mg/L	1,74	1,61	1,61	1,63	1,55	0,5
Cobre(Cu), mg/L	8	8	7	8	7	3
Hierro(Fe), mg/L	7	8	8	8	8	4

Fuente: Reportes de Laboratorio de la FIQ – UNICA.

NOTA:

VLP: Valores Límites permisibles para efluentes que se descargan al alcantarillado. **Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA.**⁸

⁸ (sanitario, 11/03/2019)

TABLA 5.4.

**RESULTADOS DE LOS ANALISIS DE LAS MUESTRAS DE AGUA
TOMADA DE UNA CLOACA CERCANA A LA PLANTA TEXTIL
SOUTHERN TEXTILE NETWORK**

ANALISIS REALIZADO	NÚMERO DEL ENSAYO					VLP
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	
DBO	689	671	656	711	694	500
DQO	1154	1134	1204	1209	1178	1000
pH	5,2	5,3	5,4	5,4	5,2	6-9
Fenoles	+++	+++	+++	+++	+++	-
Mercurio total (Hg), mg/L	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9	0,02
Plomo (Pb), mg/L	1,5	1,4	1,5	1,5	1,4	0,5
Cobre(Cu), mg/L	5	5	5	6	6	3
Hierro(Fe), mg/L	5	6	5	5	5	4

Fuente: Reportes de Laboratorio de la FIQ – UNICA.

NOTA:

VLP Valores Límites permisibles para efluentes que se descargan al alcantarillado. **Decreto Supremo N° 021-2009-VIVIENDA.**⁹

5.2 ANALISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO DE RESULTADOS

5.2.1 Análisis estadístico descriptivo de resultados de las descargas de las plantas textiles

- 1) Análisis estadístico descriptivo del DBO en las descargas de las plantas textiles
- 2) Análisis estadístico descriptivo del DQO en las descargas de las plantas textiles

⁹ (sanitario, 11/03/2019)

TABLA 5.6
DATOS DESCRIPTIVOS DE DQO DE LAS PLANTAS TEXTILES

Descriptivos de DQO				
	PLANTA TEXTIL		Estadístico	Error tip.
DQO	TEXTIL SAN CRISTOBAL	Media	1175,80	14,361
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Limite inferior	1135,93
			Limite superior	1215,67
		Media recortada al 5%	1176,28	
		Mediana	1178,00	
		Varianza	1031,200	
		Desv. Tip.	32,112	
		Minimo	1134	
		Maximo	1209	
		Rango	75	
		Amplitud intercuartil	63	
		Asimetria	-,307	,913
		Curiosis	-1,974	2,000
	TEXTIL DEL VALLE	Media	1232,60	7,985
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Limite inferior	1210,43
			Limite superior	1254,77
		Media recortada al 5%	1232,67	
		Mediana	1237,00	
		Varianza	318,800	
		Desv. Tip.	17,855	
		Minimo	1212	
		Maximo	1252	
		Rango	40	
		Amplitud intercuartil	35	
		Asimetria	-,258	,913
		Curiosis	-2,708	2,000
	TEXTIL SOUTHERN TEXTILE NETWORK	Media	1175,80	14,361
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Limite inferior	1135,93
			Limite superior	1215,67
		Media recortada al 5%	1176,28	
		Mediana	1178,00	
		Varianza	1031,200	
		Desv. Tip.	32,112	
		Minimo	1134	
		Maximo	1209	
		Rango	75	
		Amplitud intercuartil	63	
		Asimetria	-,307	,913
		Curiosis	-1,974	2,000

Fuente: Elaboración Propia del Autor

3) Análisis estadístico descriptivo del pH en las descargas de las plantas textiles

TABLA 5.7
DATOS DESCRIPTIVOS DE PH DE LAS PLANTAS TEXTILES

Descriptivos del pH				
	PLANTA TEXTIL		Estadístico	Error tip.
pH	TEXTIL SAN CRISTOBAL	Media	5,280	,0374
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	5,176
			Límite superior	5,384
		Media recortada al 5%	5,278	
		Mediana	5,300	
		Varianza	,007	
		Desv. Tip.	,0837	
		Mínimo	5,2	
		Máximo	5,4	
		Rango	,2	
		Amplitud intercuartil	,1	
		Asimetría	,512	,913
		Curtosis	-,612	2,000
	TEXTIL DEL VALLE	Media	5,340	,0510
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	5,198
			Límite superior	5,482
		Media recortada al 5%	5,339	
		Mediana	5,300	
		Varianza	,013	
		Desv. Tip.	,1140	
		Mínimo	5,2	
		Máximo	5,5	
		Rango	,3	
		Amplitud intercuartil	,2	
		Asimetría	,405	,913
		Curtosis	-,178	2,000
	TEXTIL SOUTHERN TEXTILE NETWORK	Media	5,300	,0447
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	5,176
			Límite superior	5,424
		Media recortada al 5%	5,300	
		Mediana	5,300	
		Varianza	,010	
		Desv. Tip.	,1000	
		Mínimo	5,2	
		Máximo	5,4	
		Rango	,2	
		Amplitud intercuartil	,2	
		Asimetría	,000	,913
		Curtosis	-3,000	2,000

Fuente: Elaboración Propia del Autor

- 4) Análisis estadístico descriptivo del mercurio en las descargas de las plantas textiles

TABLA 5.8
DATOS DESCRIPTIVOS DE MERCURIO DE LAS PLANTAS TEXTILES

Descriptivos del Mercurio				
	PLANTA TEXTIL		Estadístico	Error tip.
MERCURIO	TEXTIL SAN CRISTOBAL	Media	,7200	,03742
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Limite inferior	,6161
			Limite superior	,8239
		Media recortada al 5%	,7222	
		Mediana	,7000	
		Varianza	,007	
		Desv. tip.	,08367	
		Mínimo	,60	
		Máximo	,80	
		Rango	,20	
		Amplitud intercuartil	,15	
		Asimetría	-,512	,913
		Curtosis	-,612	2,000
	TEXTIL DEL VALLE	Media	1,0700	,01449
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Limite inferior	1,0298
			Limite superior	1,1102
		Media recortada al 5%	1,0706	
		Mediana	1,0900	
		Varianza	,001	
		Desv. tip.	,03240	
		Mínimo	1,03	
		Máximo	1,10	
		Rango	,07	
		Amplitud intercuartil	,06	
		Asimetría	-,588	,913
		Curtosis	-2,898	2,000
	TEXTIL SOUTHERN TEXTILE NETWORK	Media	,8800	,02000
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Limite inferior	,8245
			Limite superior	,9355
		Media recortada al 5%	,8833	
		Mediana	,9000	
		Varianza	,002	
		Desv. tip.	,04472	
		Mínimo	,80	
		Máximo	,90	
		Rango	,10	
		Amplitud intercuartil	,05	
		Asimetría	-2,236	,913
		Curtosis	5,000	2,000

Fuente: Elaboración Propia del Autor

- 5) Análisis estadístico descriptivo del plomo en las descargas de las plantas textiles

Tabla 5.9
DATOS DESCRIPTIVOS DE PLOMO DE LAS PLANTAS TEXTILES

Descriptivos del Plomo				
	PLANTA TEXTIL		Estadístico	Error típ.
PLOMO	TEXTIL SAN CRISTOBAL	Media	1,7400	,02449
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Limite inferior	1,6720
			Limite superior	1,8080
		Media recortada al 5%	1,7389	
		Mediana	1,7000	
		Varianza	,003	
		Desv. típ.	,05477	
		Minimo	1,70	
		Maximo	1,80	
		Rango	,10	
		Amplitud intercuartil	,10	
		Asimetria	,609	,913
		Curtosis	-3,333	2,000
	TEXTIL DEL VALLE	Media	1,6280	,03105
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Limite inferior	1,5418
			Limite superior	1,7142
		Media recortada al 5%	1,6261	
		Mediana	1,6100	
		Varianza	,005	
		Desv. típ.	,06943	
		Minimo	1,55	
		Maximo	1,74	
		Rango	,19	
		Amplitud intercuartil	,10	
		Asimetria	1,144	,913
		Curtosis	2,469	2,000
	TEXTIL SOUTHERN TEXTILE NETWORK	Media	1,4600	,02449
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Limite inferior	1,3920
			Limite superior	1,5280
		Media recortada al 5%	1,4611	
		Mediana	1,5000	
		Varianza	,003	
		Desv. típ.	,05477	
		Minimo	1,40	
		Maximo	1,50	
		Rango	,10	
		Amplitud intercuartil	,10	
		Asimetria	-,609	,913
		Curtosis	-3,333	2,000

Fuente: Elaboración Propia del Autor

6) Análisis estadístico descriptivo del cobre en las descargas de las plantas textiles

Tabla 5.10
DATOS DESCRIPTIVOS DE MERCURIO DE LAS PLANTAS TEXTILES

Descriptivos del Cobre				
	PLANTA TEXTIL		Estadístico	Error típ.
COBRE	TEXTIL SAN CRISTOBAL	Media	8,20	,374
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Limite inferior	7,18
			Limite superior	9,24
		Media recortada al 5%	8,22	
		Mediana	8,00	
		Varianza	,700	
		Desv. típ.	,837	
		Mínimo	7	
		Máximo	9	
		Rango	2	
		Amplitud intercuartil	2	
		Asimetría	-,512	,913
		Curtosis	-,812	2,000
	TEXTIL DEL VALLE	Media	7,80	,245
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Limite inferior	6,92
			Limite superior	8,28
		Media recortada al 5%	7,81	
		Mediana	8,00	
		Varianza	,300	
		Desv. típ.	,548	
		Mínimo	7	
		Máximo	8	
		Rango	1	
		Amplitud intercuartil	1	
		Asimetría	-,809	,913
		Curtosis	-3,333	2,000
	TEXTIL SOUTHERN TEXTILE NETWORK	Media	5,40	,245
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Limite inferior	4,72
			Limite superior	6,08
		Media recortada al 5%	5,39	
		Mediana	5,00	
		Varianza	,300	
		Desv. típ.	,548	
		Mínimo	5	
		Máximo	6	
		Rango	1	
		Amplitud intercuartil	1	
		Asimetría	,809	,913
		Curtosis	-3,333	2,000

Fuente: Elaboración Propia del Autor

7) Análisis estadístico descriptivo del hierro en las descargas de las plantas textiles

Tabla 5.11
DATOS DESCRIPTIVOS DE HIERRO DE LAS PLANTAS TEXTILES

Descriptivos del Hierro				
	PLANTA TEXTIL		Estadístico	Error tip.
HIERRO	TEXTIL SAN CRISTOBAL	Media	5,80	,245
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	4,92
			Límite superior	6,28
		Media recortada al 5%	5,81	
		Mediana	6,00	
		Varianza	,300	
		Desv. tip.	,548	
		Mínimo	5	
		Máximo	6	
		Rango	1	
		Amplitud intercuartil	1	
		Asimetría	-,609	,913
		Curiosis	-3,333	2,000
	TEXTIL DEL VALLE	Media	7,80	,200
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	7,24
			Límite superior	8,36
		Media recortada al 5%	7,83	
		Mediana	8,00	
		Varianza	,200	
		Desv. tip.	,447	
		Mínimo	7	
		Máximo	8	
		Rango	1	
		Amplitud intercuartil	1	
		Asimetría	-2,236	,913
		Curiosis	5,000	2,000
	TEXTIL SOUTHERN TEXTILE NETWORK	Media	5,20	,200
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	4,64
			Límite superior	5,76
		Media recortada al 5%	5,17	
		Mediana	5,00	
		Varianza	,200	
		Desv. tip.	,447	
		Mínimo	5	
		Máximo	6	
		Rango	1	
		Amplitud intercuartil	1	
		Asimetría	2,236	,913
		Curiosis	5,000	2,000

Fuente: Elaboración Propia del Autor

5.2.2 Pruebas estadísticas para la comparación de promedios de resultados

1) Prueba estadística para la comparación de los promedios de DBO en las descargas de las plantas textiles

a) Hipótesis estadísticas

Hipótesis nula, H_0 : “Los promedios de DBO son iguales”

Hipótesis alternativa, H_1 : “Los promedios de DBO son diferentes”

b) Estadístico de contraste

Para comparación de más de dos promedios de poblaciones diferentes se aplica la prueba paramétrica del ANOVA (análisis de varianza), basada en el estadístico F de Fisher. En este caso, se considera un nivel de confianza estadístico del 95 % y un margen de error de 5 %. Para los cálculos se utilizó el software estadístico SPSS, versión 20.

c) Resultados:

Tabla 5.12
COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE DBO EN LAS DESCARGAS
DE LAS PLANTAS TEXTILES

Descriptivos principales de DBO								
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
TEXTIL SAN CRISTOBAL	5	684,20	21,253	9,505	657,81	710,59	656	711
TEXTIL DEL VALLE	5	649,40	18,393	8,226	626,56	672,24	630	678
TEXTIL SOUTHERN TEXTILE NETWORK	5	684,20	21,253	9,505	657,81	710,59	656	711
Total	15	672,60	25,360	6,548	658,56	686,64	630	711

Fuente: Elaboración Propia del Autor

Tabla 5.13
PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS DE DBO EN
LAS DESCARGAS DE LAS PLANTAS TEXTILES

Prueba de homogeneidad de varianzas de DBO			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,129	2	12	,880

Fuente: Elaboración Propia del Autor

Tabla 5.14
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA EL DBO

ANOVA de un factor para el DBO					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	4036,800	2	2018,400	4,877	,028
Intra-grupos	4966,800	12	413,900		
Total	9003,600	14			

Fuente: Elaboración Propia del Autor

2) Análisis estadístico comparativo de las emisiones típicas de DQO de las fábricas textiles.

a) Condiciones de la estadística.

"Las medias de DQO son iguales", H_0 , la hipótesis nula.

La alternativa del H_1 : "Los fondos COD son diferentes".

b) Estadísticas comparadas

El margen de error y el nivel de confianza estadística utilizados en este ejemplo se establecen en 5%. Para realizar los cálculos se utilizó el programa estadístico SPSS versión 20.

c) Resultados

Tabla 5.15
COMPARACIÓN DE PROMEDIOS DE DQO EN LAS DESCARGAS
DE LAS PLANTAS TEXTILES

Descriptivos principales de DQO								
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
TEXTIL SAN CRISTOBAL	5	1175,80	32,112	14,361	1135,93	1215,67	1134	1209
TEXTIL DEL VALLE	5	1232,60	17,855	7,985	1210,43	1254,77	1212	1252
TEXTIL SOUTHERN TEXTILE NETWORK	5	1175,80	32,112	14,361	1135,93	1215,67	1134	1209
Total	15	1194,73	38,059	9,827	1173,66	1215,81	1134	1252

Fuente: Elaboración Propia del Autor

Tabla 5.16
PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS DE DQO
EN LAS DESCARGAS DE LAS PLANTAS TEXTILES

Prueba de homogeneidad de varianzas DQO			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
1,146	2	12	,350

Fuente: Elaboración Propia del Autor

Tabla 5.17
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA EL DQO

ANOVA de un factor para el DQO					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	10754,133	2	5377,067	6,774	,011
Intra-grupos	9524,800	12	793,733		
Total	20278,933	14			

Fuente: Elaboración Propia del Autor

3) Comparación de los valores medios de pH de las emisiones de las fábricas textiles mediante estadística.

a) Hipótesis estadísticas

Hipótesis nula, H_0 : “Los promedios de pH son iguales”

Hipótesis alternativa, H_1 : “Los promedios de pH son diferentes”.

b) Estadístico de contraste

Al utilizar la prueba paramétrica ANOVA (análisis de varianza) basada en el estadístico F de Fisher. A los efectos de este ejemplo, se supone un nivel de confianza estadística del 95 por ciento y un margen de error del 5 por ciento.

c) Resultados

Tabla 5.18
COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE PH EN LAS DESCARGAS
DE LAS PLANTAS TEXTILES

Descriptivos principales de pH								
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
TEXTIL SAN CRISTOBAL	5	5,280	,0837	,0374	5,176	5,384	5,2	5,4
TEXTIL DEL VALLE	5	5,340	,1140	,0510	5,198	5,482	5,2	5,5
TEXTIL SOUTHERN TEXTILE NETWORK	5	5,300	,1000	,0447	5,176	5,424	5,2	5,4
Total	15	5,307	,0961	,0248	5,253	5,360	5,2	5,5

Fuente: Elaboración Propia del Autor

Tabla 5.19
PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS DE PH EN
LAS DESCARGAS DE LAS PLANTAS TEXTILES

Prueba de homogeneidad de varianzas de pH			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,311	2	12	,738

Fuente: Elaboración Propia del Autor

Tabla 5.20
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA EL pH

ANOVA de un factor para el pH					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,009	2	,005	,467	,638
Intra-grupos	,120	12	,010		
Total	,129	14			

Fuente: Elaboración Propia del Autor

- 4) Una comparación estadística de las emisiones típicas de mercurio de las fábricas textiles.

- a) Hipótesis estadísticas

Hipótesis nula, H_0 : “Los promedios de mercurio son iguales”

Hipótesis alternativa, H_1 : “Los promedios de mercurio son diferentes”

- b) Estadístico de contraste

Para comparación de más de dos promedios de poblaciones diferentes se aplica la prueba paramétrica del ANOVA (análisis de varianza), basada en el estadístico F de Fisher. Para los cálculos se utilizó el software estadístico SPSS, versión 20.

- c) Resultados

Tabla 5.21

**COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE MERCURIO EN LAS
DESCARGAS DE LAS PLANTAS TEXTILES**

Descriptivos principales del Mercurio								
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
TEXTIL SAN CRISTOBAL	5	,7200	,08367	,03742	,6161	,8239	,60	,80
TEXTIL DEL VALLE	5	1,0700	,03240	,01449	1,0298	1,1102	1,03	1,10
TEXTIL SOUTHERN TEXTILE NETWORK	5	,8800	,04472	,02000	,8245	,9355	,80	,90
Total	15	,8900	,15748	,04066	,8028	,9772	,60	1,10

Fuente: Elaboración Propia del Autor

Tabla 5.22

**PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS DE MERCURIO
EN LAS DESCARGAS DE LAS PLANTAS TEXTILES**

Prueba de homogeneidad de varianzas de MERCURIO			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
2,187	2	12	,155

Fuente: Elaboración Propia del Autor

Tabla 5.23

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA EL MERCURIO

ANOVA de un factor para el Mercurio					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,307	2	,154	45,821	,000
Intra-grupos	,040	12	,003		
Total	,347	14			

Fuente: Elaboración Propia del Autor

- 5) Prueba estadística para la comparación de los promedios de plomo en las descargas de las plantas textiles

a) Hipótesis estadísticas

Hipótesis nula, H_0 : “Los promedios de plomo son iguales”

Hipótesis alternativa, H_1 : “Los promedios de plomo son diferentes”

b) Estadístico de contraste

Para comparación de más de dos promedios de poblaciones diferentes se aplica la prueba paramétrica del ANOVA (análisis de varianza), basada en el estadístico F de Fisher. Para los cálculos se utilizó el software estadístico SPSS, versión 20.

c) Resultados

Tabla 5.24

**COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE PLOMO EN LAS
DESCARGAS DE LAS PLANTAS TEXTILES**

Descriptivos principales del Plomo								
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
TEXTIL SAN CRISTOBAL	5	1,7400	,05477	,02449	1,6720	1,8080	1,70	1,80
TEXTIL DEL VALLE	5	1,6280	,06943	,03105	1,5418	1,7142	1,55	1,74
TEXTIL SOUTHERN TEXTILE NETWORK	5	1,4600	,05477	,02449	1,3920	1,5280	1,40	1,50
Total	15	1,6093	,13145	,03394	1,5365	1,6821	1,40	1,80

Fuente: Elaboración Propia del Autor

Tabla 5.25

**PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS DE PLOMO EN LAS
DESCARGAS DE LAS PLANTAS TEXTILES**

Prueba de homogeneidad de varianzas de Plomo			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,012	2	12	,988

Fuente: Elaboración Propia del Autor

Tabla 5.26

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA EL PLOMO

ANOVA de un factor para el Plomo					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,199	2	,099	27,534	,000
Intra-grupos	,043	12	,004		
Total	,242	14			

Fuente: Elaboración Propia del Autor

- 6)** Prueba estadística para la comparación de los promedios de cobre en las descargas de las plantas textiles

a) Hipótesis estadísticas

Hipótesis nula, H_0 : "Los promedios de cobre son iguales"

Hipótesis alternativa, H_1 : "Los promedios de cobre son diferentes"

b) Estadístico de contraste

Para comparación de más de dos promedios de poblaciones diferentes se aplica la prueba paramétrica del ANOVA (análisis de varianza), basada en el estadístico F de Fisher. Para los cálculos se utilizó el software estadístico SPSS, versión 20.

- 7)** Un análisis estadístico que compara los valores típicos de cobre de las emisiones de las fábricas textiles.

a) Requisitos previos de la estadística

Hipótesis nula, H_0 : "Medios de cobre iguales".

H_1 , en cambio: "El valor medio del cobre difiere".

b) Estadísticas comparadas

Las poblaciones se utilizaron la prueba paramétrica ANOVA (análisis de varianza) basada en el estadístico F de Fisher. El margen de error y el

nivel de confianza estadística utilizados en este ejemplo se establecen en 5%.

c) Resultados

Tabla 5.27

**COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE COBRE EN LAS
DESCARGAS DE LAS PLANTAS TEXTILES**

Descriptivos principales del Cobre								
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
TEXTIL SAN CRISTOBAL	5	8,20	,837	,374	7,16	9,24	7	9
TEXTIL DEL VALLE	5	7,60	,548	,245	6,92	8,28	7	8
TEXTIL SOUTHERN TEXTILE NETWORK	5	5,40	,548	,245	4,72	6,08	5	6
Total	15	7,07	1,387	,358	6,30	7,83	5	9

Fuente: Elaboración Propia del Autor

Tabla 5.28
PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS DE COBRE
EN LAS DESCARGAS DE LAS PLANTAS TEXTILES

Prueba de homogeneidad de varianzas Cobre			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,604	2	12	,563

Fuente: Elaboración Propia del Autor

Tabla 5.29
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA EL COBRE

ANOVA de un factor para el Cobre					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	21,733	2	10,867	25,077	,000
Intra-grupos	5,200	12	,433		
Total	26,933	14			

Fuente: Elaboración Propia del Autor

- 8) Prueba estadística para la comparación de los promedios de hierro en las descargas de las plantas textiles
- a) Hipótesis estadísticas
- Hipótesis nula, H_0 : "Los promedios de hierro son iguales"
- Hipótesis alternativa, H_1 : "Los promedios de hierro son diferentes"
- b) Estadístico de contraste

Para comparación de más de dos promedios de poblaciones diferentes se aplica la prueba paramétrica del ANOVA (análisis de varianza), basada en el estadístico F de Fisher.

c) Resultados

Tabla 5.30
COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE HIERRO EN LAS
DESCARGAS DE LAS PLANTAS TEXTILES

Descriptivos principales del Hierro								
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
TEXTIL SAN CRISTOBAL	5	5,60	,548	,245	4,92	6,28	5	6
TEXTIL DEL VALLE	5	7,80	,447	,200	7,24	8,36	7	8
TEXTIL SOUTHERN TEXTILE NETWORK	5	5,20	,447	,200	4,64	5,76	5	6
Total	15	6,20	1,265	,327	5,50	6,90	5	8

Fuente: Elaboración Propia del Autor

Tabla 5.31
PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS DE HIERRO
EN LAS DESCARGAS DE LAS PLANTAS TEXTILES

Prueba de homogeneidad de varianzas Hierro			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,821	2	12	,463

Fuente: Elaboración Propia del Autor

Tabla 5.32
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA EL HIERRO

ANOVA de un factor para el Hierro					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	19,600	2	9,800	42,000	,000
Intra-grupos	2,800	12	,233		
Total	22,400	14			

Fuente: Elaboración Propia del Autor

5.2.3 Prueba estadística para la comparación de promedios en las descargas de las plantas textiles con el agua residual en zona alejada

- 1)** Prueba estadística para la comparación de prom. de DBO en las plantas textiles y zona alejada

a) Hipótesis estadísticas

Hipótesis nula, H_0 : “Los promedios de DBO son iguales”

Hipótesis alternativa, H_1 : “Los promedios de DBO son diferentes”

b) Estadístico de contraste

Para comparación de más de dos promedios de poblaciones diferentes se aplica la prueba paramétrica del ANOVA (análisis de varianza), basada en el estadístico F de Fisher.

c) Resultados

Tabla 5.33
COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE DBO EN LAS
DESCARGAS DE LAS PLANTAS TEXTILES Y ZONA ALEJADA

Descriptivos principales de DBO								
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
TEXTIL SAN CRISTOBAL	5	684,20	21,253	9,505	657,81	710,59	656	711
TEXTIL DEL VALLE	5	649,40	18,393	8,226	626,56	672,24	630	678
TEXTIL SOUTHERN TEXTILE NETWORK	5	684,20	21,253	9,505	657,81	710,59	656	711
ZONA ALEJADA	5	508,60	100,488	44,940	383,83	633,37	372	612
Total	20	631,60	88,928	19,885	589,98	673,22	372	711

Fuente: Elaboración Propia del Autor

Tabla 5.34
PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS DE DBO
EN LAS DESCARGAS DE LAS PLANTAS TEXTILES Y ZONA ALEJADA

Prueba de homogeneidad de varianzas de DBO			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
8,135	3	16	,002

Fuente: Elaboración Propia del Autor

Tabla 5.35
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA EL DBO

ANOVA de un factor para el DBO					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	104896,800	3	34965,600	12,334	,000
Intra-grupos	45358,000	16	2834,875		
Total	150254,800	19			

Fuente: Elaboración Propia del Autor

2) Una prueba estadística para comparar los valores medios de DQO en fábricas textiles y zonas remotas

a) Hipótesis estadísticas

Hipótesis nula, Ho: “Los promedios de DQO son iguales”

Hipótesis alternativa, H1: “Los promedios de DQO son diferentes”

b) Estadístico de contraste

Para comparación de más de dos promedios de poblaciones diferentes se aplica la prueba paramétrica del ANOVA (análisis de varianza), basada en el estadístico F de Fisher. Para los cálculos se utilizó el software estadístico SPSS, versión 20.

c) Resultados

Tabla 5.36
COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE DQO EN LAS DESCARGAS
DE LAS PLANTAS TEXTILES Y ZONA ALEJADA

Descriptivos principales de DQO								
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
TEXTIL SAN CRISTOBAL	5	1175,80	32,112	14,361	1135,93	1215,67	1134	1209
TEXTIL DEL VALLE	5	1232,60	17,855	7,985	1210,43	1254,77	1212	1252
TEXTIL SOUTHERN TEXTILE NETWORK	5	1175,80	32,112	14,361	1135,93	1215,67	1134	1209
ZONA ALEJADA	5	831,60	69,414	31,043	745,41	917,79	734	923
Total	20	1103,95	167,654	37,489	1025,49	1182,41	734	1252

Fuente: Elaboración Propia del Autor

Tabla 5.37
PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS DE DQO
EN LAS DESCARGAS DE LAS PLANTAS TEXTILES Y ZONA ALEJADA

Prueba de homogeneidad de varianzas DQO			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
2,056	3	16	,147

Fuente: Elaboración Propia del Autor

Tabla 5.38

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA EL DQO

ANOVA de un factor para el DQO					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	505250,950	3	168416,983	93,571	,000
Intra-grupos	28798,000	16	1799,875		
Total	534048,950	19			

Fuente: Elaboración Propia del Autor

3) Prueba estadística para la comparación de promedios de pH en las plantas textiles y zona alejada

a) Hipótesis estadísticas

Hipótesis nula, H_0 : “Los promedios de pH son iguales”

Hipótesis alternativa, H_1 : “Los promedios de pH son diferentes”

b) Estadístico de contraste

Para comparación de más de dos promedios de poblaciones diferentes se aplica la prueba paramétrica del ANOVA (análisis de varianza), basada en el estadístico F de Fisher. Para los cálculos se utilizó el software estadístico SPSS, versión 20.

c) Resultados

Tabla 5.39
COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE PH EN LAS DESCARGAS
DE LAS PLANTAS TEXTILES Y ZONA ALEJADA

Descriptivos principales de pH								
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
TEXTIL SAN CRISTOBAL	5	5,280	,0837	,0374	5,176	5,384	5,2	5,4
TEXTIL DEL VALLE	5	5,340	,1140	,0510	5,198	5,482	5,2	5,5
TEXTIL SOUTHERN TEXTILE NETWORK	5	5,300	,1000	,0447	5,176	5,424	5,2	5,4
ZONA ALEJADA	5	7,580	,2775	,1241	7,235	7,925	7,3	7,9
Total	20	5,875	1,0213	,2284	5,397	6,353	5,2	7,9

Fuente: Elaboración Propia del Autor

Tabla 5.40
PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS DE PH EN LAS
DESCARGAS DE LAS PLANTAS TEXTILES Y ZONA ALEJADA

Prueba de homogeneidad de varianzas			
pH			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
5,100	3	16	,011

Fuente: Elaboración Propia del Autor

Tabla 5.41
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA EL pH

ANOVA de un factor para el pH					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	19,390	3	6,463	241,614	,000
Intra-grupos	,428	16	,027		
Total	19,818	19			

Fuente: Elaboración Propia del Autor

4) Prueba estadística de comparación de promedios de mercurio en las plantas textiles y zona alejada

a) Hipótesis estadísticas

Hipótesis nula, H_0 : “Los promedios de mercurio son iguales”

Hipótesis alternativa, H_1 : “Los promedios de mercurio son diferentes”

b) Estadístico de contraste

Para comparación de más de dos promedios de poblaciones diferentes se aplica la prueba paramétrica del ANOVA (análisis de varianza), basada en el estadístico F de Fisher. Para los cálculos se utilizó el software estadístico SPSS, versión 20.

d) Resultados

Tabla 5.42
COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE MERCURIO EN LAS
DESCARGAS DE LAS PLANTAS TEXTILES Y ZONA ALEJADA

Descriptivos principales del Mercurio								
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
TEXTIL SAN CRISTOBAL	5	,72000	,083666	,037417	,61611	,82389	,600	,800
TEXTIL DEL VALLE	5	1,07000	,032404	,014491	1,02977	1,11023	1,030	1,100
TEXTIL SOUTHERN TEXTILE NETWORK	5	,88000	,044721	,020000	,82447	,93553	,800	,900
ZONA ALEJADA	5	,00480	,000447	,000200	,00424	,00536	,004	,005
Total	20	,66870	,415846	,092986	,47408	,86332	,004	1,100

Fuente: Elaboración Propia del Autor

Tabla 5.43
PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS DE MERCURIO
EN LAS DESCARGAS DE LAS PLANTAS TEXTILES Y ZONA ALEJADA

Prueba de homogeneidad de varianzas de Mercurio			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
5,094	3	16	,012

Fuente: Elaboración Propia del Autor

Tabla 5.44

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA EL MERCURIO

ANOVA de un factor para el MERCURIO					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	3,245	3	1,082	430,561	,000
Intra-grupos	,040	16	,003		
Total	3,286	19			

Fuente: Elaboración Propia del Autor

5) Prueba estadística de comparación de promedio de plomo en las plantas textiles y zona alejada

a) Hipótesis estadísticas

Hipótesis nula, Ho: “Los promedios de plomo son iguales”

Hipótesis alternativa, H1: “Los promedios de plomo son diferentes”

b) Estadístico de contraste

Para comparación de más de dos promedios de poblaciones diferentes se aplica la prueba paramétrica del ANOVA (análisis de varianza), basada en el estadístico F de Fisher. Para los cálculos se utilizó el software estadístico SPSS, versión 20.

d) Resultados

Tabla 5.45
COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE PLOMO EN LAS
DESCARGAS DE LAS PLANTAS TEXTILES Y ZONA ALEJADA

Descriptivos principales del Plomo								
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
TEXTIL SAN CRISTOBAL	5	1,7400	,05477	,02449	1,6720	1,8080	1,70	1,80
TEXTIL DEL VALLE	5	1,6280	,06943	,03105	1,5418	1,7142	1,55	1,74
TEXTIL SOUTHERN TEXTILE NETWORK	5	1,4600	,05477	,02449	1,3920	1,5280	1,40	1,50
ZONA ALEJADA	5	,0420	,00447	,00200	,0364	,0476	,04	,05
Total	20	1,2175	,70539	,15773	,8874	1,5476	,04	1,80

Fuente: Elaboración Propia del Autor

Tabla 5.46
PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS DE PLOMO
EN LAS DESCARGAS DE LAS PLANTAS TEXTILES Y ZONA ALEJADA

Prueba de homogeneidad de varianzas Plomo			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
3,933	3	16	,028

Fuente: Elaboración Propia del Autor

Tabla 5.47
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA EL PLOMO

ANOVA de un factor para el PLOMO					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	9,411	3	3,137	1157,517	,000
Intra-grupos	,043	16	,003		
Total	9,454	19			

Fuente: Elaboración Propia del Autor

6) Prueba estadística que muestra la comparación de promedios de cobre en las plantas textiles y zona alejada

a) Hipótesis estadísticas

Hipótesis nula, Ho: “Los promedios de cobre son iguales”

Hipótesis alternativa, H1: “Los promedios de cobre son diferentes”

b) Estadístico de contraste

Para comparación de más de dos promedios de poblaciones diferentes se aplica la prueba paramétrica del ANOVA (análisis de varianza), basada en el estadístico F de Fisher. Para los cálculos se utilizó el software estadístico SPSS, versión 20.

c) Resultados

Tabla 5.48
COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE COBRE EN LAS
DESCARGAS DE LAS PLANTAS TEXTILES Y ZONA ALEJADA

Descriptivos principales del Cobre								
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
TEXTIL SAN CRISTOBAL	5	8,2000	,83666	,37417	7,1611	9,2389	7,00	9,00
TEXTIL DEL VALLE	5	7,6000	,54772	,24495	6,9199	8,2801	7,00	8,00
TEXTIL SOUTHERN TEXTILE NETWORK	5	5,4000	,54772	,24495	4,7199	6,0801	5,00	6,00
ZONA ALEJADA	5	,7580	,38900	,17397	,2750	1,2410	,09	1,10
Total	20	5,4895	3,05033	,68207	4,0619	6,9171	,09	9,00

Fuente: Elaboración Propia del Autor

Tabla 5.49
PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS DE COBRE
EN LAS DESCARGAS DE LAS PLANTAS TEXTILES Y ZONA ALEJADA

Prueba de homogeneidad de varianzas de Cobre			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
1,707	3	16	,206

Fuente: Elaboración Propia del Autor

Tabla 5.50
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA EL COBRE

ANOVA de un factor para Cobre					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	170,981	3	56,994	157,081	,000
Intra-grupos	5,805	16	,363		
Total	176,786	19			

Fuente: Elaboración Propia del Autor

7) Prueba estadística para la comparación de promedios de hierro en las plantas textiles y zona alejada

a) Hipótesis estadísticas

Hipótesis nula, Ho: “Los promedios de hierro son iguales”

Hipótesis alternativa, H1: “Los promedios de hierro son diferentes”

b) Estadístico de contraste

Para comparación de más de dos promedios de poblaciones diferentes se aplica la prueba paramétrica del ANOVA (análisis de varianza), basada en el estadístico F de Fisher. Para los cálculos se utilizó el software estadístico SPSS, versión 20.

d) Resultados

Tabla 5.51
COMPARACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE HIERRO EN LAS
DESCARGAS DE LAS PLANTAS TEXTILES Y ZONA ALEJADA

Descriptivos del hierro								
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
TEXTIL SAN CRISTOBAL	5	5,600	,5477	,2449	4,920	6,280	5,0	6,0
TEXTIL DEL VALLE	5	7,800	,4472	,2000	7,245	8,355	7,0	8,0
TEXTIL SOUTHERN TEXTILE NETWORK	5	5,200	,4472	,2000	4,645	5,755	5,0	6,0
ZONA ALEJADA	5	2,140	,1949	,0872	1,898	2,382	2,0	2,4
Total	20	5,185	2,1072	,4712	4,199	6,171	2,0	8,0

Fuente: Elaboración Propia del Autor

Tabla 5.52
PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS DE COBRE
EN LAS DESCARGAS DE LAS PLANTAS TEXTILES Y ZONA ALEJADA

Prueba de homogeneidad de varianzas			
HIERRO			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
2,045	3	16	,148

Fuente: Elaboración Propia del Autor

Tabla 5.53
RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA) PARA EL COBRE

ANOVA de un factor					
HIERRO					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	81,414	3	27,138	147,089	,000
Intra-grupos	2,952	16	,184		
Total	84,366	19			

Fuente: Elaboración Propia del Autor

5.2.4 Comparación de resultados promedio generales con los valores límite permisibles

Tabla 5.54
COMPARACIÓN DE RESULTADOS PROMEDIO GENERALES
CON LOS VALORES LÍMITE PERMISIBLES

Componente del análisis	Planta Textil San Cristóbal	Planta Textil del Valle	Planta Textil Southern Textile Network	Zona alejada	Valor límite permisible
DBO	684,20	649,40	684,20	508,60	500
DQO	1175,80	1232,60	1175,80	831,60	1000
pH	5,280	5,340	5,300	7,580	6 - 9
Mercurio (mg/L)	0,72000	1,07000	0,88000	0,00480	0,02
<u>Plomo (mg/L)</u>	1,7400	1,6280	1,4600	0,0420	0,5
<u>Cobre (mg/L)</u>	8,2000	7,6000	5,4000	0,7580	3
Hierro (mg/L)	5,600	7,800	5,200	2,140	4

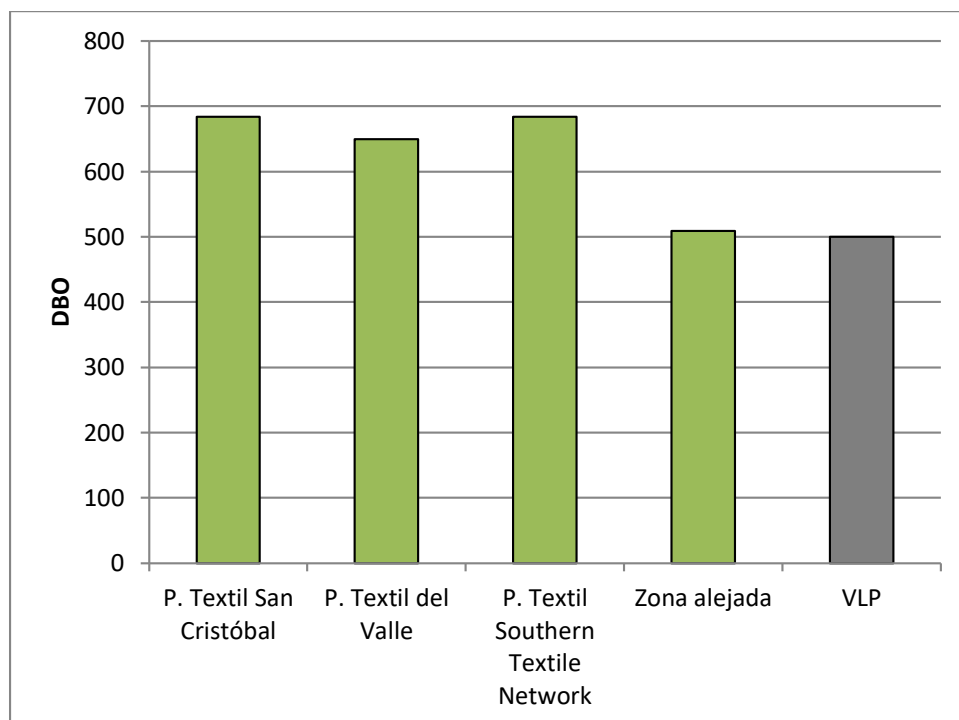
Fuente: Elaboración Propia del Autor

A excepción del pH, que estaba por debajo del rango aceptable, los valores analíticos de las aguas residuales vertidas por las fábricas textiles (DBO, DQO,

mercurio, plomo, cobre y hierro) estuvieron principalmente por encima de los límites permitidos, mostrando que el caudal es claramente ácido. En pocas palabras, ninguno de los componentes de las aguas residuales cumple los valores límite permitidos.

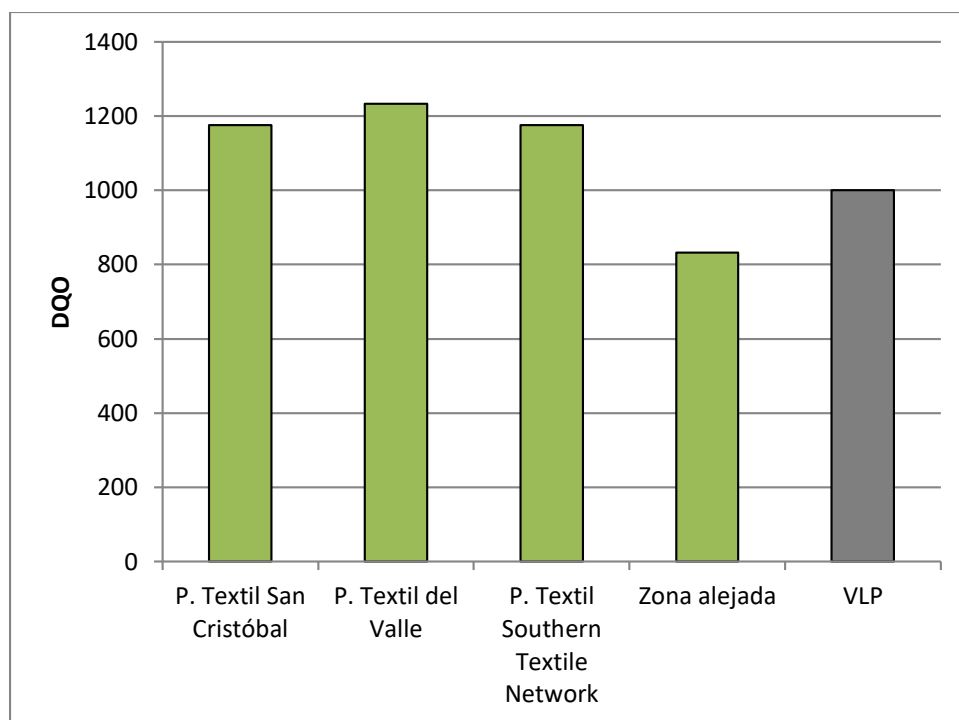
Por otro lado, las aguas residuales que se eliminan de los colectores fuera de las fábricas textiles tienen una composición aceptable en cuanto a niveles de DBO, DQO, mercurio, plomo, cobre y hierro, todos los cuales están por debajo de los límites permisibles y cumplen con los requisitos nacionales. Estándares de Valor de pH. También está dentro de límites aceptables, lo que indica eliminación de aguas residuales. Básico débil.

Grafico 5.1 Resultados promedio y valores límite permisible para el DBO



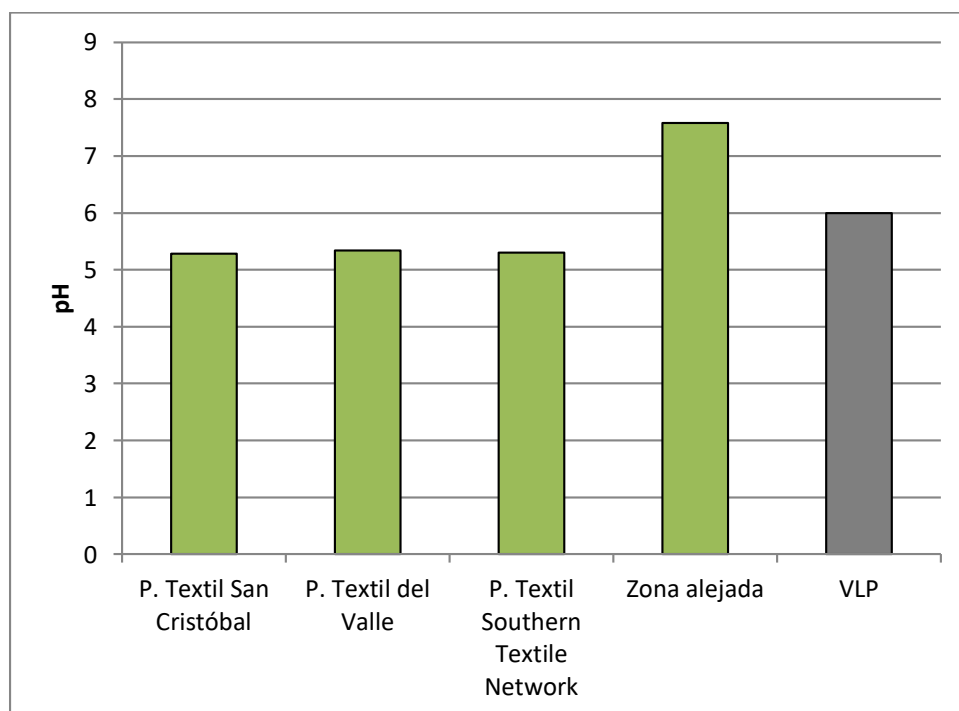
Fuente: Elaboración Propia del Autor

Grafico 5.2 Resultados promedio y valores límite permisible para DQO



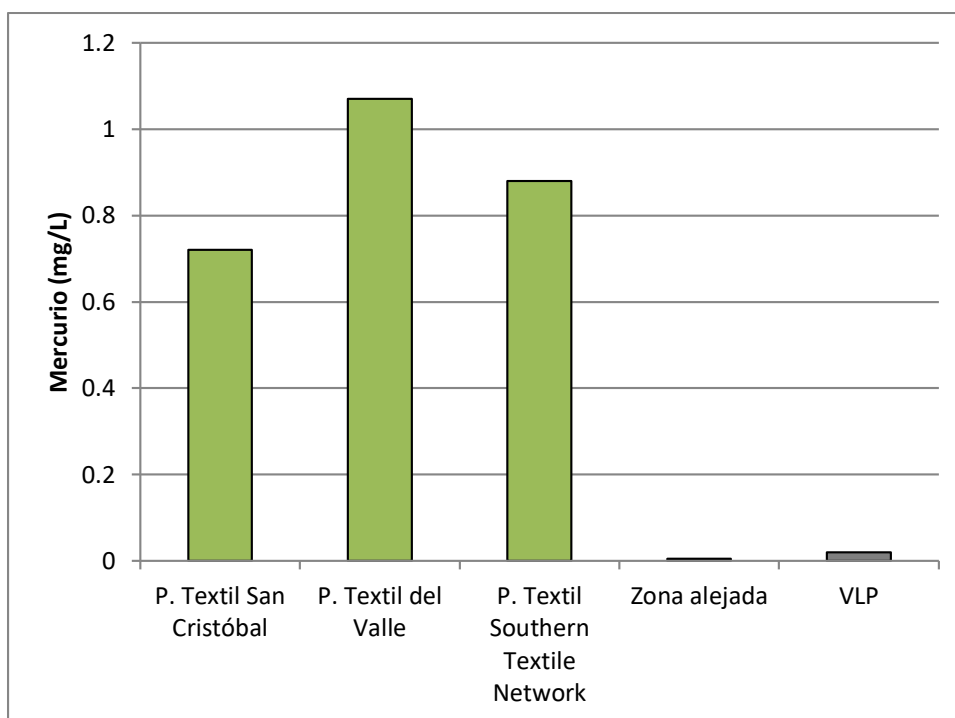
Fuente: Elaboración Propia del Autor

Grafico 5.3 Resultados promedio y valores límite permisible para el pH



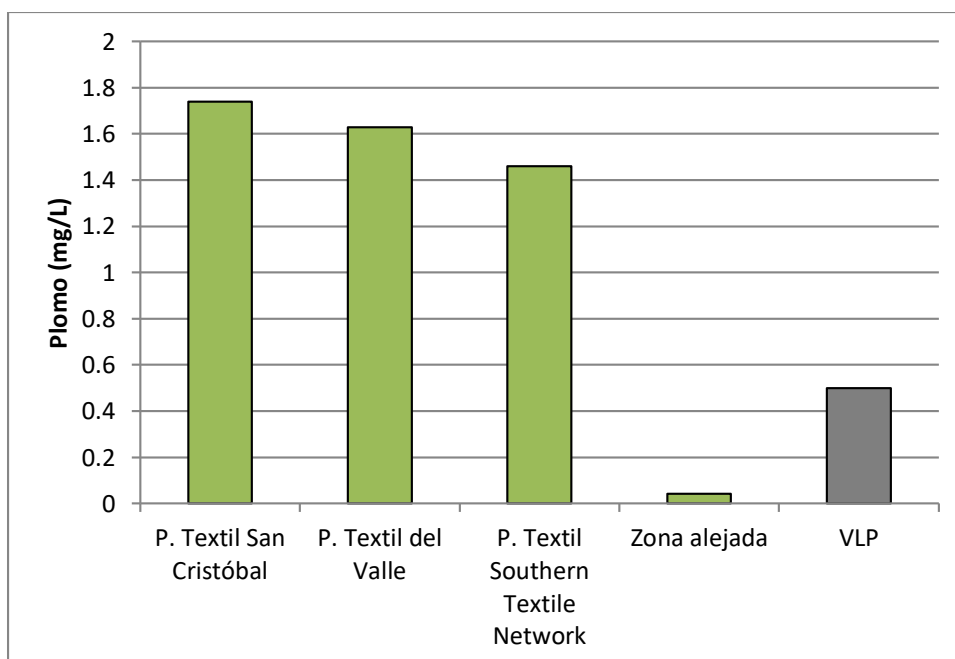
Fuente: Elaboración Propia del Autor

Grafico 5.4 Resultados promedio y valores límite permisible para el Mercurio



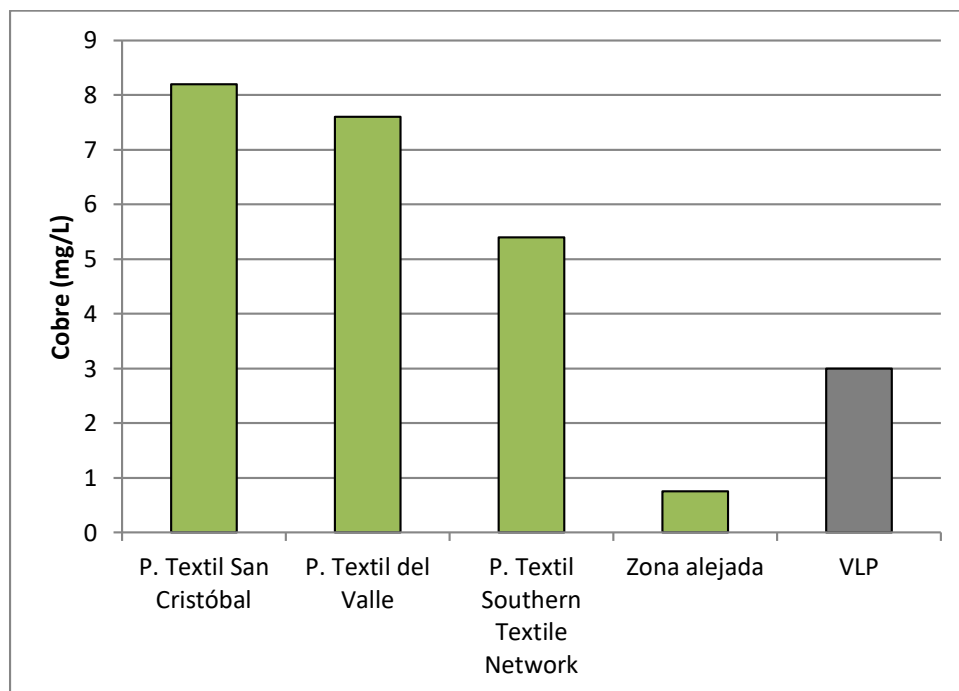
Fuente: Elaboración Propia del Autor

Grafico 5.5 Resultados promedio y valores límite permisible para el Plomo



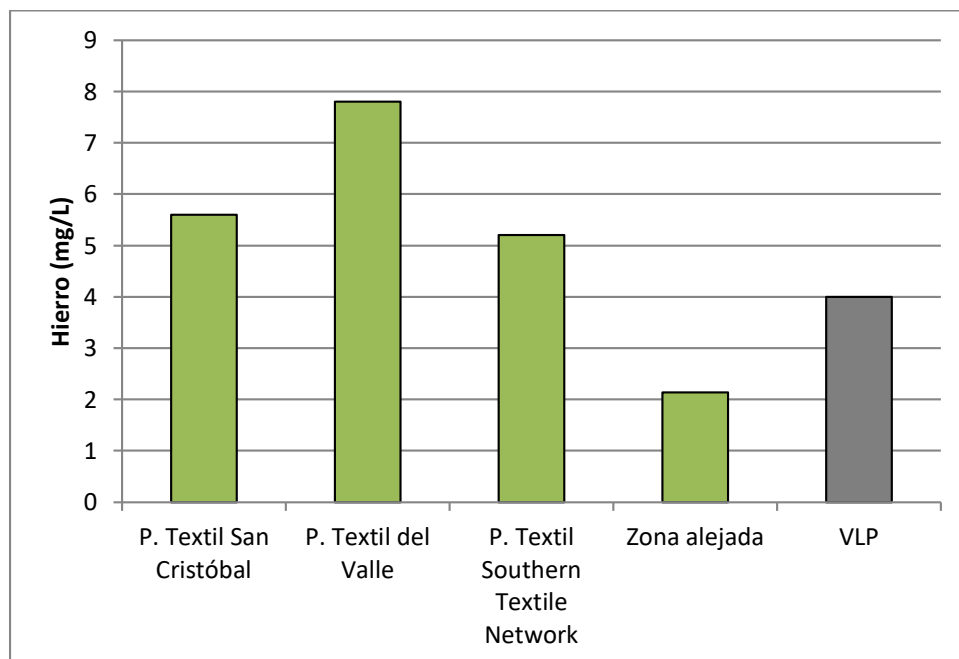
Fuente: Elaboración Propia del Autor

Gráfico 5.6 Resultados promedio y valores límite permisible para el Cobre



Fuente: Elaboración Propia del Autor

Grafico 5.7 Resultados promedio y valores límite permisible para el Hierro



Fuente: Elaboración Propia del Autor

5.3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

Los análisis revelaron niveles de DBO, DQO, fenoles y metales pesados que superaron la D.S. con base en datos experimentales obtenidos del análisis de muestras recolectadas en el punto más cercano al punto de descarga de efluentes de la fábrica textil de Chíncha. Pon límites. No. 021-2009-VIVIENDA, que se refiere al agua residual doméstico vertidas a la red de alcantarillado. Según 5.54, las concentraciones de mercurio y plomo, dos metales pesados extremadamente peligrosos, son extremadamente altas y superan con creces los valores recomendados. El mercurio supera 1 ppm y el plomo alcanza 1,74 ppm para los valores medios que figuran en la tabla. Las concentraciones de hierro de hasta 7,8 ppm, que no pueden superar las 4 ppm, también experimentaron una situación similar.

5.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Los principales procesos de DBO, según lo determinado por la revisión de la literatura, son el lavado, molienda, mercerización, blanqueo, teñido y otros procedimientos.

Para el pH se puede realizar un análisis comparable al de DBO. Una fábrica textil típica, en general, tiene una variedad de fuentes de ácidos y bases.

Normalmente las aguas residuales producidas durante este proceso de producción son alcalinas, coloreadas y con una DBO de 300 a 1000 mg/l.

Ceras, pectinas, humectantes, auxiliares, sulfuros, sulfitos, ácido acético, productos de limpieza, hipocloritos, agentes reductores y colorantes no biodegradables son los principales contaminantes.

Dado que los fenoles, formaldehídos y metales pesados se liberan en las aguas residuales y pueden filtrarse al suelo y al cuerpo humano, los resultados de las pruebas llevaron a la conclusión de que los colorantes azoicos artificiales utilizados en las fábricas textiles son extremadamente peligrosos. agua subterránea. Entre estos metales predominan el plomo, el cobre, el mercurio y el hierro. Estos metales se encuentran en concentraciones superiores a los que considera como máximos permisibles en el D. S. N° 021-2009-VIVIENDA.

CONCLUSIONES

1. Las pruebas experimentales de DBO, DQO, realizadas a la muestra residual tomada de las diferentes plantas textiles, tienen un valor promedio de 672 mg/L para el DBO y 1194 mg/L para el DQO.
2. El pH analizado de las diferentes plantas textiles tiene un valor promedio de 5.307 el cual se halla por debajo del valor límite permisible.
3. La presencia de fenoles y de metales pesados en el agua residual, nos indican que los colorantes que se descargan al alcantarillado, son de tipo azoicos.
4. La contaminación producida por estos colorantes disueltos en las aguas residuales afectan al medio ambiente, principalmente a las aguas subterráneas y a las aguas superficiales, allí donde los desagües se descargan a los canales de regadío, aportando a ellas metales pesados, sobre todo mercurio y plomo cuyas concentraciones son elevadas, superando el 1 ppm para el mercurio y el 1,7 ppm para el plomo.
5. Las pruebas experimentales de DBO, DQO, realizadas a las muestras residual tomada de las diferentes plantas textiles, tienen un valor promedio de 672 mg/L para el DBO y 1194 mg/L para el DQO el cual supera los valores máximos permisibles.
6. El pH analizado de las diferentes plantas textiles tiene un valor promedio de 5.307 el cual se halla por debajo del valor límite permisible lo que indica que el flujo es notablemente ácido.
7. La contaminación producida por estos colorantes disueltos en las aguas residuales afectan al medio ambiente, principalmente a las aguas

subterráneas y a las aguas superficiales, allí donde los desagües se descargan a los canales de regadío, aportando a ellas metales pesados, sobre todo mercurio y plomo cuyas concentraciones son elevadas, superando el 1 ppm para el mercurio y el 1,7 ppm para el plomo.

8. La zona de la planta textil tiene la composición que cumple con los valores permisibles, encontrándose que el DBO, DQO, mercurio, plomo, cobre y hierro están por debajo del límite permisible, y el pH se halla, asimismo, dentro del intervalo establecido señalando una descarga de agua residual ligeramente alcalina.

Bibliografía

(Allen y Koumanova, 2. (s.f.).

(Allen y Koumanova, 2. (s.f.).

(Allen y Koumanova, 2., & Gupta y Suhas, 2. (s.f.).

(Dyes & Pigments, 2. (s.f.).

(Zollinger 2003) colorantes, E. y. (s.f.).