

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
ESCUELA DE POSGRADO



MAESTRIA EN AGROECOLOGIA
MENCION GESTION AMBIENTAL

**ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN (ICOs) DEL AGUA RESIDUAL GENERADA
EN FABRICACION DE VINOS Y PISCOS DE LA BODEGA RECAVARREN
EIRL EN LA CIUDAD DE TINGO MARIA.**

Tesis para optar el Grado de:
Maestro en Ciencias

EDGAR RECAVARREN RIOS

Tingo María-Perú.
2017



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
ESCUELA DE POSGRADO
DIRECCION



Av. Universitaria s/n .Telefax (062) 561070-Email: posgrado@unas.edu.pe

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

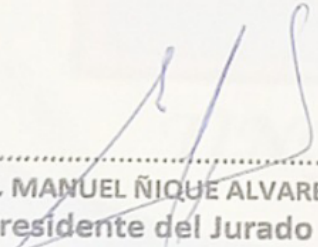
En la ciudad universitaria, siendo las 7:00 p.m., del día martes 02 de mayo del 2017, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado, se instaló el Jurado Calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada:

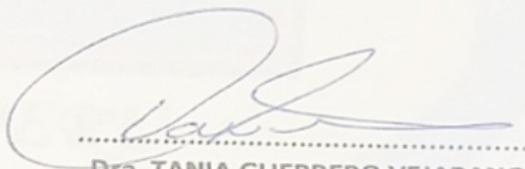
"INDICES DE CONTAMINACIÓN (ICOs) DEL AGUA RESIDUAL GENERADA EN FABRICACIÓN DE VINOS Y PISCOS DE LA BODEGA RECAVARREN EIRL EN LA CIUDAD DE TINGO MARIA"


A cargo del candidato al Grado de Maestro en Ciencias en Agroecología, mención Gestión Ambiental, **EDGAR RECAVARREN RIOS**.


Luego de la exposición y absueltas las preguntas de rigor, el Jurado Calificador procedió a emitir su fallo declarando **APROBADO** con el calificativo de **BUENO**

Acto seguido, a horas 9:00 p.m. el Presidente dio por culminada la sustentación; procediéndose a la suscripción de la presente acta por parte de los miembros del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.


.....
Dr. MANUEL ÑIQUE ALVAREZ
Presidente del Jurado


.....
Dra. TANIA GUERRERO VEJARANO
Miembro del Jurado


.....
M.Sc. JOSÉ BLAS MATIENZO
Miembro del Jurado


.....
Dr. CÉSAR SAMUEL LÓPEZ LÓPEZ
Miembro - Asesor

INDICE

RESUMEN	12
I. INTRODUCCION.....	14
Objetivo general.....	16
Objetivos específicos	16
II. REVISION DE LA LITERATURA.....	17
2.1. Contaminación del Agua	17
2.2. Marco legal para la evaluación de la calidad ambiental del agua.	17
2.3. Aguas residuales	18
2.4. Procesos y generación de aguas residuales en industria Vinícola.	19
2.5. Características de las aguas residuales provenientes de la Industria Vinícola.	23
2.6. Índices de Calidad y Contaminación del Agua.....	24
2.7. Indicadores físico-químicos.....	26
2.8. Índices En Colombia	27
2.9. Definición de un Índice de Contaminación (ICO).	32
2.10. Correlaciones entre variables fisicoquímicas.....	42
III. MATERIALES Y METODOS.	44

	3
3.1. Descripción de la zona de estudio.	44
3.2. Materiales y equipos.	44
3.3. Metodología.	45
3.4. Ajuste Estadístico.	54
IV. RESULTADOS.....	55
4.1. Conductividad.	55
4.2. Dureza.	58
4.3. Alcalinidad.....	61
4.4. DBO5	64
4.5. Coliformes Totales.	66
4.6. Oxígeno Disuelto.	69
4.7. Sólidos Totales.	72
4.8. Fosforo Total.....	76
4.9. pH.	79
4.10. Determinación del Nivel de Contaminación de las aguas provenientes de la producción de vinos y piscos.	83
4.11. Comparación de los Resultados.	91
4.12. Determinación del Volumen de Agua	93
4.13. Plan de Manejo Ambiental	95
V. DISCUSION.....	101
VI. CONCLUSIONES.....	108

	4
VII. RECOMENDACIONES	110
VIII. ABSTRACT	112
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA.	114
ANEXOS	121

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pagina
Cuadro 1. Operación que generan agua residuales en una bodega.....	21
Cuadro 2. Plan de Limpieza y desinfección.	22
Cuadro 3. Significancia de los Índices de Contaminación ICOs.....	32
Cuadro 4. Parámetros medidos por los índices de contaminación.	33
Cuadro 5. Valoración de los niveles de contaminación.....	33
Cuadro 6. Interpretación de la dureza del agua.	35
Cuadro 7. Estado del Agua según del DBO5.....	37
Cuadro 8. Etapas y fases de generación de vertidos.....	48
Cuadro 9. Parámetros para la determinación de ICOMI	50
Cuadro 10. Parámetros para la determinación de ICOMO	50
Cuadro 11. Parámetros para la determinación de ICOSUS	51
Cuadro 12. Parámetros para la determinación de ICOTRO.....	51
Cuadro 13. Parámetros para la determinación de ICOPH.....	51
Cuadro 14. Tabla de Valores máximos Admisibles.....	52
Cuadro 15. Tabla de los estándares de calidad ambiental para aguas superficiales.	53
Cuadro 16. Tabla de límite máximo permisible de efluentes para alcantarillado de las actividades de cerveza	54

Cuadro 17.	Promedio de la Conductividad en las 5 etapas y 3 procesos de producción de Vinos y Piscos	56
Cuadro 18.	Promedio de la Dureza en las 5 etapas y 3 procesos de producción de Vinos y Piscos.....	59
Cuadro 19.	Promedio de la Alcalinidad en las 5 etapas y 3 procesos de producción de Vinos y Piscos	61
Cuadro 20.	Promedio de la DBO5 en las 5 etapas y 3 procesos de producción de Vinos y Piscos.....	64
Cuadro 21.	Promedio de la Coliformes Totales en las 5 etapas y 3 procesos de producción de Vinos y Piscos.	67
Cuadro 22.	Promedio de la Oxígeno Disuelto en las 5 etapas y 3 procesos de producción de Vinos y Piscos.	69
Cuadro 23.	Promedio de la Solidos Totales en las 5 etapas y 3 procesos de producción de Vinos y Piscos	73
Cuadro 24.	Promedio del Fosforo en las 5 etapas y 3 procesos de producción de Vinos y Piscos.....	77
Cuadro 25.	Promedio de la pH en las 5 etapas y 3 procesos de producción de Vinos y Piscos.....	80
Cuadro 26.	Promedio Totales de Todos los Parámetros estudiados.	83
Cuadro 27.	Resultado del Índice de Contaminación por Mineralización en el ICATest v1.0.	84
Cuadro 28.	Resultado del Índice de contaminación por Materia Orgánica en el ICATest v1.0	86

Cuadro 29.	Resultado del Índice de contaminación por Solidos Suspendidos en el ICATest v1.0	88
Cuadro 30.	Resultado del Índice de contaminación por Trofia en el ICATest v1.0	90
Cuadro 31.	Resultado del Índice de contaminación por pH en el ICATest v1.0	90
Cuadro 32.	Resultados totales de los Índices de Contaminación según su grado de Contaminación.	92
Cuadro 33.	Volúmenes de agua por cada fase del proceso de elaboración de Vinos y Piscos.....	94
Cuadro 34.	Volumen de agua usado para la producción de Vino y Caudal diario usado en la planta de producción de Vinos y Piscos.	94
Cuadro 35.	Comparación de los Parámetros de los ICOS, ECAS, VMA y Limites máximo permisible de efluentes para alcantarillado (cerveza).....	107
Cuadro 36.	Fases y Etapas del proceso de fabricación de Vinos y Piscos	110

INDICE DE FIGURAS

Figura	Pagina
Figura 1. Flujo de materias y actividades en una bodega.....	20
Figura 2. Relación entre los sólidos Disueltos Totales (TDS) y la conductividad Eléctrica (EC)	34
Figura 3. Principales características fisicoquímicas en aguas continentales	43
Figura 4. Flujo de Determinación de ICOs.....	46
Figura 5. Flujo de materias y actividades de Bodegas Recavarren E.I.R.L.	47
Figura 6. Curvas de los promedios de cada proceso con respecto a la Conductividad donde nos muestra la tendencia de estos.	56
Figura 7. Grafico en columna donde nos muestra la Diferencia de los tres procesos por etapa de la Conductividad.....	57
Figura 8. Grafico en columnas del promedio por etapa de la Conductividad	58
Figura 9. Curvas de los promedios de cada proceso con respecto a la Dureza donde nos muestra la tendencia de estos.	59
Figura 10. Grafico en columna donde nos muestra la Diferencia de los tres procesos por etapa de la Dureza	60
Figura 11. Grafico en columnas del promedio por etapa de Dureza.	60
Figura 12. Curvas de los promedios de cada proceso con respecto a la Alcalinidad donde nos muestra la tendencia de estos.....	62

- Figura 13. Grafico en columna donde nos muestra la Diferencia de los tres procesos por etapa de la Alcalinidad..... 63
- Figura 14. Grafico en columnas del promedio por etapa de Alcalinidad..... 63
- Figura 15. Curvas de los promedios de cada proceso con respecto a la DBO5 donde nos muestra la tendencia de estos 65
- Figura 16. Grafico en columna donde nos muestra la Diferencia de los tres procesos por etapa de la Alcalinidad..... 65
- Figura 17. Grafico en columnas del promedio por etapa de DBO5 66
- Figura 18. Curvas de los promedios de cada proceso con respecto a los Coliformes Totales donde nos muestra la tendencia de esto. 67
- Figura 19. Grafico en columna donde nos muestra la Diferencia de los tres Procesos por etapa de los Coliformes Totales. 68
- Figura 20. Grafico en columnas del promedio por etapa de los Coliformes .. 69
- Figura 21. Curvas de los promedios de cada proceso con respecto al Oxígeno Disuelto donde nos muestra la tendencia de estos 70
- Figura 22. Grafico en columna donde nos muestra la Diferencia de los tres procesos por etapa de los Oxigeno Disuelto. 71
- Figura 23. Grafico en columnas del promedio por etapa del Oxígeno Disuelto. 72
- Figura 24. Curvas de los promedios de cada proceso con respecto a los Solidos Totales donde nos muestra la tendencia de estos. 73
- Figura 25. Grafico en columna donde nos muestra la Diferencia de los tres procesos por etapa de los Solidos Totales..... 74

Figura 26.	Grafico en columnas del promedio por etapa de los Solidos Totales.	75
Figura 27.	Curvas de los promedios de cada proceso con respecto al Fosforo Total donde nos muestra la tendencia de estos.	77
Figura 28.	Grafico en columna donde nos muestra la Diferencia de los tres Procesos por etapa del Fosforo Total.....	78
Figura 29.	Grafico en columnas del promedio por etapa de los Fosforo Total	79
Figura 30.	Curvas de los promedios de cada proceso con respecto al PH Donde nos muestra la tendencia de estos.	81
Figura 31.	Grafico en columna donde nos muestra la Diferencia de los tres procesos por etapa del pH.	82
Figura 32.	Grafico en columna donde nos muestra la Diferencia de los tres procesos por etapa del pH.	82
Figura 33.	Resultado en barras del ICOMI con sus respectivos parámetros usados.....	85
Figura 34.	Resultado en barras del ICOMO con sus respectivos parámetros usados.....	87
Figura 35.	Resultado en barras del ICOSUS con sus respectivos parámetros usados.....	88
Figura 36.	Resultado en barras del ICOPH.....	91
Figura 37.	Grafico en barras de comparación de los Índices.....	92
Figura 38.	Actividades Microbianas en el Proceso Anaerobio.....	99

Figura 39. Producción de Compostaje a partir de Residuos de la Producción de	
Vinos y Piscos.....	100

RESUMEN

La investigación se realizó en la planta de producción de vinos y piscos de la empresa Bodegas Recavarren E.I.R.L. ubicada en la ciudad de Tingo María procesando las muestras obtenidas de todas las etapas de producción para poder obtener el índice de contaminación del Agua.

El método para evaluar y cuantificar la contaminación presente en las aguas residuales procedentes de la producción de vinos y piscos se determinó basándose en una serie de fórmulas que permiten relacionar parámetros físico químicos y biológicos; Se aplicó el protocolo de determinación del índice de contaminación de agua (ICO) que son los Índice de Colombia propuesta por Ramirez (1997), donde se tomó en cuenta 5 criterios de valoración en primer lugar se emplearon los parámetros dureza, conductividad y alcalinidad para determinar el índice de contaminación por mineralización – ICOMI; en segundo lugar se determinó el índice de contaminación por materia orgánica – ICOMO; se empleó la demanda biológica de oxígeno, coliformes totales y porcentaje de saturación de oxígeno, a continuación se determinó el índice de contaminación por sólidos suspendidos- ICOSUS para seguir con el índice de contaminación por trofia- ICOTRO en el que se utiliza la cantidad de fósforo total finalizando con el índice de contaminación por pH- ICOPH.

En donde el DBO₅ (13 mg/lit), los sólidos totales (9,849 mg/lit) el fósforo total (38mg/lit) y el pH (5) estuvieron fuera de los límites establecidos para Aguas que pueden ser Potabilizadas con tratamiento Convencional (D.S 015-2015-MINAM EL PERUANO 2015) y a pesar que los otros criterios como Conductividad, Dureza, Alcalinidad, Coliformes Totales y Oxígeno Disuelto estuvieron dentro de los estándares contemplados se determinaron que el ICOMI tiene grado de contaminación Alto, el ICOMO grado de contaminación Medio el ICOSUS grado de contaminación Muy alto el ICOTRO grado de contaminación que produce Hipereutrofia y el ICOPH grado de contaminación Medio.

Cabe resaltar que el ICOSUS es el más elevado dando un grado de contaminación Muy Alto, debido a la elevada cantidad de materia orgánica producida en la elaboración de vinos.

En cuanto al agua se determinó que para producir 2000 litros de vino se usa 5,035 litros quiere decir que para cada litro de vino se usa 2.52 litros de agua.

Sabiendo que el grado de contaminación de la producción de vino es alto se plantea un **plan de manejo ambiental** para la producción de vinos y piscos en donde se plantea 5 Fases. Para su tratamiento los cuales son: 1 Fase: Separar todos los residuos líquidos a tratar. 2 Fase: Espesado. 3 Fase: Destilación. 4 Fase: Acondicionamiento Químico. 5 Fase: Digestión.

De esta manera se reduce la carga orgánica y líquido para poder reutilizarlo como compostaje.

I. INTRODUCCION.

La producción de vino no es ajena ni a la generación de residuos ni a un elevado volumen de aguas residuales. Éstas se producen básicamente en los procesos de limpieza de los equipos y maquinaria que están en contacto con la materia prima o con los productos de los diferentes procesos en el lavado de los tanques, de las pailas, filtros, bombas, tuberías y de las botellas, así como en los derrames accidentales en los numerosos trasvases que se llevan a cabo durante el proceso de elaboración del vino.

Generalmente los vertidos de la producción de vinos vienen con productos utilizados en la limpieza como son detergentes y soda caustica a esto se suma los residuos del proceso de fabricación de vinos donde tienen cargas orgánicas elevadas, y etanol producto de la fermentación. Cabe resaltar que la mayoría de los productos vertidos a las aguas son biodegradables.

El índice de contaminación del agua puede ser utilizada como una propiedad con la cual se indica si está o no contaminada, ya que se relaciona con las características físicas, químicas y biológicas, Son diversos los factores que pueden afectar la calidad del agua en nuestro caso estudiaremos la contaminación de aguas productos de la fabricación de vinos y piscos (Aguas industriales) que serán vertidos al sistema de alcantarillado sanitario.

Buscando mitigar la contaminación del agua es muy importante comenzar a determinar y analizar índices que se pueden obtener a partir de parámetros

básicos en los estudios de las características de los cuerpos de agua para cuantificar y presentar de manera sencilla resultados que generen una percepción general o específica del estado de cada caso de estudio y poder tomar acciones para mejorar las condiciones generales de los cuerpos de agua buscando generar nuevos datos y límites permitidos para fortalecer la legislación que regula los vertimientos y la contaminación general del agua en nuestro país. La vía adoptada corresponde a índices de contaminación (ICO) propuestos por Ramírez et al. (1997) que también se basan en técnicas de agregación (aritmética) de variables que explican diferentes mecanismos de contaminación y su escalamiento se hace a partir de ecuaciones que contemplan un amplio rango de variación de las variables en las que se fundamenta. Los ICO están diseñados para valorar problemas ambientales diferentes, no están correlacionados y son complementarios, por lo que una condición particular puede llevar a que en un estudio se implementen pocas variables relativas sólo al problema de contaminación en cuestión.

Los índices ICOMI, ICOMO, ICOSUS, ICOpH, permiten cuantificar el grado de contaminación de las aguas respecto a su condición general y no a contaminantes específicos

En el presente estudio se expone el uso del Índice de contaminación (ICO) como un método para determinar y analizar índices de contaminación del agua residual a través de parámetros obtenidos en laboratorio o a través de información base que arrojen resultados de fácil entendimiento para la población en general y que contribuyan con el mejoramiento de las condiciones ambientales en Perú.

La Hipótesis de este estudio es: El grado de contaminación de las aguas residuales provenientes de la fabricación de vinos y pisco está clasificada como Mala. (Alto grado de Contaminación).

En este panorama se planteó los siguientes Objetivos:

Objetivo general

- Determinar los Índices de Contaminación (ICOs) de las aguas residuales provenientes de las etapas de la fabricación de vinos y piscos de Bodegas Recavarren EIRL.

Objetivos específicos

- Evaluar la cantidad de agua en el proceso de fabricación de vinos y piscos según sus etapas y fases: Etapa 1: Recepción, estrujado y despalillado. Etapa 2: Fermentación Alcohólica, pasteurizado, shock térmico. Etapa 3: Clarificado y Filtrado. Etapa 4: Todas las etapas y lavado de botellas. Etapa 5: Destilación.
- Identificar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua proveniente de la fabricación de vinos y piscos que determinan los Índices de Contaminación (ICOs).
- Establecer si los índices determinados se encuentran dentro de los Límites Máximos permisibles según la normatividad.
- Proponer un Plan de Manejo Ambiental en la fabricación de Vinos y Piscos de Bodegas Recavarren EIRL.

II. REVISION DE LA LITERATURA.

2.1. Contaminación del Agua

Carta del agua, consejo de Europa, (1968), citado por Orozco (2011), señala que la contaminación consiste en una modificación, generalmente provocada por el hombre, de la calidad del agua, haciéndola impropia o peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas, así como para los animales domésticos y la vida natural Orozco (2011), indica que “Un agua está contaminada cuando se ve alterada en su composición o estado, directa o indirecta, como consecuencia de la actividad humana, de tal modo que quede menos apta en su calidad natural”.

2.2. Marco legal para la evaluación de la calidad ambiental del agua.

Los estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA) Decreto Supremo 015-2015-MINAM EL PERUANO 2015 establece el nivel de concentración de elementos, o parámetros físicos, químicos y biológicos, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos que no representa riesgo para la salud de las personas ni para el ambiente (El Peruano, 2010).

Los estándares Nacionales de Calidad Ambiental clasifican los cuerpos de agua del país respecto a sus usos, ya sean terrestres o marítimos. Para evaluar el índice de contaminación de las aguas residuales se tomara como referencia la

clasificación según categoría 1:A2 (Población recreacional – Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional).

El Decreto Supremo N 023-2009-MINAM, en su artículo 8,1 establece que a partir del 1 d abril del 2010, los estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, son referente obligatorio para el otorgamiento de las Autorizaciones de Vertimiento. Posteriormente el 22 de junio del 2011 entra en vigencia el Reglamento del D.S. N° 021-2009-Vivienda, que Aprueba los Valores Máximos Admisibles de las Descargas de Aguas Residuales en el Sistema de Alcantarillado Sanitario Aprobado Por D.S. N° 003-2011-Vivienda Aprueban los “Límites máximo permisibles límites máximos permisibles y valores referenciales para la actividades industriales de cemento, cerveza, curtiembre y papel” Decreto Supremo. N 003-2002 – Produce.

2.3. Aguas residuales

Son aquellas aguas alteradas en su composición por el uso al que han sido sometidas, lo que conlleva una pérdida de calidad y una necesidad de tratamiento o depuración. Cualquiera que sea su procedencia los vertidos de aguas residuales presentan una amenaza para los seres vivos y el medio ambiente. El conocimiento de la composición de las aguas residuales es fundamental para la gestión correcta de los vertidos, en lo referente a recogida, tratamiento y evacuación de los mismos (Orozco *et al.* 2011).

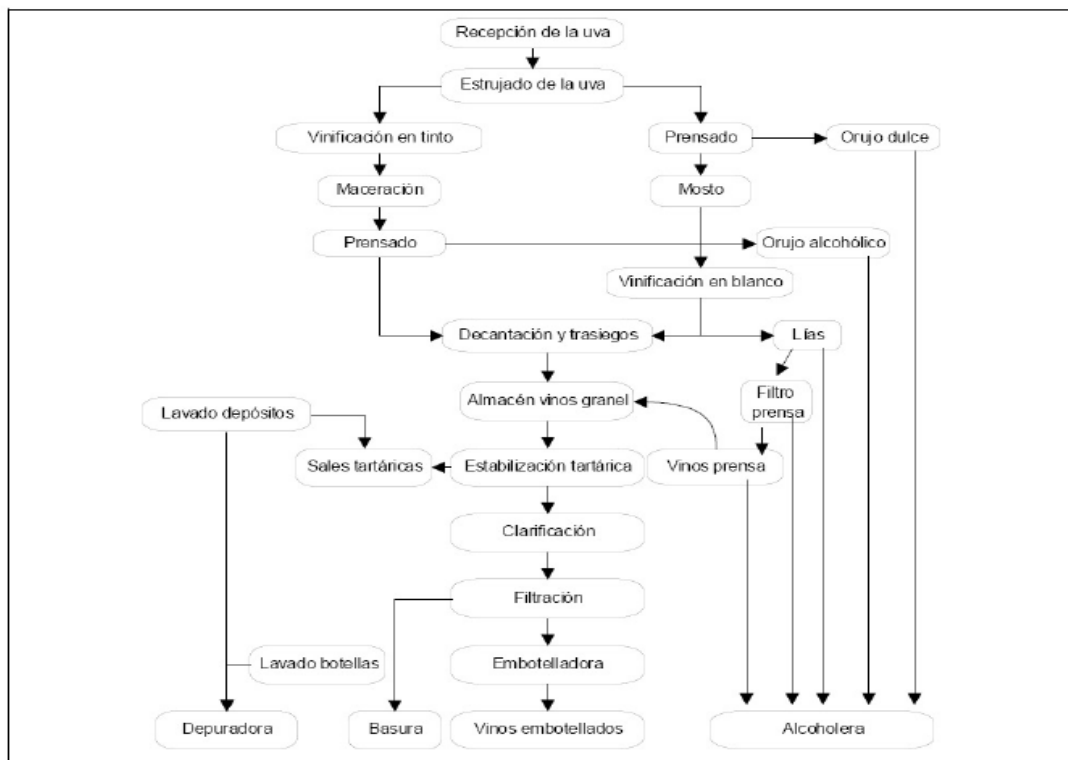
2.4. Procesos y generación de aguas residuales en industria Vinícola.

Las características de los vertidos de las bodegas varían ampliamente en función de la época del año y de la operación que origina el vertido, generalmente relacionada con una localización determinada dentro de la instalación. Establecer el vertido tipo de una bodega es difícil, cada región vinícola ha intentado cuantificar los suyos y pocas son las que lo han divulgado.

A la hora de analizar los vertidos encontramos unos rangos de contaminación muy amplios, siendo en general vertidos con una alta carga orgánica, aunque poco tóxicos. También existen notables diferencias en función de las particularidades de cada empresa, y del tipo de vinos que elaboran; siendo, por ello, de gran interés el conocimiento de la evolución de las tareas que se realizan a lo largo del año y la localización de los posibles puntos de vertidos, cuando éste no es único, ya que inciden enormemente en la cantidad y calidad de sus efluentes (Prodanov y Cobo. 2004).

En el siguiente diagrama se sintetizan todos los procesos que se realizan para la elaboración y embotellado de vino, representándose todos los subproductos obtenidos en este proceso y el destino que éstos tienen para su aprovechamiento posterior:

.



Fuente: Prodanov y Cobo (2004).

Figura 1. Flujo de materias y actividades en una bodega.

Las aguas residuales de esta actividad se generan fundamentalmente en las tareas de limpieza de los diversos reservorios, circuitos y maquinaria que están en contacto con la materia prima y productos que se van obteniendo en las diversas fases de la producción. También pueden generarse por derrames accidentales durante los numerosos trasvases que en ellas se realizan. (Manual de Auditoría Ambiental, 1999)

En la tabla siguiente se resumen las principales operaciones que generan aguas residuales en una bodega:

Cuadro 1. Operación que generan agua residuales en una bodega.

Fases	Generación de vertidos
Recepción de uva en remolques	Limpieza de los remolques y de la tolva de recepción
Recepción de uva en cajas	Limpieza de cajas
Despalillado	Limpieza de la despalilladora
Encube	
Fermentación alcohólica	Limpieza de depósitos
Remontados	Limpieza de bombas
Descube	Limpieza de tuberías
Fermentación maloláctica	
Prensado	Limpieza de prensas
Filtración / Centrifugación	Limpieza de filtros / centrifugas
Crianza en barricas	Limpieza de barricas
Embotellado	Limpieza tren de embotellado
Todas las Etapas	Limpieza de derrames y fugas de mosto o vino
Refrigeración	Aguas limpias de refrigeración
Embotellado	Aclarado de botellas

Fuente: Prodanov y Cobo (2004)

Las operaciones de limpieza corresponden al porcentaje más alto de agua utilizado en las instalaciones, siendo en todos los casos superior al 90 % del consumo total de las bodegas. Las Principales Operaciones de Limpieza son

- Limpieza de la zona de molturación de uva (solo durante la vendimia)
- Limpieza de depósitos.
- Limpieza de filtros.
- Limpieza de zonas de embotellamiento.

Se puede estimar que la distribución del consumo según las operaciones de la bodega es la siguiente:

- Limpieza hasta la fermentación – deslio 22%
- Limpieza en la fase de bodega 60%
- Limpieza en línea del embotellado 9%

Los consumos de agua son muy variables según las bodegas y las prácticas operativas utilizadas, siendo más bajo cuanto mayor es la tecnificación de la misma. (Manual de Auditoria Ambiental, 1999).

Para elaborar el programa de limpieza y desinfección, es clave considerar previamente el tiempo y la frecuencia con los que se tiene que llevar a cabo cada actividad, ya que si el tiempo entre limpiezas sucesivas es demasiado largo, los residuos pueden quedar más adheridos a las superficies y, por lo tanto, ser fuente de crecimiento de mohos o compuestos tóxicos, lo que complica la limpieza.

Por ello, la limpieza y desinfección de los equipos debe realizarse con la frecuencia necesaria para evitar cualquier riesgo de contaminación. Si para impedir la corrosión de equipos y recipientes es necesario utilizar aditivos químicos, se deben aplicar según las prácticas correctas y las instrucciones dadas por la empresa suministradora del equipo (Mingues S; Domino, C. 2012).

Cuadro 2. Plan de Limpieza y desinfección.

ELABORACIÓN DEL PLAN DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN (L+D)		
Instalación/Equipo	Operación	Frecuencia
Remolques y cajas o contenedores de vendimia	L: agua a presión, cepillado	Después de cada uso
Vendimiadora	L y D partes en contacto con uva: agua y presión	Diaría
Tolva de recepción	L: agua a presión y desinfectante	Diaría. Final de campaña
Desraspadora	L: agua a presión.	Diaría. Final de campaña
Bomba de vendimia	Desmontado L y D: agua y desinfectante	Diaría
Desraspadora - estrujadora Prensa	L y D: agua y desinfectante	Diaría. Final de campaña
Depósito, cubetas	L: agua a presión y detergente.	Inicio de campaña Antes de cada uso

Bomba, manguera y cañerías	L: agua y detergente.	Inicio y final de campaña Cada uso
Cañerías fijas	L: agua y desinfectante.	Inicio de campaña Periódica después de la circulación del vino
Cañerías flexibles	L: agua y detergente.	Inicio de campaña Diaria.
Filtro rotativo	L y D: agua y desinfectante	Precio a inicio de campaña
Intercambiadores	L: agua a presión.	Precio a inicio de campaña
Filtro de Placa	L: agua D: agua a >82°C o vapor Desinfectante	Diaria Periódica
Embotelladora	L: agua D: agua a >82°C	Antes y Después de cada uso
Taponadora	D: desinfectante	Antes de cada uso
Suelos de la bodega	L y D: agua abundante o a presión Desinfectante	Diaria
Paredes y Techos	L: agua caliente a presión y detergente	Previa a inicio de campaña Mensual

Fuente: Míngues S; Domino, C (2012).

2.5. Características de las aguas residuales provenientes de la Industria Vinícola.

La composición de estas aguas residuales tiene su origen en los propios componentes de la uva, del mosto o del vino: piel, raspón, tierra, azúcares, ácidos, alcohol, ácidos, polifenoles, etc., los productos que se añaden y los residuos que se generan en los diversos procesos.

En general se caracterizan por una carga orgánica elevada, aportada por etanol o azúcares, déficit de nutrientes (nitrógeno y fósforo), pH variable, normalmente ácido y concentraciones apreciables de sólidos en suspensión. En general son compuestos, salvo los polifenoles, que son fácilmente biodegradables.

Otra forma de clasificar las características principales de los diferentes residuos que se pueden encontrar con estos efluentes es al siguiente:

- Solubles en agua: ácidos, azúcares, etc.
- Hinchables en agua: almidón, proteínas.
- Emulsionables: grasas, lípidos.
- Insolubles: tierra, metales, celulosa, papel.
- Solubles en medio ácido: carbonato cálcico.
- Solubles en medio alcalino: tartratos.

Puesto que las aguas residuales no domésticas que vierten las bodegas proceden de operaciones de lavado, refrigeración y derrames accidentales originados en los numerosos trasvases que en ellas se realizan, las características de los vertidos de las bodegas varían ampliamente en función de la época del año y de la operación que origina el vertido, generalmente relacionada con una localización determinada dentro de la instalación. (Escuela Organización Industrial, 2008).

2.6. Índices de Calidad y Contaminación del Agua.

Los índices de calidad (ICA) e índices de contaminación (ICO) son herramientas sencillas que permiten conocer el estado de contaminación del recurso hídrico mediante la integración de las mediciones de determinados parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos. Con un número entre 0 y 100 para ICAs, ó 0 y 1 para ICOs se registra la calidad o contaminación del agua respectivamente. Los ICAs e ICOs han tenido amplio uso, desde el estudio de cuencas hidrográficas como la hecha con el Índice de León en el Lago de Chapala en México (León, 1992), hasta la de caracterización de efluentes de la industria petrolera con un ICO (Ramírez, *et al.* 1997).

En 1970 se diseñó el primer ICA el “Water Quality Index” (WQI), nació como necesidad de conocer la calidad del agua en Estados Unidos de forma práctica y fue propuesto por la NATIONAL SANITATION FOUNDATION (NSF). De allí en adelante surgen una gran variedad de ICAs dado el creciente número de situaciones en las que WQI NSF fue obsoleto. Muchos parámetros fueron incluidos en los nuevos índices y la estructura que los definió se alternó de promedios geométricos a promedios aritméticos. No obstante y a pesar de estos intentos los ICAs son poco específicos en casos particulares de estudio, como la contaminación térmica de una fuente hídrica, en razón a este inconveniente nacen los ICOs. Sin embargo tanto ICAs e ICOs tienen ventajas y desventajas como:

Ventajas:

- Permite evaluar la variación espacial y temporal de la calidad del agua.
- Son métodos simples, concisos y válidos para expresar la importancia e interpretación de datos generados en laboratorio.
- Identifican tendencias de la calidad del agua y áreas problemáticas.
- Ayudan en la definición de prioridades con fines de gestión y mejorar la conciencia sobre la calidad de agua.

Desventajas:

- Proporcionan un resumen de los datos.
- No proporcionan información completa sobre la calidad del agua.
- No pueden evaluar todos los riesgos presentes en el agua.

- Pueden ser subjetivos y sesgados en su formulación.
- Se basan en generalizaciones conceptuales que no son de aplicación universal debido a las diferentes condiciones ambientales que presentan las cuencas de una región a otra.

(Fernández, *et al.* 2005)

2.7. Indicadores físico-químicos

La calidad de diferentes tipos de agua se ha valorado a partir de variables físicas, químicas y biológicas, evaluadas individualmente o en forma grupal. Los parámetros físico-químicos dan una información extensa de la naturaleza de las especies químicas del agua y sus propiedades físicas, sin aportar información de su influencia en la vida acuática; los métodos biológicos aportan esta información pero no señalan nada acerca del contaminante o los contaminantes responsables, por lo que muchos investigadores recomiendan la utilización de ambos en la evaluación del recurso hídrico. (Orozco, *et al.* 2011)

La ventaja de los métodos físico-químicos se basa en que sus análisis suelen ser más rápidos y pueden ser monitoreados con mayor frecuencia, en comparación con los métodos biológicos, basados en la observación y medición de ciertas comunidades de seres vivos en las aguas; además, la elección de las especies debe ser cuidadosa ya que de esta depende la evaluación de la calidad del recurso, que generalmente solo se realiza para un uso determinado, a diferencia de las físico-químicas, que permiten una evaluación para diferentes tipos de uso.

Independiente del tipo de variables usadas en el monitoreo de una fuente, siempre se genera un gran número de datos, que requieren de un tratamiento e interpretación, tarea dispendiosa y de complejo entendimiento en el proceso de la valoración de la calidad ya que en muchas ocasiones se incurre en la pérdida de información o gastos que no justifican los resultados obtenidos. (Fernández, et al. 2003).

2.8. Índices en Colombia

De acuerdo con Ramirez et al (1997). “En Colombia el estudio y la formulación de Índices de Calidad de Agua han sido abordados desde 1997 principalmente por Ramírez. Tal conjunto de Índices denominados ICO”. Tuvieron su base en los resultados de análisis multivariados de componentes principales de común utilización en monitoreo en la Industria Petrolera, y han demostrado enormes ventajas sobre los ICA (WQI), debido a que los ICA generalmente, involucran en un solo parámetro, numerosas variables que conllevan a diversos problemas como:

- No-correspondencia del puntaje de la calidad de agua con el grado de contaminación en uno o entre dos o más cursos de agua.
- Falta de sensibilidad a fenómenos estacionales de unas u otras variables.
- Dificultad de correlación con procesos de bioindicación
- Pérdida sustancial de información

En el desarrollo de las formulaciones de estos índices de contaminación, se tuvieron en cuenta diversas reglamentaciones, tanto Colombianas como Internacionales, para diferentes usos de agua; así como registros de aguas

naturales colombianas y relaciones expuestas por otros autores en los ICA (Ramírez *et al.*, 1999), con el fin de potencializar su uso a diferentes situaciones y lograr en ellos una generalidad en su aplicación. Este autor destaca que con frecuencia en Colombia se observa que los valores de las variables de calidad de agua de las aguas naturales son comparados con estándares de calidad de agua Potable, lo que constituye una mala referencia para el estudio de las aguas naturales, hecho por el cual no fueron tenidos en cuenta en su formulación.

El procedimiento metodológico para las formulaciones de estos índices correspondió a la descrita en Ramírez *et al.* (1997) y Ramírez *et al.* (1999) la cual que se describe a continuación:

Asignación de valores de contaminación entre Cero y Uno a la escala de las variables.

- Selección de la ecuación que permita relacionar el valor de la variable y su incidencia en contaminación
- Aplicación del análisis de regresión lineal por el método de mínimos cuadrados ordinarios a la relación entre el índice y el parámetro.
- Ajuste de la ecuación estimada.

Particularmente para el caso del ICOpH, se tomó como referencia la relación presentada para esta variable en el ICA de la NSF con las siguientes modificaciones:

- Invertir la escala 0-1 a 1-0 (Calidad-Contaminación).
- Ajustar un ICO de Cero a un pH neutro.
- Ajustar los valores entre el extremo exterior y el promedio.

Para temperatura, se relacionó la diferencia de este parámetro (en grados centígrados) entre el agua del cauce receptor y el vertimiento, con la condición de impacto o contaminación que dicho cambio representa.

De acuerdo con este mismo autor Ramírez, A; Viña, G. (1998), en primera instancia las correlaciones halladas entre múltiples variables fisicoquímicas dieron origen a cuatro índices de contaminación complementarios e independientes de aplicación verificada conocidos como:

2.8.1. Índice De Contaminación Por Mineralización -ICOMI:

Integra Conductividad, Dureza y Alcalinidad.

$$\text{ICOMI} = \frac{1}{3}(\text{I.Conductividad} + \text{I.Dureza} + \text{I.Alcalinidad})$$

Donde:

$$\text{I.Conductividad} = \text{Log}_{10}.\text{I.Conductividad} = 3.26 + 1.34 \text{Log}_{10}.\text{Conductividad (uS/cm)}$$

$$\text{I.Conductividad} = 10^{\text{Log.I.Conductividad}}$$

Conductividades mayores a 270 $m S/cm$, tienen un índice de conductividad = 1

$$\text{I.Dureza} = \text{Log}_{10}.\text{I.Dureza} = -9.09 + 4.40\text{Log}_{10}.\text{Dureza (mg/Lt)}$$

$$\text{I.Dureza} = 10^{\text{Log.I.Dureza}}$$

Durezas mayores a 110 mg/Lt tienen un índice = 1

Durezas menores a 30 mg/Lt tienen un índice = 0

$$\text{I.Alcalinidad} = -0.25 + 0.005 \text{Alcalinidad (mg / Lt)}$$

Alcalinidades mayores a 250 mg/Lt tienen un índice de 1

Alcalinidades menores a 50 mg/Lt tienen un índice de 0

2.8.2. Índice De Contaminación Por Materia Orgánica ICOMO

Conformado por Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Coliformes Totales y Porcentaje de Saturación de Oxígeno.

$$\text{ICOMO} = \frac{1}{3}(\text{I.DBO} + \text{I.Coliformes} + \text{I.Oxígeno \%})$$

Donde:

$$\text{I.DBO} = -0.05 + 0.70 \text{ Log}_{10}\text{DBO}(\text{mg} / \text{L})$$

$$\text{DBO} > 30 (\text{mg/l}) = 1$$

$$\text{DBO} < 2 (\text{mg/l}) = 0$$

$$\text{I.Coliformes Totales} = -1.44 + 0.56 \text{ Log}_{10}.\text{Col.Tot. (NMP/100 ml)}$$

$$\text{Coliformes Totales} > 20.000 (\text{NMP/100 ml}) = 1$$

$$\text{Coliformes Totales} < 500 (\text{NMP/100 ml}) = 0$$

$$\text{I.Oxígeno\%} = 1 - 0.01 \text{ Oxígeno \%}$$

Oxígenos (%) mayores a 100% tienen un índice de oxígeno de 0

Para sistemas lénticos con eutrofización y porcentajes de saturación mayores al 100%, se sugiere reemplazar la expresión por:

$$\text{I.Oxígeno\%} = 0.01 \text{ Oxígeno\%} - 1$$

2.8.3. Índice De Contaminación Por Sólidos Suspendidos –ICOSUS

$$\text{ICOSUS} = -0.02 + 0.0003\text{SólidosSuspendidos} (\text{mg} / \text{L})$$

Sólidos Suspendidos > a 340 mg/l tienen un ICOSUS = 1

Sólidos Suspendidos < a 10 mg/l tienen un ICOSUS = 0

2.8.4. Índice De Contaminación Por Trofia – ICOTRO.

Se calcula sobre la base de la concentración de Fósforo Total en mg/l.

- Oligotrofia : < 0.01
- Mesotrofia : 0.01-0.02
- Eutrofia: 0.02-1.00
- Hipereutrofia >1.00

De Igual Manera, Ramírez *et al.* (1999), observaron la necesidad de formular dos nuevos índices, correspondientes a:

2.8.5. Índice De Contaminación Por Temperatura – ICOTEMP.

El interés de la formulación de este índice está enfocado tácitamente a la evaluación de vertimientos, y no como en casos anteriores, a la caracterización de aguas naturales.

Por lo tanto, el ICOTEMP se formuló sobre la base de la diferencia entre el vertimiento y el cuerpo receptor. Su formulación corresponde a:

$$\text{ICOTEMP} = -0.49 + 1.27 \log(\text{Temp. Vertimien} \phi - \text{Temp. CursoReceptor})$$

Si la diferencia de Temperatura es menor a 2.5°C (275.5°K), ICOTEMP = 0.

Si la diferencia de Temperatura es mayor a 15.0°C (288.5°K), ICOTEMP = 1.

2.8.6. Índice De Contaminación por pH - ICOpH:

Según Cadavid *et al* (2010)

Cuando el pH < 4 : $I_{pH} = 0.10$

Cuando el pH $\geq 4 < 7$: $I_{pH} = 0.02628419 * e^{(pH * 0.520025)}$

Cuando el pH $> 8 \leq 11$: $I_{pH} = 1 * e^{((pH-8) * 0.5187742)}$

Cuando el pH >11 : $I_{pH}=0.10$

En cuanto a los rangos establecidos (Cuadro 03) para los mismos se tiene

Cuadro 3. Significancia de los Índices de Contaminación ICOs.

ICO	Grado de Contaminación	Escala de Color
0 - 0,2	Ninguno	Azul
>0,2 - 0,4	Bajo	Verde
>0,4 - 0,6	Medio	Amarillo
>0,6 - 0,8	Alto	Naranja
>0,8 - 1	Muy Alto	Rojo

Fuente: Ramirez et al (1997, 1999)

2.9. Definición de un Índice de Contaminación (ICO).

Un índice de contaminación consiste en la formulación de un valor numérico a partir de la agregación de variables fisicoquímicas y/o microbiológicas, que explican diferentes mecanismos de contaminación, utilizando para ello un número reducido de variables. Los autores en (Ramírez et al, 1997, 1999) proponen algunos índices (cuadro 4) los cuales son independientes y complementarios entre sí, y permiten precisar problemas ambientales, así como profundizar en la identificación de especies con potencial indicador, lo cual es muy importante para la presente investigación. El valor numérico de los ICOs se clasifica según el nivel de contaminación en orden ascendente como se observa en la (Cuadro 5).

Cuadro 4. Parámetros medidos por los índices de contaminación.

	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO	ICOTEM	ICOPH
Objetivo	mineralización	Contaminación	Relativo a sólidos suspendidos	Trofia del sistema	Relativo a la temperatura	Relativo al pH
Parámetros	Conductividad dureza y alcalinidad	DBO5 % saturación de oxígeno y Coliformes totales	Sólidos suspendidos	Fósforo total	Temperatura del cuerpo receptor y del vertimiento	pH

Fuente: Ramirez et al (1997, 1999)

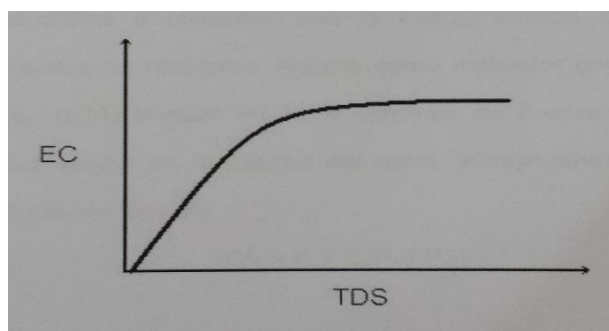
Cuadro 5. Valoración de los niveles de contaminación.

Nivel de Contaminación	Rango de Valores	Color
Ninguno	0 - 0,2	Azul
Bajo	0,2 - 0,4	Verde
Medio	0,4 - 0,6	Amarillo
Alto	0,6 - 0,8	Naranja
Muy Alto	0,8 - 1	Rojo

Fuente: Ramirez et al (1997, 1999)

2.9.1. Conductividad

Según Romero Rojas, JA. (2005:114), "La conductividad del agua es una expresión numérica de su habilidad para transportar una corriente eléctrica, que depende de la concentración total de sustancia disuelta ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se haga la determinación". Asimismo Smart (2002), indica que cuando la concentración de las sales llega a un cierto nivel, la conductividad eléctrica ya no está directamente relacionado con la concentración de las sales en el agua.



Fuente: Smart (2002).

Figura 2. Relación entre los sólidos Disueltos Totales (TDS) y la conductividad Eléctrica (EC)

Según DIGESA (2007) la conductividad eléctrica, indica la presencia de sales en el agua, lo que hace aumentar su capacidad de transmitir una corriente eléctrica, propiedad que se utiliza en mediciones de campo o de laboratorio, expresadas en micro Siemens/l ($\mu\text{S/l}$).

Según Mamani (2012), La conductividad eléctrica es la medida de la capacidad del agua para conducir electricidad. Es indicativo de la materia ionizable total presente en el agua. Las sales disueltas son las que permiten al agua conducir electricidad. El agua pura contribuye mínimamente a la conductividad, la cantidad de sales solubles en agua se mide por la electro-conductividad (EC), la resistividad es la medida recíproca de la conductividad. La unidad estándar de resistencia eléctrica es el ohm y la resistividad de las aguas, se expresa en megaOhms-cm, la conductividad se expresa en el valor recíproco, normalmente como microsiemens por cm. Para el agua ultrapura los valores respectivos son de 18,24 mohms/cm y 0,05483 $\mu\text{s/cm}$ a 25 °C.

2.9.2. Dureza

Según Seoanes (1995), la dureza o grado hidrométrico de un agua corresponde a la suma de las concentraciones de los cationes metálicos. En la mayoría de los casos, la dureza se debe principalmente a los iones calcio, magnesio y estroncio.

Según Gray, N. (1994) nos indica que en química, el agua dura es aquella que posee una dureza superior a 120 mg CaCO_3/l coincidiendo con lo indicado por el cuadro 6.

Cuadro 6. Interpretación de la dureza del agua.

Dureza (mg Ca CO_3/L)	Interpretación
0 - 75	Agua Suave
75 - 150	Agua poco Dura
150 - 300	Agua dura
>300	Agua muy dura

Fuente: GRAY (1994)

Gray (1994) nos indica que la OMS, establece una concentración máxima recomendada de 500 mg/l en el agua potable en base a fundamentos estéticos y no de salud.

2.9.3. Alcalinidad

Se define como alcalinidad total del agua, a su capacidad para neutralizar ácidos y comprende todas las bases titulables. Los valores

determinados para la alcalinidad total, pueden variar con el pH utilizado como punto final en el proceso analítico. La alcalinidad es una medida de una propiedad agregada del agua y puede ser interpretada en términos de sustancias específicas únicamente cuando la composición química de la muestra es conocida. Debido a que la alcalinidad de las aguas superficiales es una función de su contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, esta se toma como un indicativo de la concentración de estos constituyentes. Los valores de la concentración de estos constituyentes. Los valores de la medida de la alcalinidad pueden incluir la contribución de los boratos, fosfatos, silicatos y otras bases, si éstos están presente. La alcalinidad se expresa en mgCaCO_3/L . El peso equivalente gramo el CaCO_3 es 50. por tanto 1mol/L es equivalente a 50.000mg/L de alcalinidad como CaCO_3 . (Mogollón, 2005)

Es la capacidad del agua de neutralizar ácidos. Sin embargo, aniones de ácidos débiles (bicarbonatos, carbonatos, hidróxido, sulfuro, bisulfuro, silicato y fosfato) pueden contribuir a la alcalinidad. La alcalinidad está influenciada por el pH, la composición general del agua, la temperatura y la fuerza iónica.

Por lo general, está presente en las aguas naturales como un equilibrio de carbonatos y bicarbonatos con el ácido carbónico, con tendencia a que prevalezcan los iones de bicarbonato. De ahí que un agua pueda tener baja alcalinidad y un Ph relativamente alto o viceversa. (Barrenechea, 2004).

2.9.4. DBO₅

Según Arundel J. (2002), el DBO₅ tiene por objeto medir el oxígeno que necesitan tanto la materia orgánica como los organismos que viven en la

muestra, es una medición fundamental del efecto contaminante de una descarga sobre la corriente de agua que la recibe.

Asimismo, para Metcalf y Eddy (1998), el parámetro de contaminación orgánica, más ampliamente empleado, y aplicable tanto a aguas residuales como a aguas superficiales, es la DBO₅. Los resultados de los ensayos de la DBO₅, se emplean para : (1) determinar la cantidad aproximada de oxígeno que se requerirá para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente; (2) dimensionar las instalaciones de tratamiento de aguas residuales; (3) medir la eficacia de algunos procesos de tratamiento, y (4) controlar el cumplimiento de las instalaciones a que están sujetas los vertidos

La DBO₅ se obtiene información de los parámetros cinéticos de la biodegradabilidad de la muestra, que es la base del diseño y operación de las depuradoras de aguas residuales. Según el Decreto Supremo 002-2008-MINAN normado por el MINAM (2008), para catalogar el agua residual como buena calidad (A1), el DBO₅ debe ser menor a 3 m/l

Findlater et al (1990), Rivera et al (1995), nos indica en el cuadro los rangos del estado del agua respecto a este parámetro

Cuadro 7. Estado del Agua según del DBO₅.

ESTADO	DBO5 mg/l
Agua Pura	0 -20
Agua levemente contaminada	20 - 100
Agua medianamente contaminada	100 - 500
Agua muy contaminada	500 - 3000

Fuente: Findlater et al (1990), Rivera et al (1995)

2.9.5. Oxígeno Disuelto

Romero Rojas, JA. (1999) señala que es muy importante por ser el factor que determina la existencia de condiciones aerobias o anaerobias en un medio particular. La determinación de O.D. sirve como base para cuantificar D.B.O aerobio de los procesos de tratamiento, tasas de aireación en los procesos de tratamiento aerobio y grado de contaminación de ríos. Se presenta en cantidades variables y bajas en el agua; su contenido depende de la concentración y estabilidad del material orgánico presente y es por ello, un factor muy importante en la auto purificación de los ríos.

Uno de los métodos más comunes para la determinación del oxígeno disuelto es el método Winkler o la modificación de Alsterberg, que básicamente consisten, en la fijación en campo del oxígeno disuelto en una muestra de agua y luego se determina su concentración en el laboratorio mediante titulación. Otros métodos comunes son aquellos que usan un electrodo de membrana y sondas de luminiscencia, con los que es posible conocer inmediatamente el valor del oxígeno disuelto (Vargas, 2006)

2.9.6. Sólidos Totales

Según DIGESA (2007), los sólidos suspendidos totales son productos de la erosión de los suelos, tales como limo, arena y virus, son generalmente responsables de impurezas visibles. La materia suspendida

consiste en partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por medio de deposición. Pueden ser identificadas con la descripción de características visibles del agua, incluyendo turbidez y claridad, gusto, color y olor del agua. Los sólidos totales pueden afectar negativamente a la calidad del agua o a su suministro de varias maneras. Las aguas con abundantes sólidos totales suelen ser de inferior potabilidad y pueden inducir una reacción fisiológica desfavorable en el consumidor ocasional.

Teóricamente, los sólidos suspendidos totales contenidos en las aguas son los residuos secos de los productos disueltos que las aguas poseen en el momento de tomarse la muestra para análisis, es decir partículas como arcillas, limo y otras, que son arrastradas por el agua de dos maneras: en suspensión estable (disolución coloidales) o en suspensión que solo dura mientras el movimiento del agua las arrastra.

Todo lo que el agua contenga, excepto el agua misma, puede considerarse materia sólida. Sin embargo, la definición de sólido se refiere a la materia que queda como residuos después de la evaporación y del secamiento (Jimeno, E. 1998).

2.9.7. Fosforo Total

El fosforo total es una medida de todas las formas de fosforo existentes, ya sean disueltas o en partículas que incluye distintos compuestos como diversos ortofosfatos, polifosfatos y fosforo orgánico. La determinación se hace convirtiendo todos ellos en ortofosfato que son los que se obtiene por análisis químico. Por otro lado el fosforo es un nutriente requerido por todos los

organismos generalmente fotosintéticos para sus procesos básicos de vida, contribuyendo a la eutrofización de lagos, ríos y pozos. Es un elemento natural que puede estar en rocas y en materia orgánica. Es utilizado extensivamente en fertilizantes y en otros químicos, por lo que puede ser hallado concentraciones altas en áreas de actividad humana. Su exceso en el agua puede provocar eutrofización. Fosforo puede existir en el agua como fase particulada o como una fase disuelta.

El material particulado puede incluir el plancton vivo y muerto, precipitados de fosforo, fosforo adsorbido a partículas y fosforo amorfo. La fase disuelta incluye fosforo inorgánico y orgánico. Fosforo en las aguas naturales normalmente se encuentra en la forma de fosfatos ($\text{PO}_4\text{-3}$). El estándar de calidad de agua para el fosforo total es de 1 mg/L . (PREQB, 2004).

2.9.8. PH

Romero Rojas, JA. (2005) nos indica que el termino pH es una forma de expresar la concentración del ion hidrogeno o, mas exactamente, la actividad del ion hidrogeno. En general se usa para expresar la intensidad de la condición acida o alcalina de una solución, sin que esto quiera decir que mida la acidez total o la alcalinidad total.

Según DIGESA (2007), el pH es uno de los parámetros indicadores de la calidad del agua. Para que la desinfección con cloro sea eficaz es preferible que sea un pH inferior a 8, es recomendable la medición in situ, de modo que no se modifique

los equilibrios iónicos. Debido al transporte o una permanencia prolongada en recipientes cambia cuando es llevado al laboratorio Según la EPA los valores recomendados son de 6.5 a 8.5 unidades de pH. Según la OMS el pH recomendable de 6.5 y 9.5.

Según BARRENECHEA (2004), el pH del agua es de suma importancia para la vida de los microorganismos acuáticos, ya que valores muy altos o muy bajos ofrecen a los microorganismos un medio adverso, con excepción de los quistes de amebas, que soportan pH tan altos como 13 o tan bajos como 1. Por otra parte, la acción de los desinfectantes es fuertemente influenciada por el pH del agua. De acuerdo con su naturaleza, cada desinfectante tiene un rango de pH de mayor efectividad. Sin embargo, la práctica demuestra que cuanto más alcalina es el agua requiere mayor dosis de desinfectante para una misma temperatura y tiempo de contacto.

2.9.9. Coliformes Totales

El análisis bacteriológico es importante conocer no solamente que los organismos coliformes estas presentes sino también determinar su número más probable por unidad de volumen en el agua. El número más probable de organismos coliformes en una muestra de agua es la densidad mas probable en producir un resultado particular. (Romero Rojas, JA. 2005)

La presencia y extensión de contaminación fecal es un factor importante en la determinación de la calidad de un cuerpo de agua. Las heces contienen una variedad de microorganismos y formas de resistencia de los mismos,

involucrando organismos patógenos, los cuales son un riesgo para la salud pública al estar en contacto con el ser humano. El examen de muestras de agua para determinar la presencia de microorganismos del grupo Coliformes que habitan normalmente en el intestino humano y de otros animales de sangre caliente, da una indicación. Dada la limitada capacidad de algunos miembros del grupo de organismos Coliformes para sobrevivir en agua; sus números también pueden emplearse para estimar el grado de contaminación fecal. (NNX-AA-42-1987).

2.10. Correlaciones entre variables fisicoquímicas.

Se eligieron algunas variables que se consideraron relevantes por su rol ecológico, o porque en sí misma conjugan, de forma simultánea, el papel de distintas variables; sobre ellas se observaron las correlaciones que exhibieron en los diferentes estudios previamente referidos. Dichas variables fueron: conductividad, pH, sólidos suspendidos, oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, fósforo total y Coliformes totales.

La eutrofización puede determinarse mediante las variables que la causan: concentraciones de nutrientes, principalmente fósforo u ortofosfatos, o a través de los efectos que éstos producen como son las densidades fitoplanctónicas (o de macrófitas), la concentración de clorofila o la concentración de oxígeno (Henaó 1987).

Es importante hacer notar, además, que el nitrógeno (segundo nutriente en importancia) en sus formas de nitrato y nitrito, no presenta correlaciones importantes con otras variables.

Los Coliformes totales se correlacionan con los fecales, dado que estos últimos forman parte de los primeros. Exhiben independencia con las variables restantes.

En este punto es importante señalar que, mientras la mineralización de las aguas se expresa en un único grupo, los procesos de oxidación-reducción-contaminación orgánica, ocurren y se manifiestan en variables no conexas. El conjunto de características referidas se esquematiza en la Figura 1. Los resultados hasta aquí expuestos corresponden. (Ramirez et al. 1997)

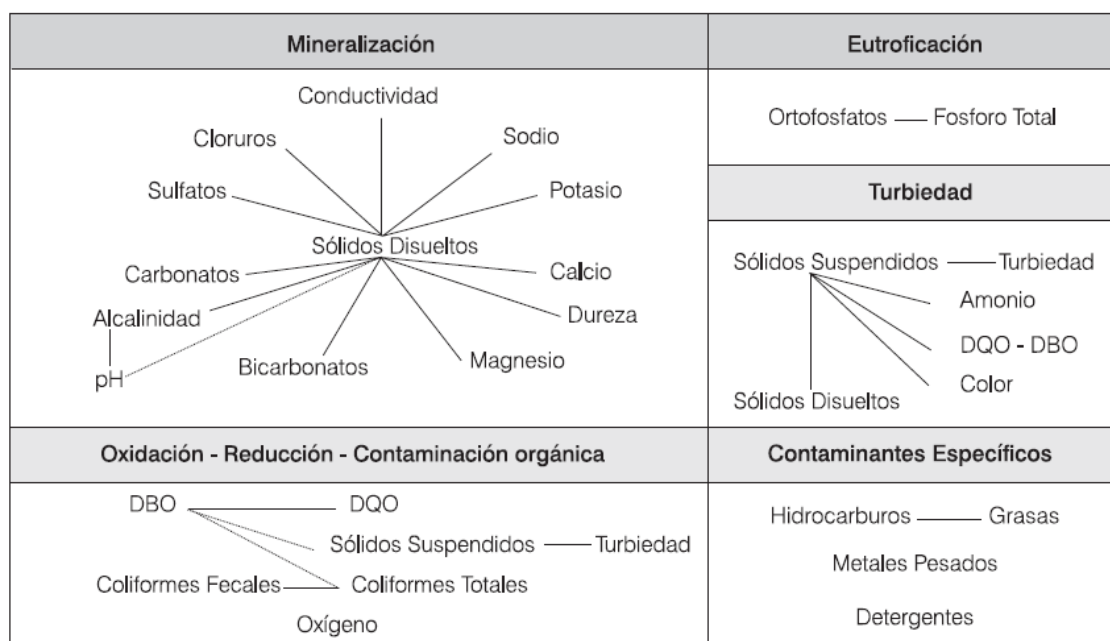


Figura 3. Principales características fisicoquímicas en aguas continentales

III. MATERIALES Y METODOS.

3.1. Descripción de la zona de estudio.

3.1.1. Lugar de Ejecución.

Bodegas Recavarren EIRL, es una empresa familiar dedicada a la fabricación de vinos y piscos que se encuentra en el Jirón Aucayacu 488- Ciudad de tingo María – Distrito de Rupa Rupa, Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco. Siendo su coordenadas de ubicación 390449.88; 8972375.11. Las muestras de aguas residuales que se obtendrán en las diferentes etapas del proceso se analizaran en el laboratorio de Microbiología de la Unas.

3.1.2. Condiciones Climáticas.

Con respecto al clima la ciudad de Tingo maría presente alta pluviosidad con una precipitación anual promedio de 3,380. 00 mm en donde las mayores precipitaciones se presentan en los meses de setiembre y abril y alcanza un máximo extremo en el mes de febrero con un promedio mensual de 608,4 mm.

3.2. Materiales y equipos.

3.2.1. Materiales.

Los materiales a usarse para la producción de vinos y piscos son los siguientes: uva, agua, azúcar, levadura, placas filtrantes, bentonita.

3.2.2. Equipos.

Los equipos usados para la elaboración de vinos y piscos son:

- Despalilladora.
- Tanques cónicos con chaquetas en inox.
- tanque de guarda, enchaquetada.

- Pailas de pasteurización.
- Intercambiador de calor.
- Embazadora de 6 caños.(Marca Zambelli)
- Encorchadora.
- Encapsuladora.
- Sistema de enfriamiento Chilly 45 litros (Marca Kreyer)
- Bombas Centrifuga de inox. (Marca Epli, Modelo: GTP70/075D)
- Mesa de acero inoxidable.
- Esterilizador de botellas.
- Lavadora de botellas.
- Mini Caldero.
- Tanques rotoplaz para almacenar fangos.
- Sistema de destilación completo en inox.
- Brixometro.(Marca Link, Modelo: RHB-32bpATC)
- Alcoholímetro.
- Filtro Prensa.
- Filtro para agua en carbón activado y nylon de 5 micras.

3.3. Metodología.

La carga contaminante generada en las diversas etapas del proceso de fabricación de vinos y piscos se evaluó mediante la implementación de los Índices de contaminación (ICOs). Para tal efecto se realizó una determinación de puntos críticos que especifican una serie de etapas donde se realizaran los muestreos. Seguido de una caracterización físico química y microbiológica de

las muestras recopiladas y en cuyos resultados se determinaron los índices de contaminación. La figura 3 expone un diagrama explicativo de la metodología llevada a cabo.



Fuente: Elaboracion Propia.

Figura 4. Flujo de Determinación de ICOs

3.3.1. Selección de Puntos de Muestreo

Para seleccionar los puntos de muestreo se debe tener en cuenta el flujograma de proceso y actividades para la producción de vinos y piscos, ya que durante todo el proceso se generan aguas residuales. Muestreo secuencial, por conveniencia.

Se seleccionó 5 puntos de muestras ya que los procesos realizados en la fabricación de vinos y piscos son diversos y mantiene diversos tiempos, para tal efecto se determinó estas etapa según la experiencia y los tiempos que se lleva cada proceso, siendo 1 día de trabajo completo para cada etapa que se realiza, Donde cada muestra se tomara después de cada etapa realizada, previamente serán homogenizadas en envases de recepción de los vertidos, antes de ser desechados al sistema de desagüe de la fábrica.

Cuadro 8. Etapas y fases de generación de vertidos

ETAPAS	FASES	GENERACION DE VERTIDOS	TRABAJO (DIAS)
1	Recepcion de las uva	Lavado de las Uvas	1
	Estrujado y despalillado	Limpieza de despalilladora	
2	Fermentacion Alcoholica	Limpieza de depositos	1
		Eliminacion de lodos	
	Pausterizado	Limpieza de Bombas y manqueras	
		Shock termico	
3	Clarificado	Agua de enfriamiento	1
		Limpieza de depositos	
	Filtrado	Eliminacion de lodos	
		Limpieza de Bombas y manqueras	
4	Todas las etapas	Limpieza de derramas y fugas de mosto o vino.	14
	Botellas	Lavado de botellas	
5	Destilacion	Agua de enfriamiento	1
		Lavado del destilador	
		Eliminacion de Viñasa	

Fuente: Bodegas Recavarren ERIL 2014.

3.3.2. Toma de Muestras y Caracterización.

La captación de muestra se realizará considerando las indicaciones de toma de muestra de (CEPIS, 1996). En la captación de muestras para análisis físico – químico, se requiere de un volumen mínimo de dos litros para lo cual se recomienda el uso de una botella químicamente limpia y echa de un vidrio de buen calidad (neutro) o también de Polivinil Clorido Rígido (P.V.C.),

prácticamente incolora y equipada con una tapa con excelente condiciones de cierre. Antes de captar la muestra, se debe enjuagar el envase dos o tres veces en la misma agua que se va a analizar, a fin de “curarla”, es decir eliminar cualquier sustancia que no corresponda con la verdadera composición del agua bajo estudio; luego se llena y se tapa herméticamente. Las muestras deben ser transportadas al laboratorio en el menor tiempo posible no debe pasar 24 horas, a fin de evitar alteraciones en parámetros tales como: alcalinidad, nitratos, nitritos, sulfatos, pH, sólidos, color, flúor, hierro, etc. Además las muestras para su transporte deber ser refrigeradas, esta precaución es debido a que durante el periodo de almacenamiento y envío de las muestras esta sujetas a cambios atribuibles a sus características y al recipiente que lo contiene. Es necesario que al refrigerar las muestras se tomen las medidas que prevengan cualquier contaminación proveniente del hielo derretido. La refrigeración debe mantenerse después de su llegada al laboratorio y el análisis debe iniciarse máximo dos horas al arribo de la muestra.

Los análisis de sólidos totales, alcalinidad y dureza fueron realizados en el Laboratorio de química de la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias; los análisis de BD5, Oxígeno Disuelto, pH y coliformes totales fueron realizados en el laboratorio de Microbiología General de la facultad de Recursos Naturales Renovables; el análisis de Fosforo Total fue realizado en el Laboratorio de Fitoquímica Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables y el análisis de Conductividad se realizó en el Laboratorio de Física de la Facultad de Industrias alimentarias todos ellos pertenecientes a la universidad Nacional Agraria de la Selva (Ver Anexo H).

Los ICO están diseñados para valorar problemas ambientales diferentes, para tal efecto se usara los índices ICOMI, ICOMO, ICOSUS, ICOTRO ICOpH que permiten cuantificar el grado de contaminación de las aguas respecto a su condición general y no a contaminantes específicos.

- Índice de Contaminación por Mineralización - ICOMI considera 3 parámetros.

Cuadro 9. Parámetros para la determinación de ICOMI

PARAMETROS	METODO
Conductividad	APHA – 2510 B.
Dureza	APHA - 2340 C
Alcalinidad	APHA – 2320 B.

- Índice de contaminación por Materia Orgánica - ICOMO considera 3 parámetros.

Cuadro 10. Parámetros para la determinación de ICOMO

PARAMETROS	METODO
DBO5	NMX-AA-028-SCFI-2001
Coliformes Totales	APHA - 9221 B NMP
Oxígeno Disuelto	NMX-AA-012-SCFI-2001

- Índice de Contaminación por Solidos Suspendidos – ICOSUS. Considera 1 parámetro.

Cuadro 11. Parámetros para la determinación de ICOSUS

PARAMETROS	METODO
Solidos Totales	APHA-2540 B

- Índice De Contaminación Por Trofia – ICOTRO. Considera 1 parámetro.

Cuadro 12. Parámetros para la determinación de ICOTRO.

PARAMETROS	METODO
Fosforo Total	APHA-4500-P C.

Se calcula sobre la base de la concentración de Fósforo Total en mg/l.

- Índice de contaminación por pH - ICOpH. Considera 1 parámetro.

Cuadro 13. Parámetros para la determinación de ICOPH

PARAMETROS	METODO
pH	APHA-4500-H B.

3.3.3. Determinación de los Índices de Contaminación del Agua (ICo).

Determinación de los Índices de Contaminación del Agua A través del software ICATest v1.0 (Fernández Parada, NJ. 2001), se valoraron cada uno de los 5 índices de contaminación elegidos (ICOMI, ICOMO, ICOSUS,

ICOSTRO, ICOpH) para cada una de las 5 etapas de muestreo. En los resultados se encuentran los reportes generados por el programa de cómputo al realizar el cálculo de los ICOs y las ecuaciones que componen dichos índices. El ICOTEMT el cual mide la Temperatura. no se consideró debido a que las aguas residuales desembocan directamente en el sistema de desagüe de la ciudad y no hay variación significativa con este parámetro.

Como marco de referencia se usó la legislación peruana de “Valores Máximos Admisibles (VMA) de las Descargas de Aguas Residuales no Domésticas en el Sistema de Alcantarillado Sanitario D.S. N° 021-2009-Vivienda”, que brinda un conjunto de datos (Cuadro 14) con los que se calculó algunos de los índices ya que dicha norma no contempla parámetros como, alcalinidad, conductividad, dureza, oxígeno disuelto y Coliformes totales. Ver anexo A.

Cuadro 14. Tabla de Valores máximos Admisibles

PARAMETRO	UNIDAD	EXPRESION	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	DBO5	500
Solidos Suspendidos Totales (S.S.T)	mg/L	S.S.T	500
pH		pH	6-9

Los estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA) DSN 015-2015-MINAM establece el nivel de concentración de elementos, o parámetros físicos, químicos y biológicos, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos que no representa riesgo para la salud de las personas ni para el ambiente también clasifican los cuerpos de agua del país respecto a sus usos, ya sean terrestres o marítimos. Para evaluar el índice de contaminación de las aguas residuales se tomara como referencia la clasificación según categoría 1:A2 (Población recreacional – Aguas que pueden

ser potabilizadas con tratamiento convencional). Esta norma brinda un conjunto de datos (Cuadro 15) con los que se calculó algunos de los índices ya que dicha norma no contempla parámetros como, alcalinidad y la dureza no es relevante. Ver anexo B.

Cuadro 15. Tabla de los estándares de calidad ambiental para aguas superficiales.

PARAMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable
		A2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamientos convencional
		VALOR
FISICO Y QUIMICOS		
Conductividad	us/cm	1600
DBO5	mg/L	5
Dureza	mg/L	**
Oxígeno Disuelto	mg/L	>=5
pH	Unidad de pH	5,5 - 9,0
Solidos Disueltos Totales	mg/L	1000
Fosforo Total	mg/L	0.15
MICROBIOLOGICOS		
Coliformes Totales (35 - 37 C)	nmp/100ml	5000

** Se entenderá que para esta subcategoría, el parámetro no es relevante, salvo casos específicos que la Autoridad Competente Determine

En el Perú no existe ninguna norma oficial que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de la industria vinícola solo tenemos un decreto supremo formulado el 2012 sobre “límites máximo permisibles límites máximos permisibles y valores referenciales para la actividades industriales de cemento, cerveza, curtiembre y papel” DS. N 003-2002 – Produce, en tal sentido nos guiaremos de esta norma. Ver anexo C.

Cuadro 16. Tabla de límite máximo permisible de efluentes para alcantarillado de las actividades de cerveza

PARAMETROS	CERVEZA	
	EN CURSO	NUEVO
PH	6 - 9	6 - 9
SOLIDOS SUSP TOTALES (mg/lit)	500	350
DBO5 (mg/lit)	1000	500

3.4. Ajuste Estadístico.

Se determinaron los descriptivos estadísticos y el análisis de correlación de Pearson para comprobar las relaciones existentes entre los resultados de los tratamientos de acuerdo al diseño experimental: tres procesos (3P), cinco etapas (5E), nueve parámetros (9Pa) y tres repeticiones por parámetro (3R).

Los resultados obtenidos fueron procesados en el paquete IBM SPSS STATISTICS 24 Trial For Microsoft Windows 64 bits, con licencia temporal Z125-3301-14.

IV. RESULTADOS

4.1. Conductividad.

Este parámetro nos ayuda a conocer en forma rápida la variación del contenido de sales disueltas en aguas superficiales de uso doméstico e industrial, presencia de posibles ácidos y bases que resultan ser buenos conductores eléctricos y cantidad de sustancia disuelta ionizadas.

Se puede observar en el cuadro 17 que en el proceso 2 y etapa 2 con 1,605.67 us/cm es el que posee un valor muy elevado de conductividad sobrepasando lo que acontece la normativa (D.S N° 015-2015-MINAM) con respecto al límite máximo permisible para aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional que es de 1600 us/cm lo cual nos ayuda a analizar acerca de que hay mucha presencia de sustancias disueltas y residuos ácidos en este punto de investigación. Esto es debido a que el proceso de elaboración de vinos se tiene grandes cantidades de sólidos solubles y ácido tartárico provenientes de las uvas. Cabe resaltar que para la desinfección de los equipos se usa ácido peracético y hidróxido de sodio las cuales son ácido y base respectivamente y donde estos también afecta a la conductividad de las aguas residuales.

Cuadro 17. Promedio de la Conductividad en las 5 etapas y 3 procesos de producción de Vinos y Piscos

CONDUCTIVIDAD (US/cm)							
N Proceso	Promedio de muestras de las 5 etapas					Promedio por Proceso	Promedio Total
	E1	E2	E3	E4	E5		
Proceso 1	665.33	1075.00	947.00	985.33	797.67	894.07	944
Proceso 2	576.33	1605.67	1220.00	887.67	749.33	1007.80	
Proceso 3	485.67	1000.67	968.67	1175.33	1027.00	931.47	
Promedio por etapa	575.78	1227.11	1045.22	1016.11	858.00		

En caso de la conductividad nos muestra que el proceso 2 no sigue la misma tendencia frente a los otros procesos.

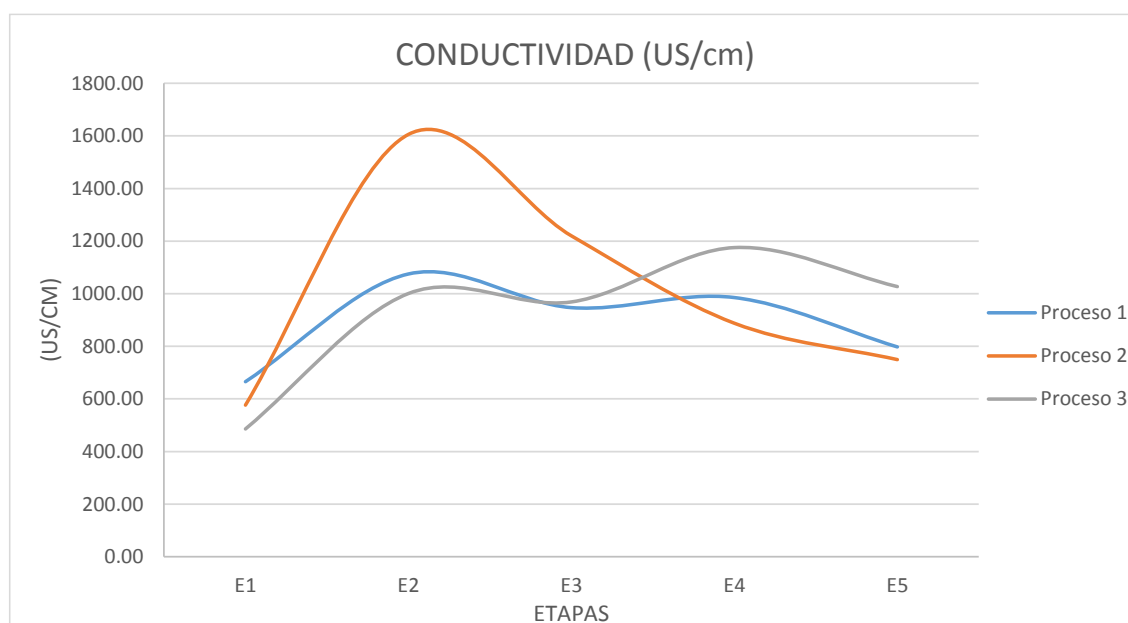


Figura 6. Curvas de los promedios de cada proceso con respecto a la Conductividad donde nos muestra la tendencia de estos.

La Figura 7 nos muestra que el proceso 2 en la etapa 2 es más elevado frente a los otros procesos, lo mismo sucede en la etapa 3.

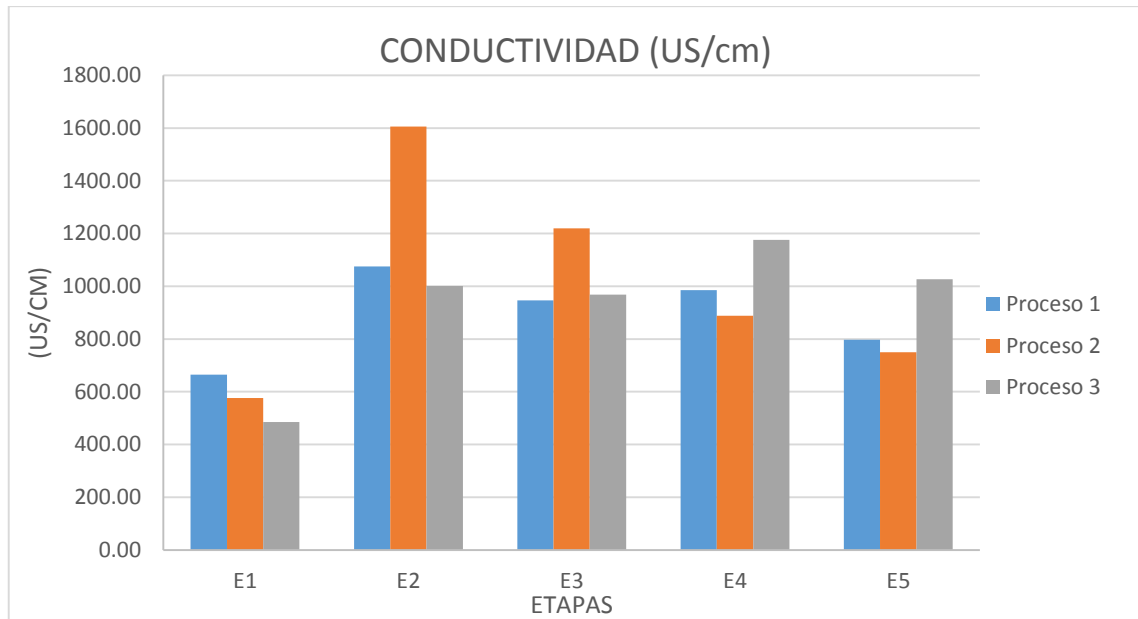


Figura 7. Grafico en columna donde nos muestra la Diferencia de los tres procesos por etapa de la Conductividad.

La Figura 8 nos muestra que la etapa 2 tubo mayor conductividad esto es debido a que estas muestras tenian mayor cantidad de sales presentes, como detergentes, debido a que en esta etapa se hizo el lavado de los tanques de fermentacion.

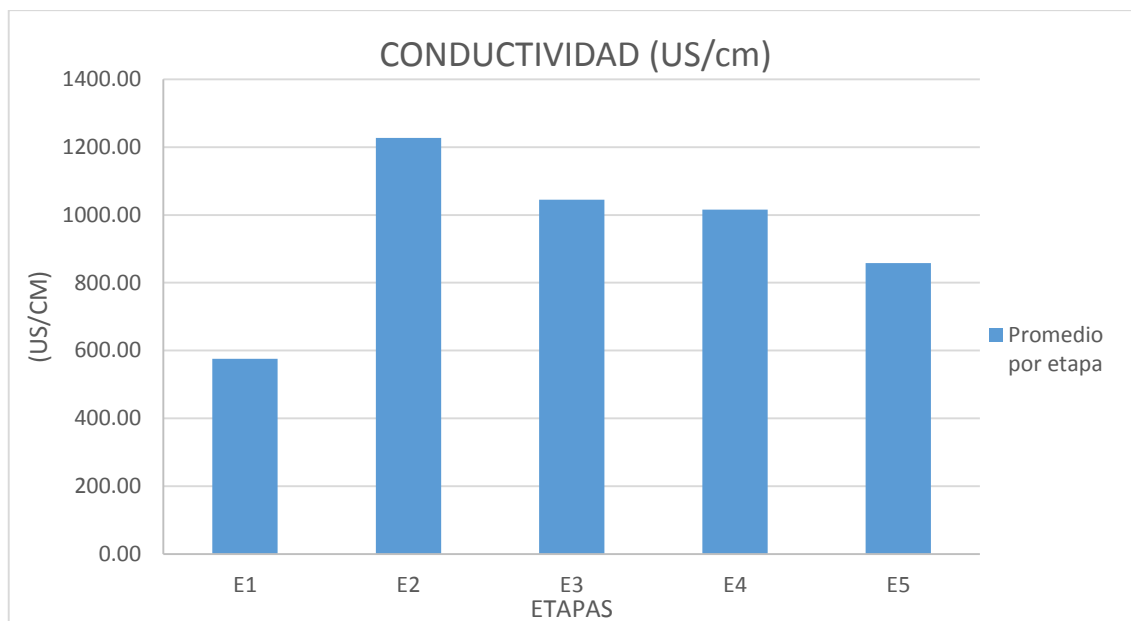


Figura 8. Gráfico en columnas del promedio por etapa de la Conductividad

4.2. Dureza.

En todas las etapas del proceso de producción de vinos y piscos se usan grandes cantidades de detergentes y desinfectantes para los equipos y maquinarias usadas en el proceso de sanitización, estos son el hidróxido de sodio, ácido peracético, alcohol de 94 %, Hipoclorito de sodio (Lejía) y detergentes comerciales.

Estos desinfectantes y detergentes proporcionan iones de calcio, Magnesio y otros cationes haciendo que el agua se torne más dura. Se puede observar en el cuadro 18 que el promedio de la etapa 5 es el más elevado, esto es debido a que en el proceso de la destilación se concentra todo el vino de la producción eliminando por destilación el alcohol mas agua presente en su composición dejando un concentrado llamado viñaza. En donde este residuos liquido es eliminado a través del sistema de desagüe de la planta.

Cuadro 18. Promedio de la Dureza en las 5 etapas y 3 procesos de producción de Vinos y Piscos.

N Proceso	DUREZA (mg/lt)					Promedio por Proceso	Promedio Total
	Promedio de muestras de las 5 etapas						
	E1	E2	E3	E4	E5		
Proceso 1	322.98	286.06	359.89	286.06	399.43	330.88	
Proceso 2	305.84	290.02	208.29	272.88	344.07	284.22	310
Proceso 3	296.61	251.79	346.70	292.66	386.25	314.80	
Promedio por etapa	308.47	275.96	304.96	283.87	376.58		

En la Figura 9 se muestra que los Procesos 1 y 3 siguen las mismas tendencias mientras que el proceso 2 varía en la etapa 3.

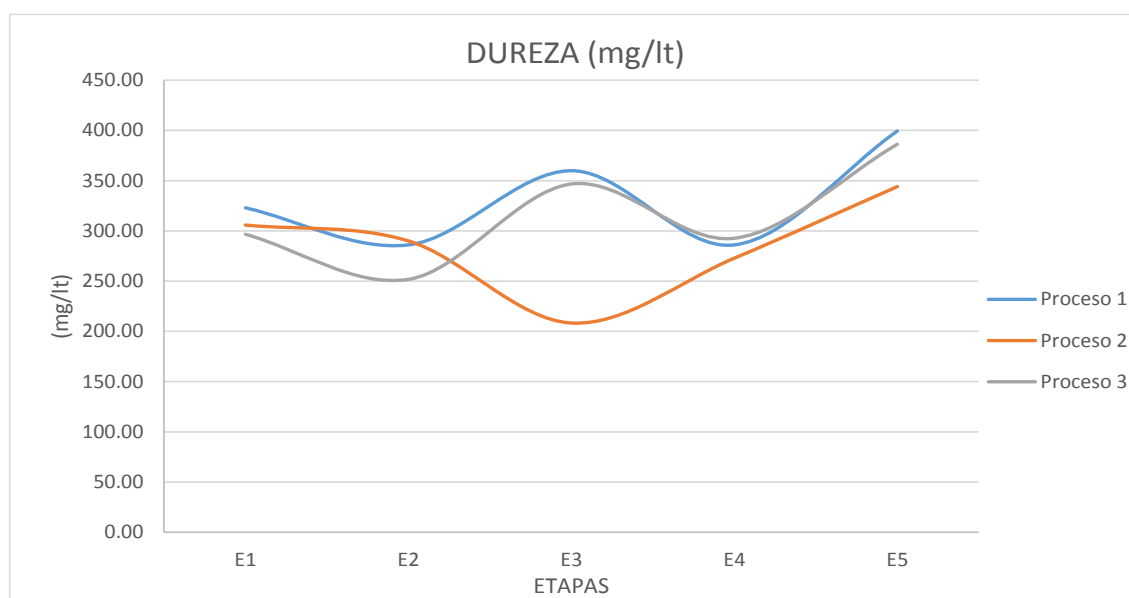


Figura 9. Curvas de los promedios de cada proceso con respecto a la Dureza donde nos muestra la tendencia de estos.

En la Figura 10 el grafico de columnas nos indica que el proceso 2 tiene menor valor a partir de la etapa 3 a diferencia de los procesos 1 y 3 que tienen similares resultados en cuanto a la Dureza.

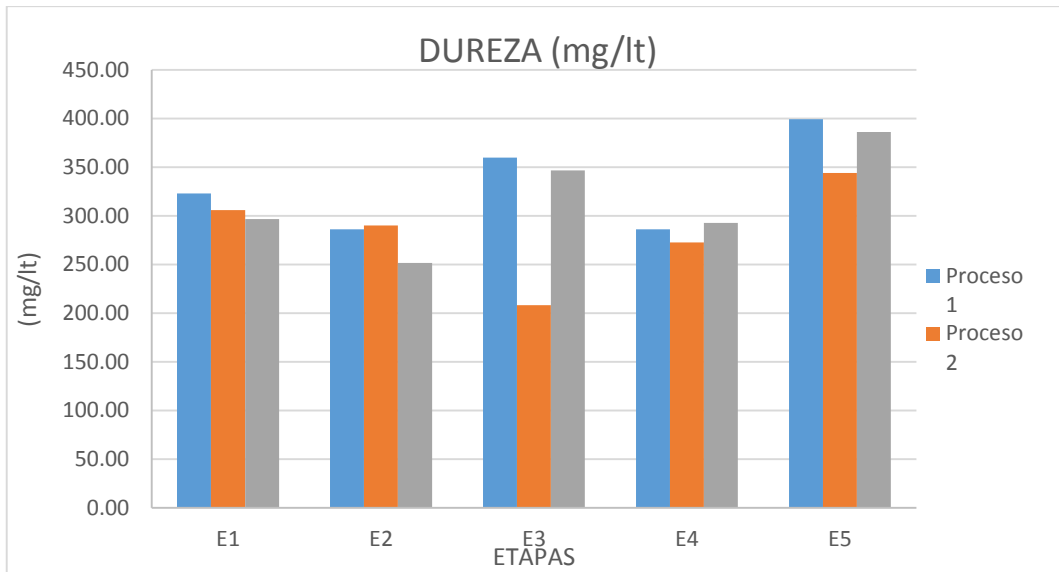


Figura 10. Grafico en columna donde nos muestra la Diferencia de los tres procesos por etapa de la Dureza

En la figura 11 se presenta el grafico de columnas en donde los 3 procesos se puede concluir que el proceso 1 y 3 son similares en todas las etapas.

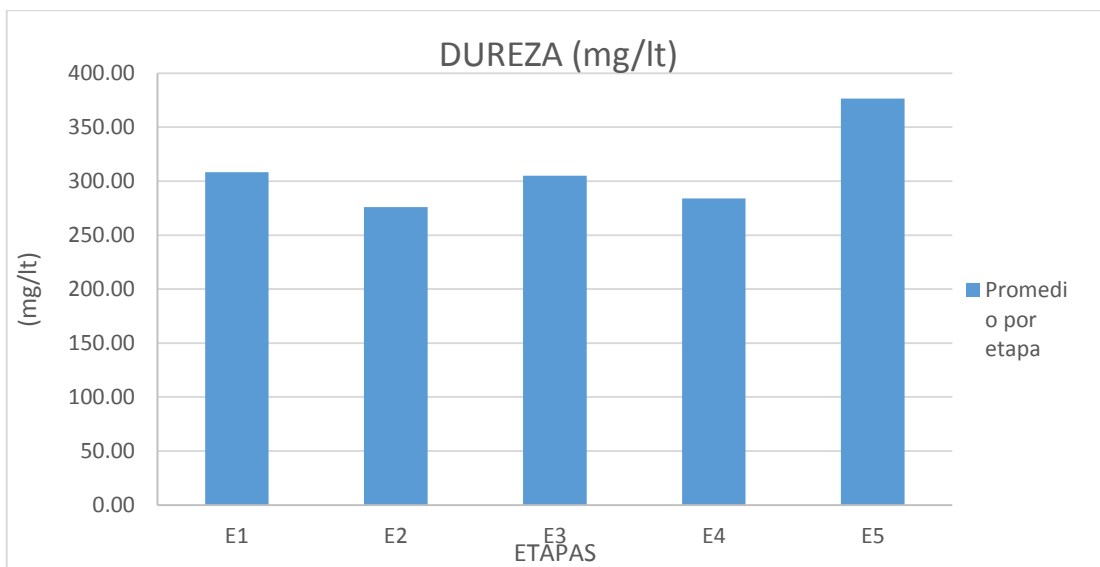


Figura 11. Grafico en columnas del promedio por etapa de Dureza.

4.3. Alcalinidad

Se sabe que la alcalinidad se puede definirse como su capacidad para neutralizar ácidos, como su capacidad para reaccionar con iones hidrogeno como su capacidad para aceptar protones o como la medida de su contenido total de sustancias alcalinas . (Romero J.199).

Según el cuadro 19 nos determina que la etapa 3 (Clarificado y filtrado), es la más alta con 68.67 mg/lit debe resaltar que en esta etapa el agua residual presente tiene grandes cantidades de fangos que son bentonita y levaduras sedimentadas..

Cuadro 19. Promedio de la Alcalinidad en las 5 etapas y 3 procesos de producción de Vinos y Piscos

N Proceso	Alcalinidad (mg/lit)					Promedio por Proceso	Promedio Total
	Promedio de muestras de las 5 etapas						
	E1	E2	E3	E4	E5		
Proceso 1	31.40	31.67	70.67	47.00	35.33	43.21	
Proceso 2	30.00	36.87	73.33	55.33	37.67	46.64	44
Proceso 3	32.20	35.33	62.00	54.00	33.33	43.37	
Promedio por etapa	31.20	34.62	68.67	52.11	35.44		

En caso de la alcalinidad la tendencia de la curva muestra muy poca variación a excepción del proceso 3 que muestra una ligera disminución en la etapa 3.

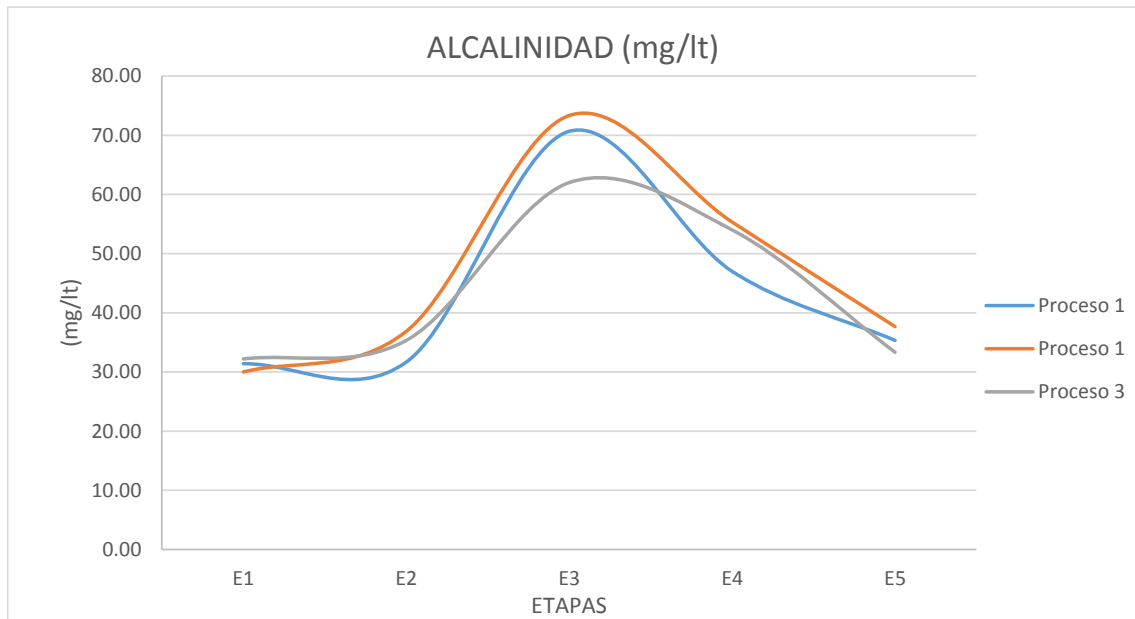


Figura 12. Curvas de los promedios de cada proceso con respecto a la Alcalinidad donde nos muestra la tendencia de estos

En la figura 13 se presenta que en la mayoría de las etapas el proceso 3 es el de menor resultado de alcalinidad

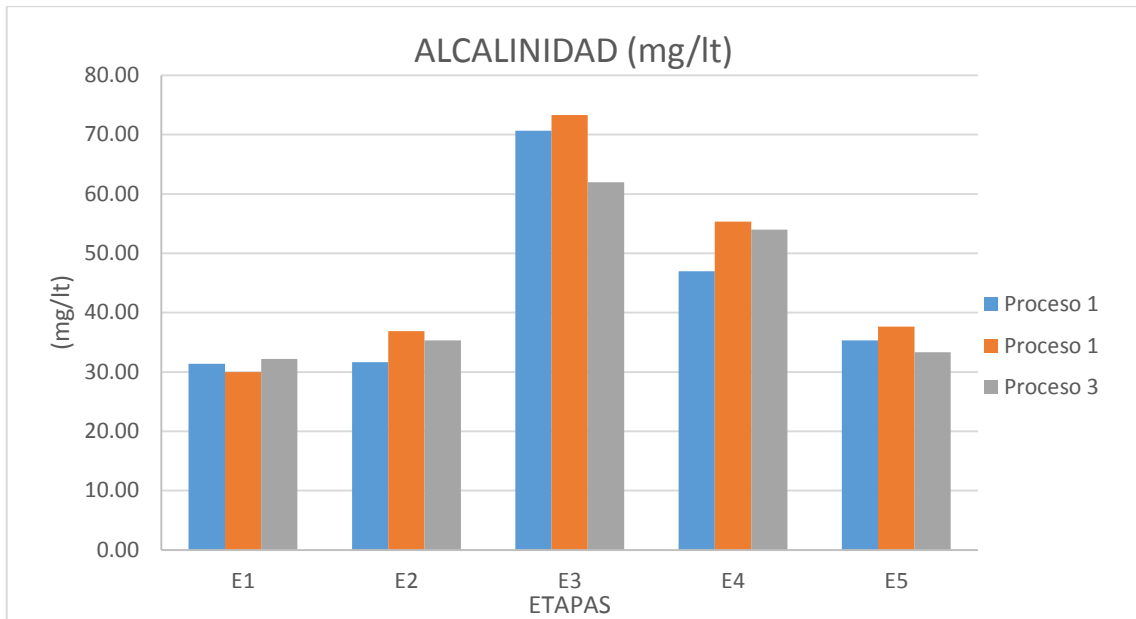


Figura 13. Grafico en columna donde nos muestra la Diferencia de los tres procesos por etapa de la Alcalinidad.

En la figura 14 nos muestra la variación del promedio por etapas en donde la etapa 3 es la más alta y en promedio las etapas 1,2 y 5 son similares

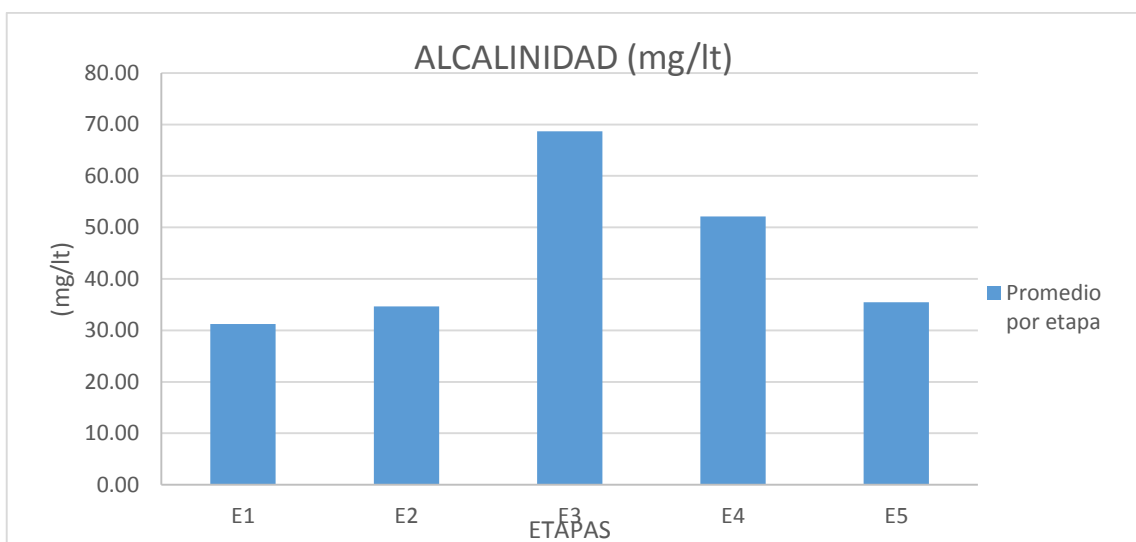


Figura 14. Grafico en columnas del promedio por etapa de Alcalinidad

4.4. DBO5

Todos los valores obtenidos en el cuadro 20 sobrepasan el límite máximo permisible para aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional descrita en la normativa (D.S N° 015-2015-MINAM), ya que esencialmente el DBO es una medida de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos en la estabilización de la materia orgánica biodegradable (Romero Rojas, JA. 1999) y en las muestras determinadas se obtuvo una alta carga de materia orgánica proveniente de las uvas.

Cuadro 20. Promedio de la DBO5 en las 5 etapas y 3 procesos de producción de Vinos y Piscos.

N Proceso	DBO5 (mg/l)					Promedio por Proceso	Promedio Total
	Promedio de muestras de las 5 etapas						
	E1	E2	E3	E4	E5		
Proceso 1	19.63	7.63	9.97	15.93	0.00	10.63	
Proceso 2	25.30	14.07	12.97	7.40	0.00	11.95	13
Proceso 3	40.30	10.30	12.63	12.30	0.00	15.11	
Promedio por etapa	28.41	10.67	11.86	11.88	0.00		

En la figura 15 el DBO5 de la etapa 2 y 3 del proceso 1 están por debajo de las otros procesos y todos los procesos se tornan similares en las etapas 4 y 5.

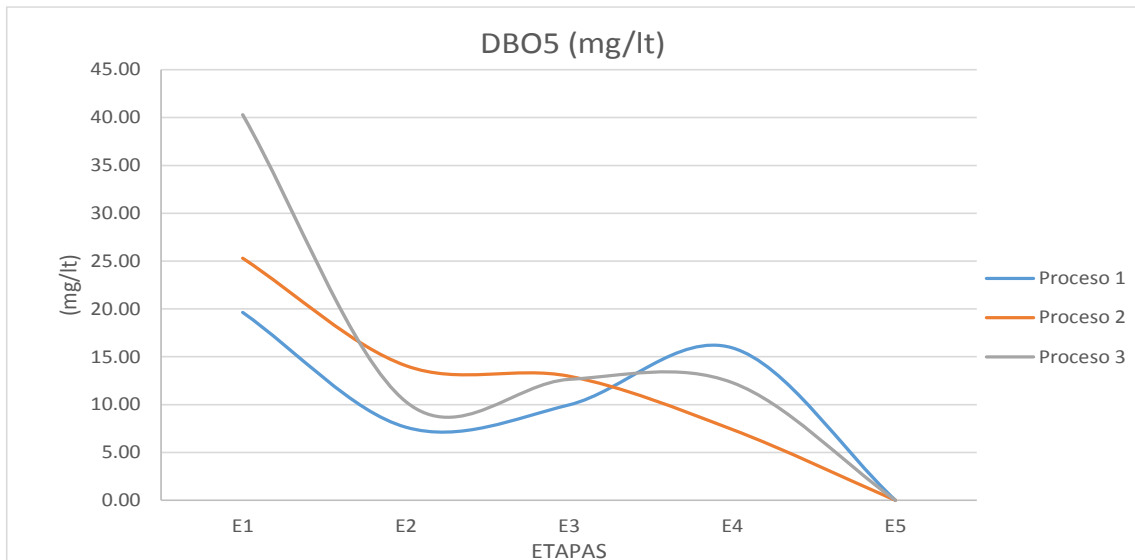


Figura 15. Curvas de los promedios de cada proceso con respecto a la DBO5 donde nos muestra la tendencia de estos

En la figura 16 el grafico de columna nos muestra que el DBO5 del proceso 3 en la etapa 1 es mayor que todos las etapas.

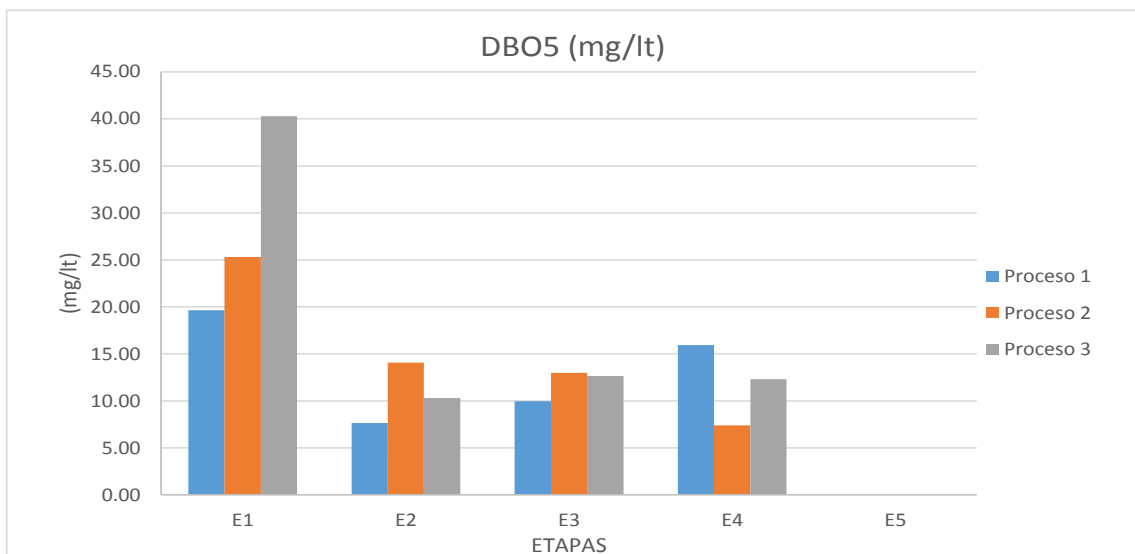


Figura 16. Grafico en columna donde nos muestra la Diferencia de los tres procesos por etapa de la Alcalinidad.

En la figura 17 nos muestra el promedio del DBO5 en donde la etapa 1 vendría ser el mayor promedio de todas las etapas, esto es debido que en la etapa se realiza el lavado de las uvas, y están traen consigo una seria de microorganismos

que consumo el oxígeno también nos indica el grado de contaminación en la etapa 1 es mayor que en el resto de las etapas.

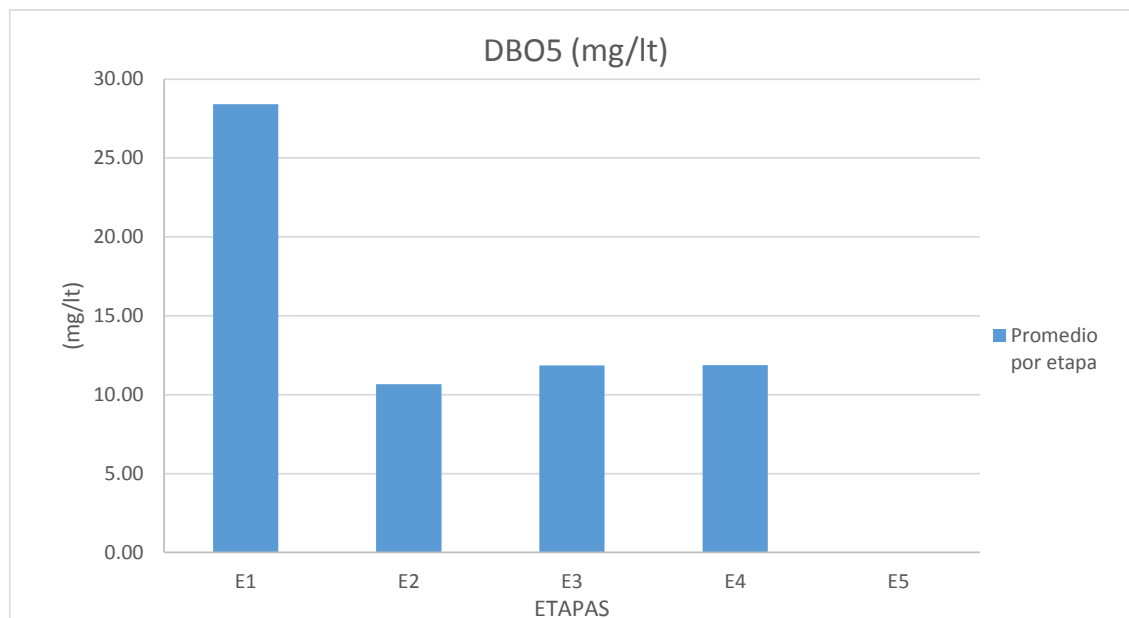


Figura 17. Gráfico en columnas del promedio por etapa de DBO5

4.5. Coliformes Totales.

Los valores obtenidos se muestran debajo de los límites máximos permisibles según la norma (D.S N° 015-2015-MINAM), donde indica que para aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional es 5,000 NMP/100ml, esto es debido a que en todo el proceso de producción de vinos y piscos, lo primero que se hace es desinfectar todos los equipos y tuberías antes de su utilización ya que es indispensable para una correcta fermentación que no

intervenga ningún otro tipo de microorganismo el cual podría alterar el sabor y olor del producto terminado.

Cuadro 21. Promedio de la Coliformes Totales en las 5 etapas y 3 procesos de producción de Vinos y Piscos.

Coliformes Totales							
N Proceso	Promedio de muestras de las 5 etapas					Promedio por Proceso	Promedio Total
	E1	E2	E3	E4	E5		
Proceso 1	1100	26.33	0.00	0.00	0.00	6.58	7
Proceso 2	28.00	3.00	0.00	0.00	0.00	6.20	
Proceso 3	39.67	0.00	0.00	0.00	0.00	7.93	
Promedio por etapa	33.83	9.78	0.00	0.00	0.00		

En la figura 18 las curvas de tendencia de los coliformes totales nos muestra que la etapa 1 difiere mucho de las etapas 2 y 3 y que solo en la etapa 4 y 5 son similares ya que en estas etapas son 0 y las muestras no presentan contaminación de este tipo debido a que en la obtención del vino todo el proceso es aseptico libre de cualquier contaminación microbiana.

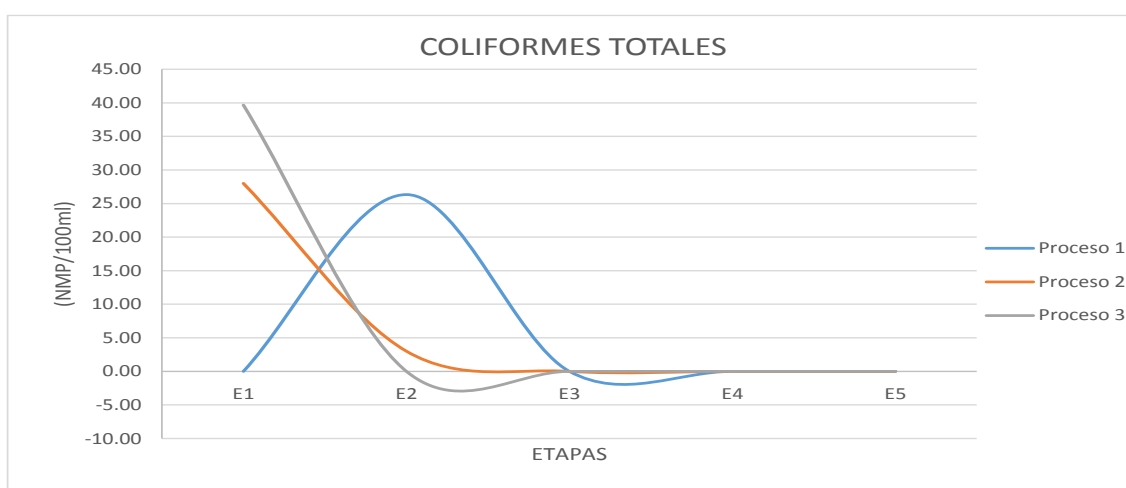


Figura 18. Curvas de los promedios de cada proceso con respecto a los Coliformes Totales donde nos muestra la tendencia de esto.

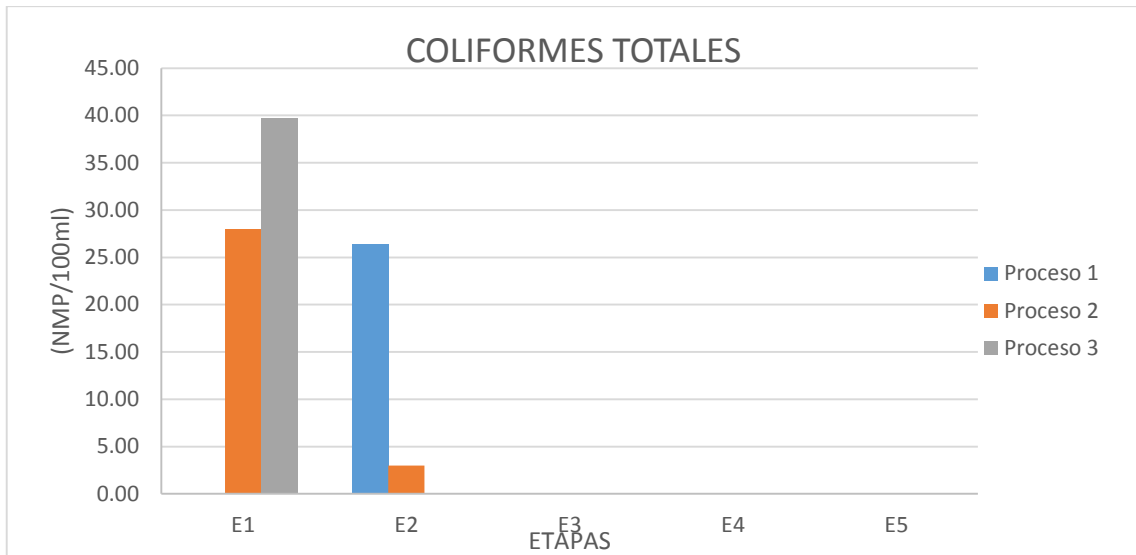


Figura 19. Grafico en columna donde nos muestra la Diferencia de los tres Procesos por etapa de los Coliformes Totales.

En la figura 20 se observa los promedio de todos los procesos con respecto a los coliformes totales, y es claro hay presencia de coliformes totales en la etapa 1 que es la etapa del lavado de uvas, estas uvas provienen del mercado de frutas de la ciudad de lima, y es logico que se encuentra contaminadas debidas por el transporte, almacenamiento y manipuleo.

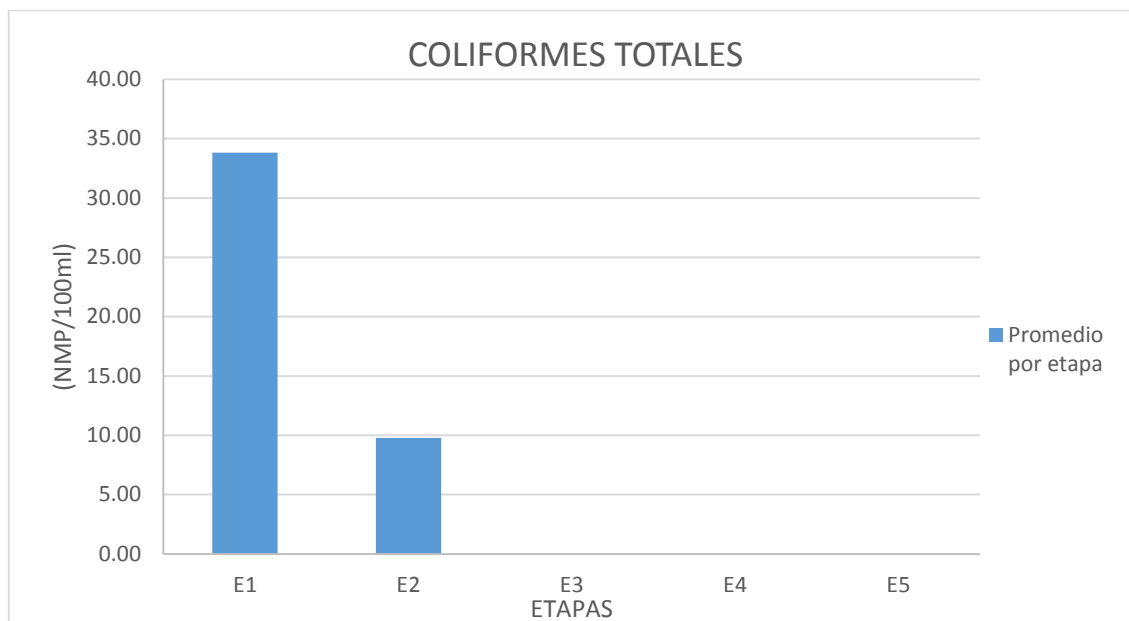


Figura 20. Grafico en columnas del promedio por etapa de los Coliformes

4.6. Oxígeno Disuelto.

Los valores obtenidos en las etapas 1 al 4 se muestran dentro de los límites máximos permisibles según la norma (D.S N° 015-2015-MINAM), donde indica que para aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional es ≥ 5 . En la etapa 5 se muestran valores de 0 ya que estas provinieron de la destilación y no indica presencia de oxígeno.

Cuadro 22. Promedio de la Oxígeno Disuelto en las 5 etapas y 3 procesos de producción de Vinos y Piscos.

N Proceso	Oxígeno Disuelto (% Saturación)					Promedio por Proceso	Promedio Total
	Promedio de muestras de las 5 etapas						
	E1	E2	E3	E4	E5		
Proceso 1	38.68	16.35	19.94	25.12	0.00	20.02	
Proceso 2	37.08	20.06	18.74	23.92	0.00	19.96	24
Proceso 3	59.81	20.33	29.11	57.81	0.00	33.41	
Promedio por etapa	45.19	18.91	22.59	35.62	0.00		

En la Figura 21 nos muestra que la concentración de oxígeno Disuelto en la etapa 4 del proceso 3 difiere mucho con los otros procesos, en esta etapa es de lavado de botellas y muchas veces se usa bastante agua para lavarlas y altas cantidades de desinfectante para que las botellas estén libres de cualquier microorganismo que pueda afectar su conservación.

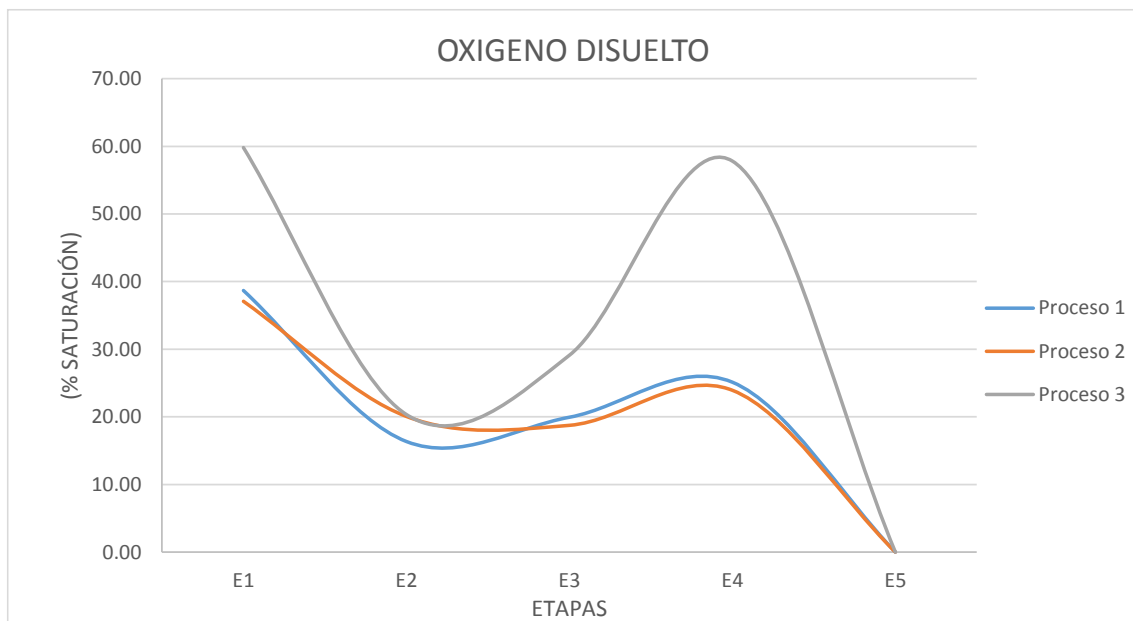


Figura 21. Curvas de los promedios de cada proceso con respecto al Oxígeno Disuelto donde nos muestra la tendencia de estos

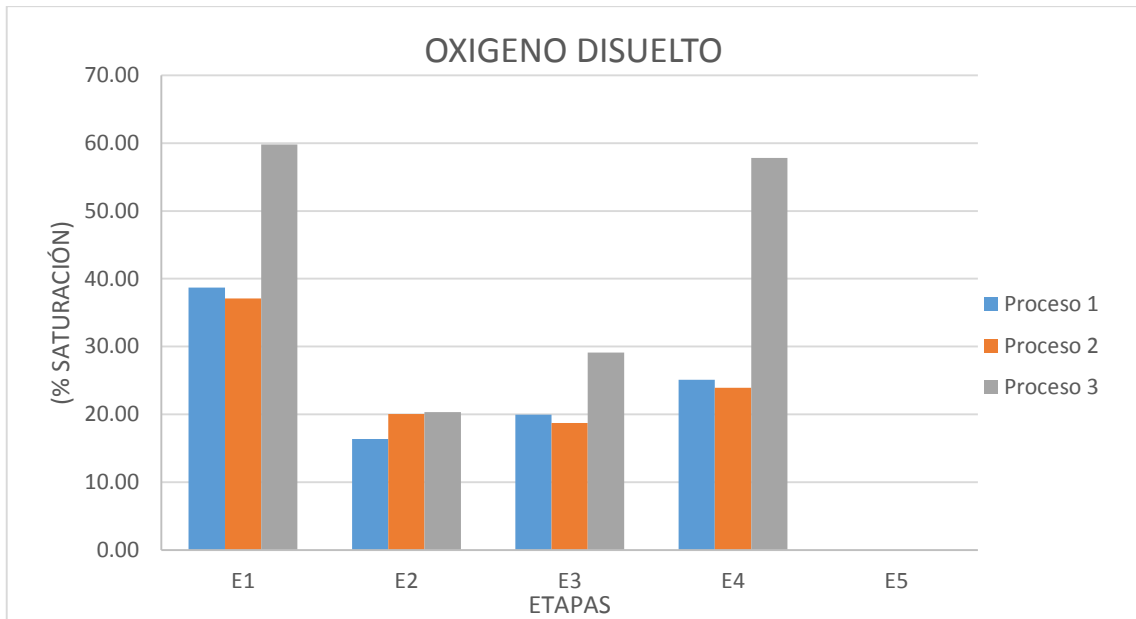


Figura 22. Grafico en columna donde nos muestra la Diferencia de los tres procesos por etapa de los Oxigeno Disuelto.

En la figura 23 nos presenta los promedios de los procesos con respecto al oxígeno Disuelto y en la etapa 5 no se encontró presencia de oxígeno, se sabe que la etapa 5 es la etapa de destilación y se elimina las viñazas estas viñazas no presentan oxígeno disuelto según se pudo determinar en el laboratorio

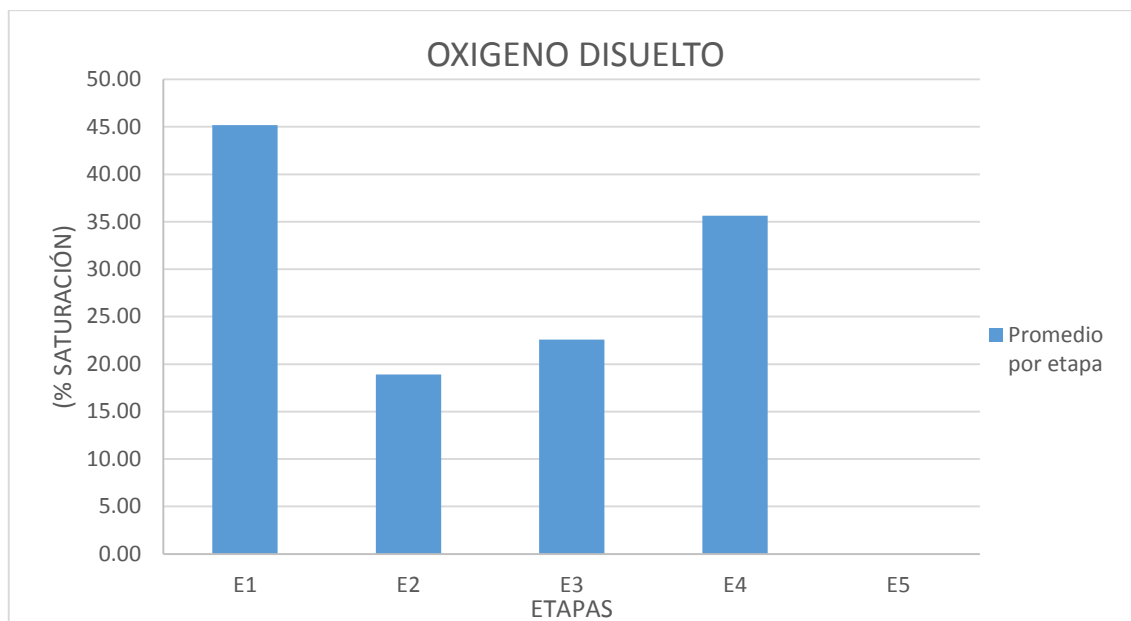


Figura 23. Gráfico en columnas del promedio por etapa del Oxígeno Disuelto

4.7. Sólidos Totales.

Los valores obtenidos en las etapas 1 y 2 de los procesos 2 y 3 son los únicos que se muestran dentro de los límites máximos permisibles según la norma (D.S N° 015-2015-MINAM), donde indica que para aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional es 1000 mg/lit. Esto es debido que en la etapa 1 es donde se recepciona y se lava las uvas, en esta etapa los únicos sólidos que se obtiene son los sólidos que están pegados a las cascarras de las uvas y palillos. En otros casos también se obtiene sólidos Disueltos de algunas pepitas que llegan en estado de putrefacción o que acarrean hongos en sus exterior.

Cuadro 23. Promedio de la Sólidos Totales en las 5 etapas y 3 procesos de producción de Vinos y Piscos

N Proceso	Sólidos Totales (mg/lt)					Promedio por Proceso	Promedio Total
	Promedio de muestras de las 5 etapas						
	E1	E2	E3	E4	E5		
Proceso 1	1,182.67	6,364.00	19,416.00	17,571.33	12,350.67	11,376.93	
Proceso 2	704.67	19,320.00	11,624.00	10,601.33	12,505.33	10,951.07	9,849
Proceso 3	894.67	10,284.67	7,354.00	2,861.33	14,696.67	7,218.27	
Promedio por etapa	927.33	11989.56	12798.00	10344.67	13184.22		

La figura 24 nos muestra la variación de las curvas en las etapas 2, 3 y 4 de los 3 procesos, los sólidos totales solo son similares en la etapa 1 y 5, esto es debido que en la etapa 1 solo se obtiene sólidos totales provenientes del lavado de la uva que es muy bajo frente a la cantidad de sólidos eliminados en la etapa 5 que son productos de la viñaza eliminada por la destilación

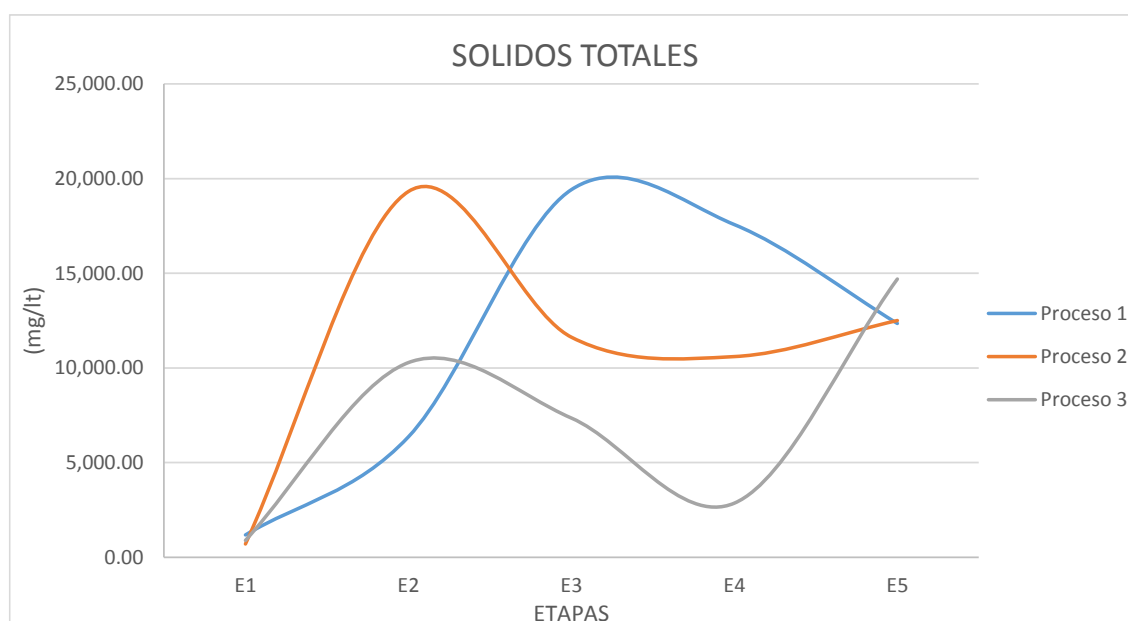


Figura 24. Curvas de los promedios de cada proceso con respecto a los Sólidos Totales donde nos muestra la tendencia de estos.

En la figura 25 el grafico de columnas de los sólidos totales nos indica que el proceso 1 es mayor en las etapas 2 y 3, a diferencia del proceso 3 que nos resulta con sólidos totales muy por debajo de los otros resultados, se puede determinar que la etapa 4 posea mayor cantidad de solidos totales debido a que en esta etapa se elimina lodos, productos de la clarificación de los vinos, estos contienen una carga bastante alta de materia orgánica mezclada con bentonita que es el agente clarificante de vinos.

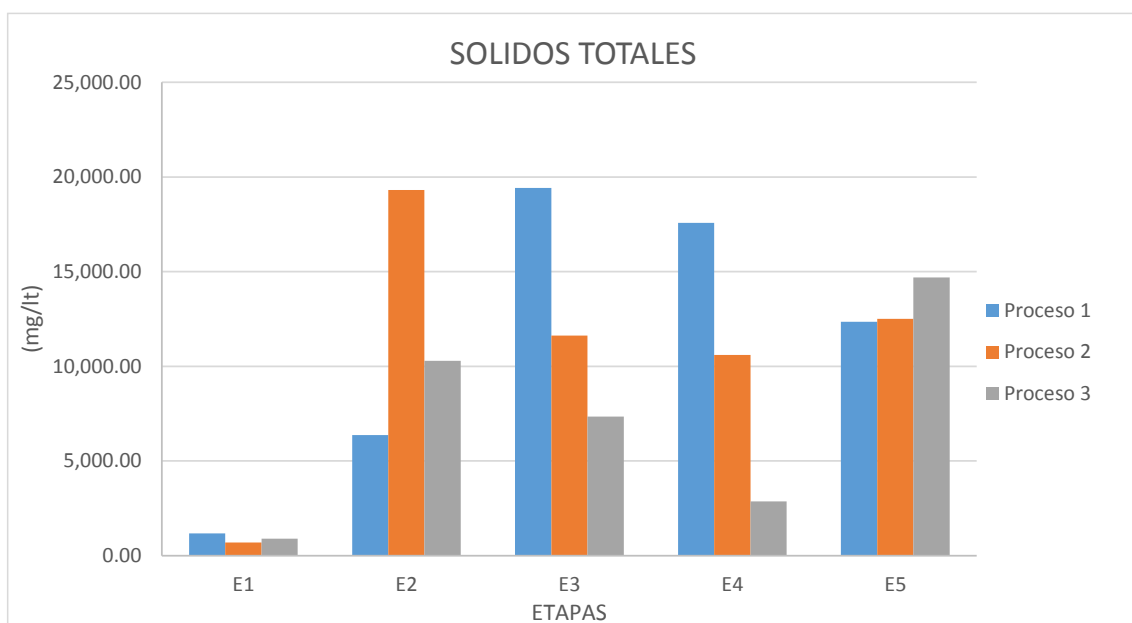


Figura 25. Grafico en columna donde nos muestra la Diferencia de los tres procesos por etapa de los Solidos Totales.

En la figura 26 se muestra los promedios de los sólidos totales de todos los procesos, y se puede identificar claramente que las etapas 3 y 5 son las de mayor cantidad de solidos debido a que en estas etapas tanto en la etapa de clarificado y la etapa de eliminación de las viñazas son la de mayor carga orgánica mezclados con lodos, y en la etapa 1 es la menor de todas puesto que es la

etapa de la recepción de la uvas, y lavado de ellas y donde presenta cargas orgánica mínimas.

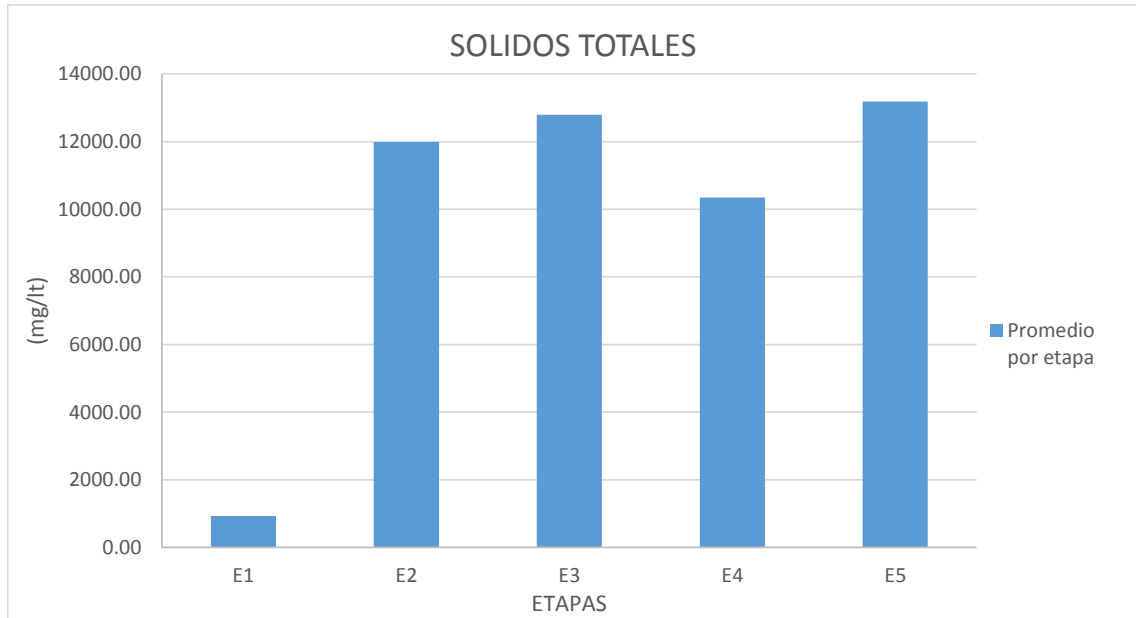


Figura 26. Gráfico en columnas del promedio por etapa de los Solidos Totales.

4.8. Fosforo Total.

Los valores obtenidos en todas las etapas se muestran fuera de los límites máximos permisibles según la norma (D.S N° 015-2015-MINAM), donde indica que para aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional es 0.15 mg/lit. Esto es porque en todas las etapas y procesos de producción se ha usado detergentes para la limpieza de los equipos usado, Romero Rojas ,JA.(1999) nos menciona que los Polifosfatos se usan como aditivos de detergentes y que los fosfatos orgánicos son constituidos por fosfolípidos, nucleótidos y fosforamidas.

Después de la fermentación, la levadura puede sufrir un proceso autólisis de su membrana celular, derramando su contenido intracelular en el medio. Además su ARN se puede “romper” en fracciones más pequeñas por medio de algunas enzimas específicas, dando como resultado nucleótidos libres y nucleósidos. (Bonato, M. 2014).

El metabolismo del ácido fosfórico se encuentra íntimamente ligado a su multiplicación, teniendo en cuenta que el núcleo de la célula está constituido en su mayor parte por nucleoproteidos, la levadura contiene como mínimo 1 % de ácido fosfórico. (Kretzschmar, H. 1961)

En la etapa 3 se obtiene en el clarificado grandes cantidades de levadura procedente de la fermentación de los vinos es por ello que se explica que en esta etapa se de el aumento a 86. 61 mg/lit de fosforo presente.

Cuadro 24. Promedio del Fosforo en las 5 etapas y 3 procesos de producción de Vinos y Piscos

N Proceso	Fosforo Total (mg/lt)					Promedio por Proceso	Promedio Total
	Promedio de muestras de las 5 etapas						
	E1	E2	E3	E4	E5		
Proceso 1	4.55	18.41	79.67	61.07	24.60	37.66	38
Proceso 2	2.55	16.04	94.80	16.22	66.52	39.23	
Proceso 3	3.19	18.11	85.37	17.79	64.40	37.77	
Promedio por etapa	3.43	17.52	86.61	31.69	51.84		

En la figura 27 la curvas del fosforo del proceso 1 nos muestra una diferencia en la etapa 4 y 5 que se alejan de los resultados de estas.

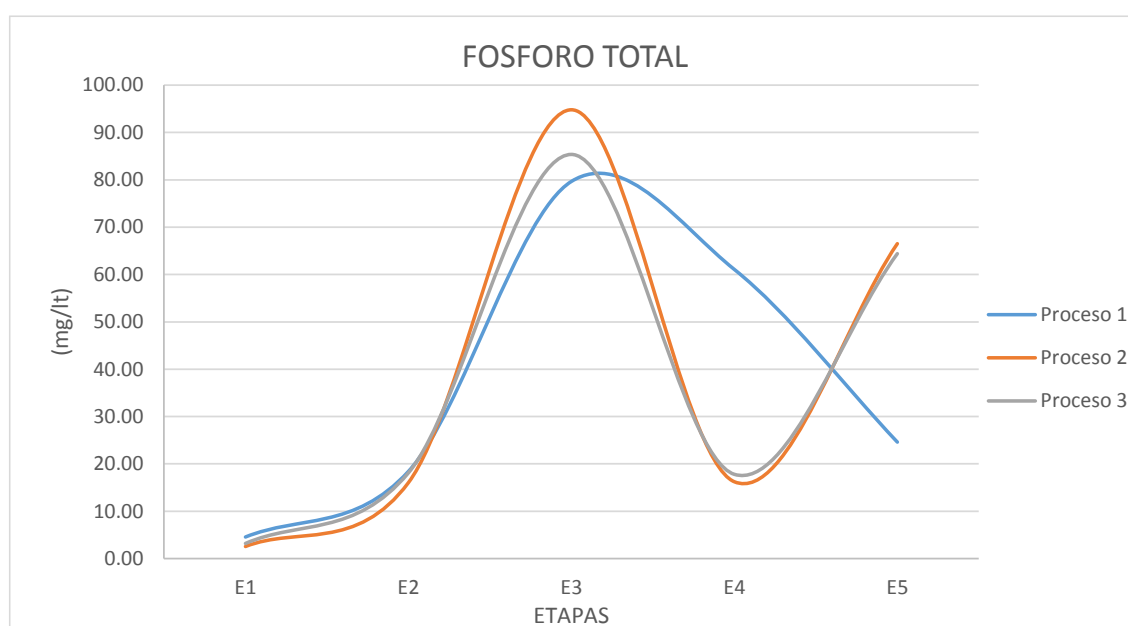


Figura 27. Curvas de los promedios de cada proceso con respecto al Fosforo Total donde nos muestra la tendencia de estos.

En la figura 28 el grafico de columnas nos muestra que el proceso 2 en la etapa 3 tiene alto grado de concentración de fosforo total, debido a que en esta es la etapa del clarificado y filtrado, y para la operación de filtrado se tiene mucho cuidado en la desinfección de este equipo ya que es una de las etapas finales del vino y hay que tener mucho cuidado que este en contacto con el aire y con el ambiente, ya que es de suma importancia que no se contamine, porque podríamos echar a perder todo el trabajo realizado.

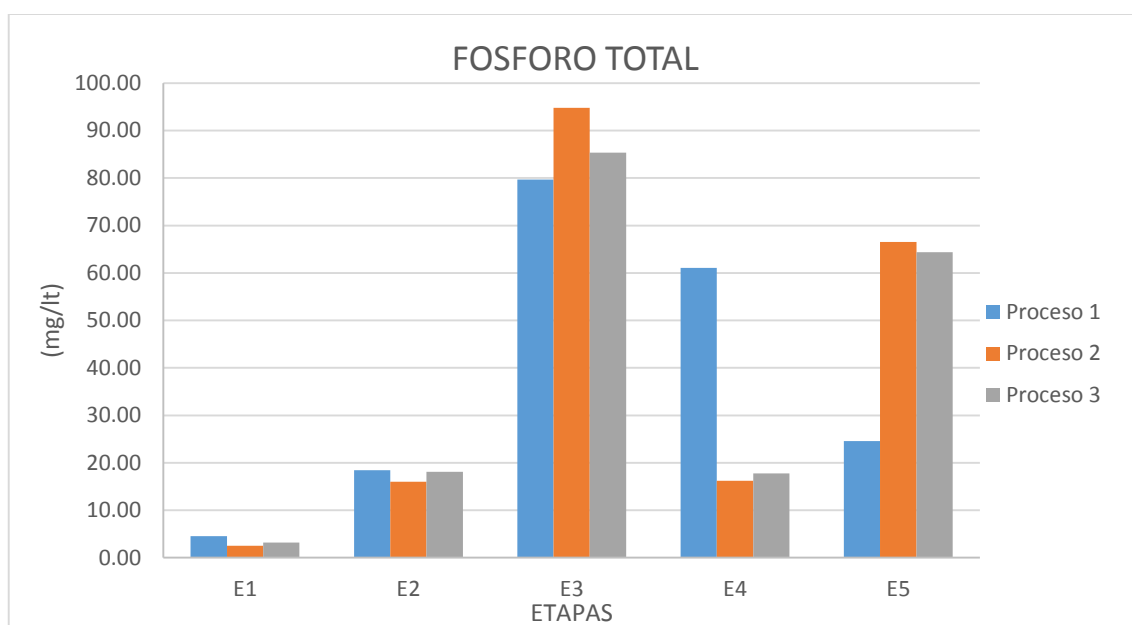


Figura 28. Grafico en columna donde nos muestra la Diferencia de los tres Procesos por etapa del Fosforo Total.

En la figura 29 los promedios totales de los procesos en cada una de las etapas el fosforo total es muy variante en todas las etapas, debido a que se usó diversas cantidades en cada una de las etapas, y en especial en la etapa 3 en la etapa de clarificado y filtrado, podemos suponer que proviene del uso de detergentes

para el lavado y desinfección del filtro prensa, ya que la bentonita usada en la clarificación no presenta componentes de Fosforo en su composición.

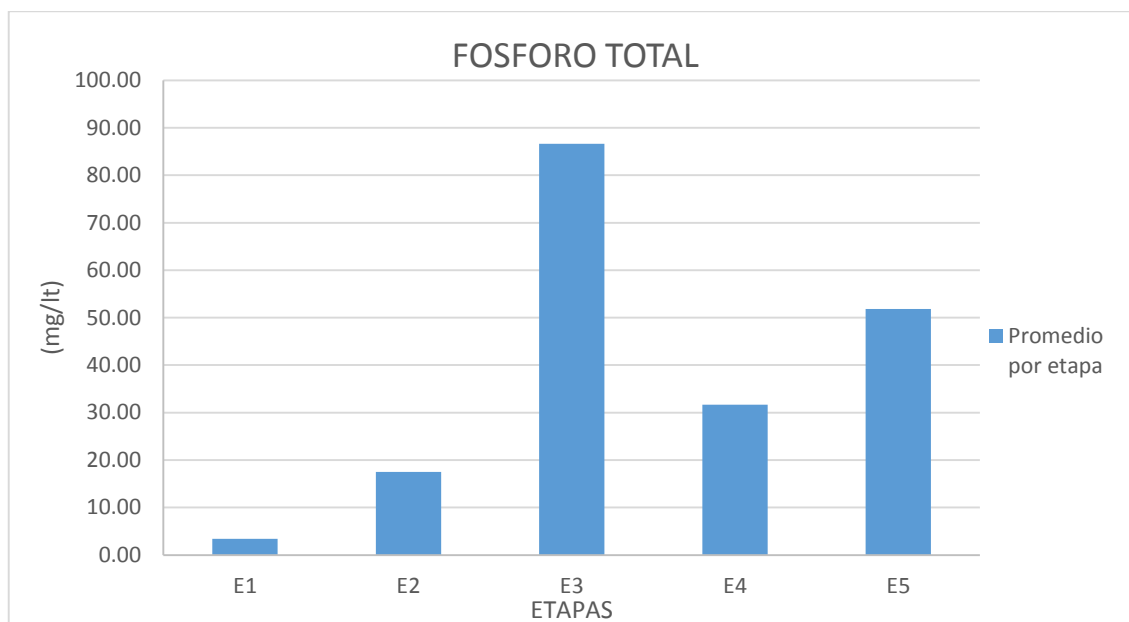


Figura 29. Gráfico en columnas del promedio por etapa de los Fosforo Total .

4.9. pH.

Los valores obtenidos en la etapa 5 se muestran por debajo de los límites máximos permisibles según la norma (D.S N° 015-2015-MINAM), donde indica que para aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional es 5.5 a 9. Debido a que en la Destilación se concentra los ácidos producto de la fermentación y de la materia prima para luego convertirse en viñaza, además

que ya hubo un proceso de fermentación y que parte del CO₂ producido se ha combinado con el vino.

La acidez del vino está constituida por diversos ácidos orgánicos. Procedentes de la Uva: Ácido tartárico, ácido málico, ácido cítrico; Originados por la fermentación: Ácido Succínico, ácido Láctico, ácido acético.

Hay también otros ácidos en pequeñas cantidades: galacturónico, glucorónico, glucónico, citramálico, dimetilglicérico, pirúvico, cetoglutárico, etc. Estos ácidos se encuentran en los vinos bajo dos estados: la mayor parte en estado libre, y representan la acidez total. La acidez real, o concentración de iones hidrógeno, expresada por el pH, está en relación a la vez con la cantidad y fuerza de los ácidos. (Peynaud, E. 1977).

La causa más común de acidez en aguas es el CO₂, el cual puede estar disuelto en agua, el CO₂ se combina con el agua para formar un ácido débil, inestable, ácido carbónico o H₂CO₃. (ROMERO, J. 1999)

Cuadro 25. Promedio de la pH en las 5 etapas y 3 procesos de producción de Vinos y Pisco.

N Proceso	pH					Promedio por Proceso	Promedio Total
	Promedio de muestras de las 5 etapas						
	E1	E2	E3	E4	E5		
Proceso 1	5.93	5.47	6.13	5.92	3.11	5.31	5
Proceso 2	6.00	5.43	6.23	5.87	3.27	5.36	
Proceso 3	6.05	5.49	6.02	6.24	3.08	5.38	
Promedio por etapa	5.99	5.46	6.13	6.01	3.15		

La figura 30 nos muestra que el pH de todos los procesos siguen una curva de tendencia similar en todas las etapas de producción, y que esta disminuye en la etapa 5, ya que en esta etapa es donde se eliminan las viñazas producto de la destilación, y este presenta pH por debajo de 4.

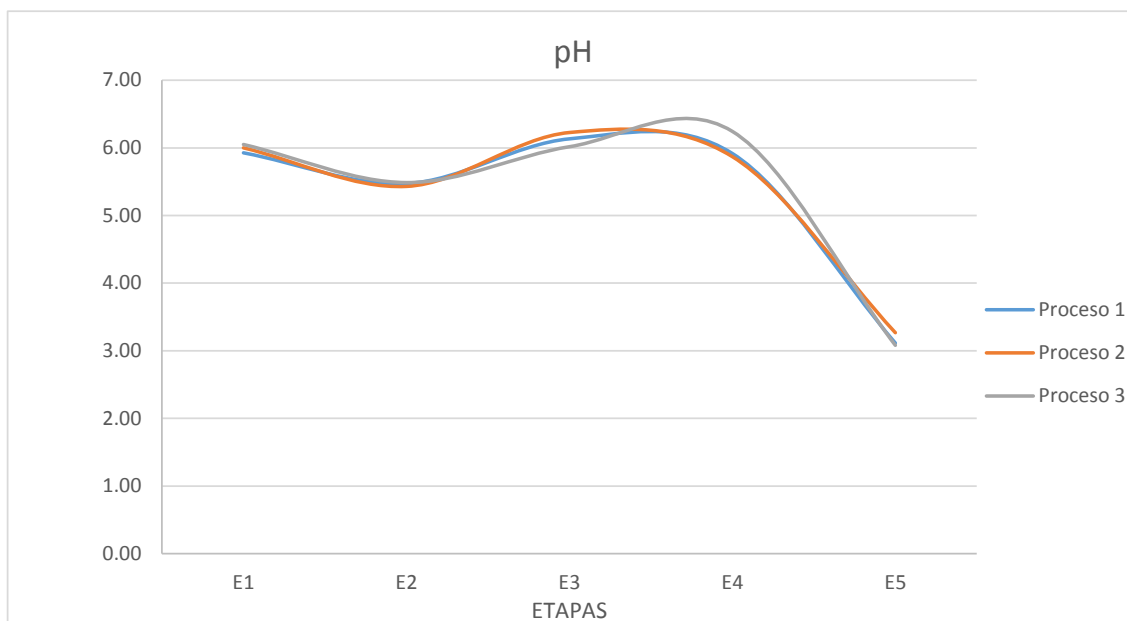


Figura 30. Curvas de los promedios de cada proceso con respecto al PH
Donde nos muestra la tendencia de estos.

En la figura 31 nos presenta los gráficos en columna del pH y se muestra en todas las etapas que los 3 procesos son similares.

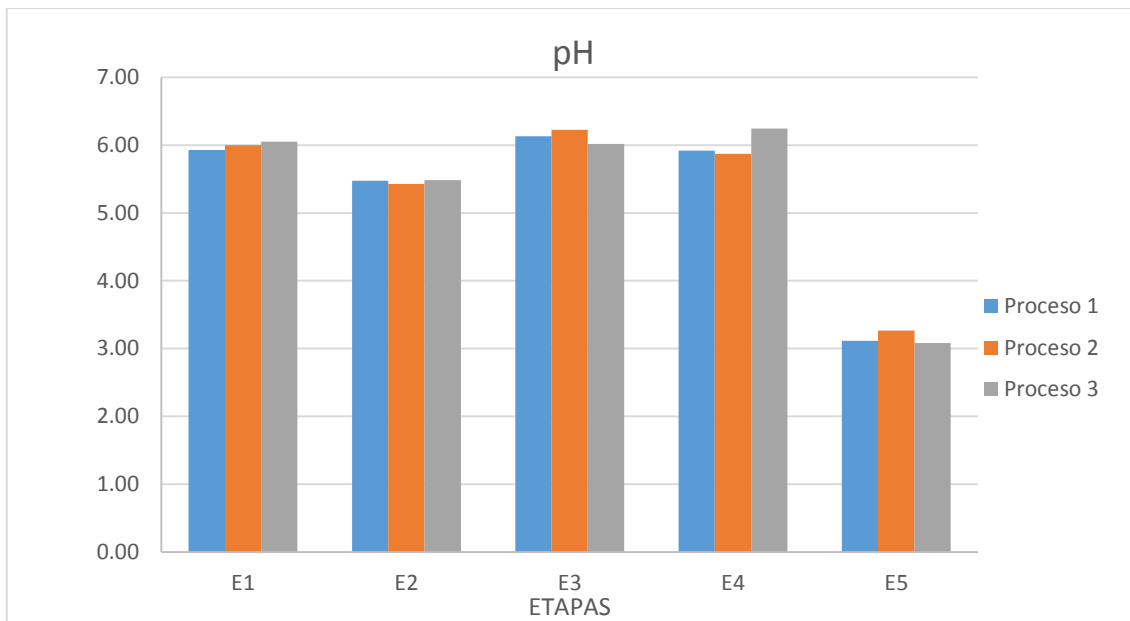


Figura 31. Grafico en columna donde nos muestra la Diferencia de los tres procesos por etapa del pH.

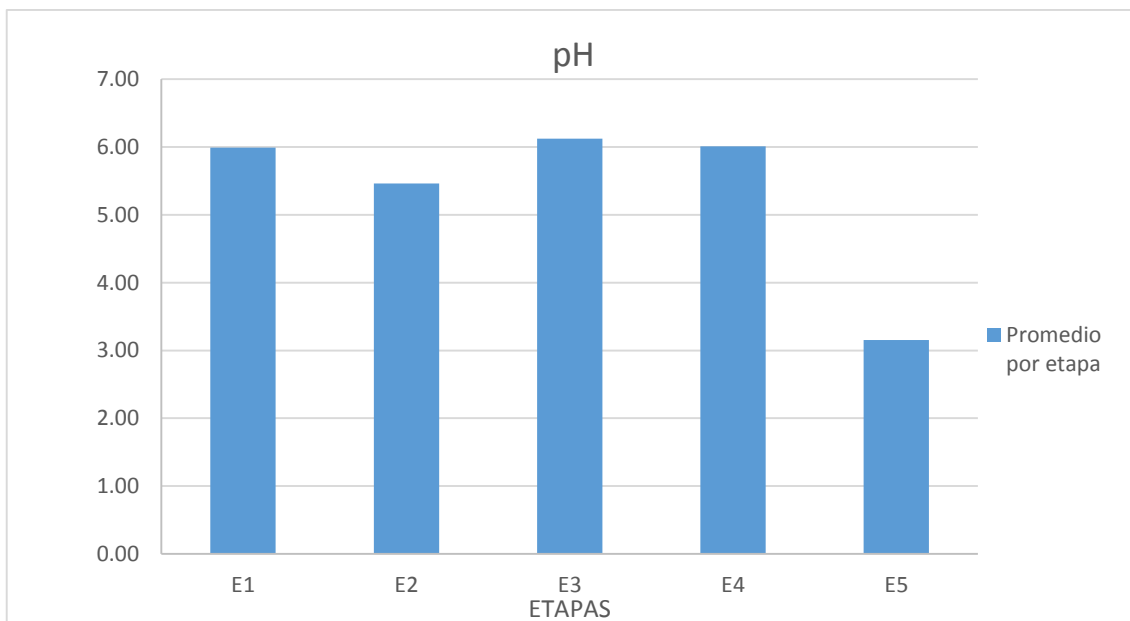


Figura 32. Grafico en columna donde nos muestra la Diferencia de los tres procesos por etapa del pH.

4.10. Determinación del Nivel de Contaminación de las aguas provenientes de la producción de vinos y piscos.

A continuación se muestra los promedios totales obtenidos de todos los parámetros estudiados, donde nos determinara los índices de contaminación. Es muy importante comenzar a determinar y analizar índices que se pueden obtener a partir de parámetros básicos ya que estos tienen como propósito simplificar en una expresión numérica las características positivas o negativas de cualquier fuente de agua (Martínez de Bascaran 1976).

Cuadro 26. Promedio Totales de Todos los Parámetros estudiados.

PARAMETROS	PROMEDIOS TOTALES
CONDUCTIVIDAD (US/cm)	944
DUREZA (mg/lit)	310
Alcalinidad (mg/lit)	44
DBO5 (mg/lit)	13
Coliformes Totales	7
Oxígeno Disuelto (% Saturación)	24
Sólidos Totales (mg/lit)	9,849
Fósforo Total (mg/lit)	38
pH	5

4.10.1. Índice de contaminación por Mineralización - ICOMI.

Teniendo en cuenta que este es un índice que relaciona tres parámetros fundamentales como lo son la conductividad, la dureza y la alcalinidad al obtener un valor de índice alto (cercano a uno) se podría pensar en el mismo sentido en valores altos para los parámetros analizando de esta manera un alto contenido de sales de magnesio y calcio que son responsables de un incremento de la dureza en un determinado cuerpo de agua, también es importante anotar que para que el fenómeno de mineralización en aguas está ampliamente ligado a la capacidad del cuerpo de agua que se estudia de disolver tanto cationes como aniones y esto se puede ver reflejado en la cantidad de sólidos disueltos.

Cuadro 27. Resultado del Índice de Contaminación por Mineralización en el ICATest v1.0.

ICATest v1.0 - Reporte ICOMI		
Valor del índice:		0.667
Número de parámetros:		3
Grado de contaminación:		Alto
Rango:		0,6 - 0,8
Color:		Naranja
Parámetro	Resultado	Subíndice
Conductividad	944	1
Dureza	310	1
Alcalinidad	44	0

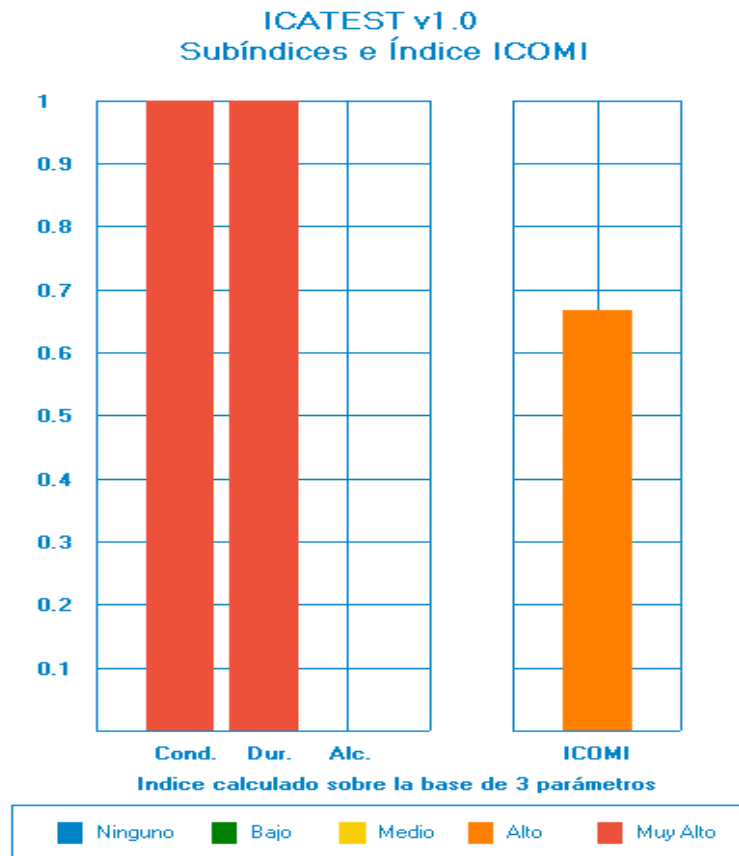


Figura 33. Resultado en barras del ICOMI con sus respectivos parámetros usados.

4.10.2. Índice de contaminación por Materia Orgánica - ICOMO.

En el resultado obtenido para el ICOMO se hace evidente una fuerte carga de materia orgánica que está siendo vertida en el sistema de alcantarillado sanitario, en este punto de muestreo se presenta para el índice un valor de 0.504 lo que representa un grado de contaminación Medio ya que cuando se incrementan los valores de la DBO se hace presente una fuerte carga de contaminantes orgánicos ya que los residuos de la producción de vinos presentan grande cantidades de materia orgánica. Por otro lado si se analiza el

valor de coliformes totales que se empleó para determinar el índice de contaminación se observa un valor radicalmente de 7.00 (NMP/(100 ml))

Basándose en lo anterior y en los resultados generales obtenidos se debe sugerir un tratamiento previo a la materia orgánica vertida en el punto de muestreo ya que en los tres parámetros empleados para la determinación del índice se muestran valores demasiado altos cosa que finalmente generaría una total disminución del oxígeno en el cuerpo de agua.

Cuadro 28. Resultado del Índice de contaminación por Materia Orgánica en el ICATest v1.0

ICATest v1.0 - Reporte ICOMO		
Valor del índice:		0.497
Número de parámetros:		3
Grado de contaminación:		Medio
Rango:		0,4 - 0,6
Color:		Amarillo
Parámetro	Resultado	Subíndice
DBO	14	0.73
Coliformes fecales	7	0
Oxígeno disuelto	24	0.76

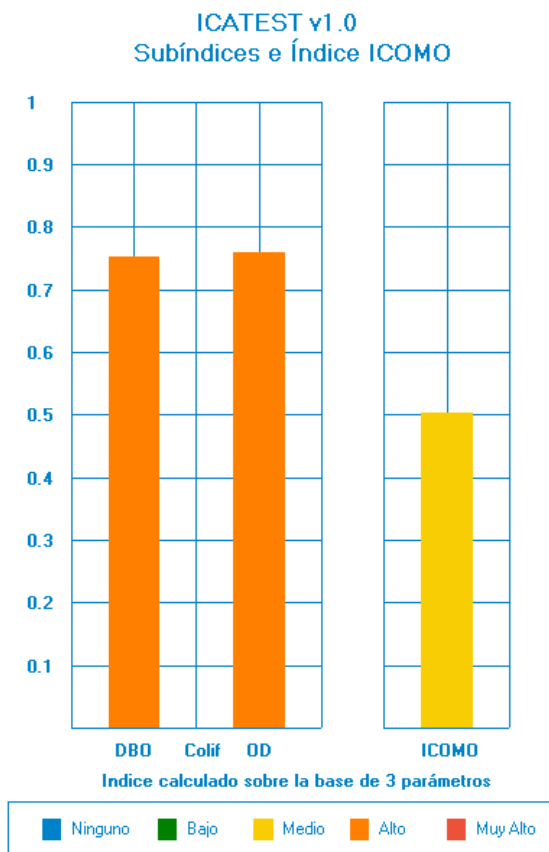


Figura 34. Resultado en barras del ICOMO con sus respectivos parámetros usados.

4.10.3. Índice de Contaminación por Sólidos Suspendidos – ICOSUS.

En este índice se trabaja únicamente con un parámetro que es como su nombre lo indica la cantidad de sólidos suspendidos, estos provienen de la producción de vinos y básicamente son definidos como la proporción de sólidos retenidos en un filtro que después se seca hasta obtener un peso constante, generalmente representan un problema para la humanidad cuando entran en contacto con las estructuras hidráulicas a lo largo de una conducción o una planta de tratamiento ya que pueden tapan las válvulas por ejemplo, para el caso del resultado obtenido se le asigna a este índice un valor de uno cosa

que demuestra que los valores de las lecturas de cantidad de sólidos suspendidos totales son muy altos dando un grado de contaminación muy alto.

Cuadro 29. Resultado del Índice de contaminación por Sólidos Suspendidos en el ICATest v1.0

ICATest v1.0 - Reporte ICOSUS	
Valor del índice:	1
Número de parámetros:	1
Grado de contaminación:	Muy alto
Rango:	0,8 - 1
Color:	Rojo

Parámetro	Resultado
Sólidos totales	9849

ICATEST v1.0
Representación Gráfica de la Calidad del Agua

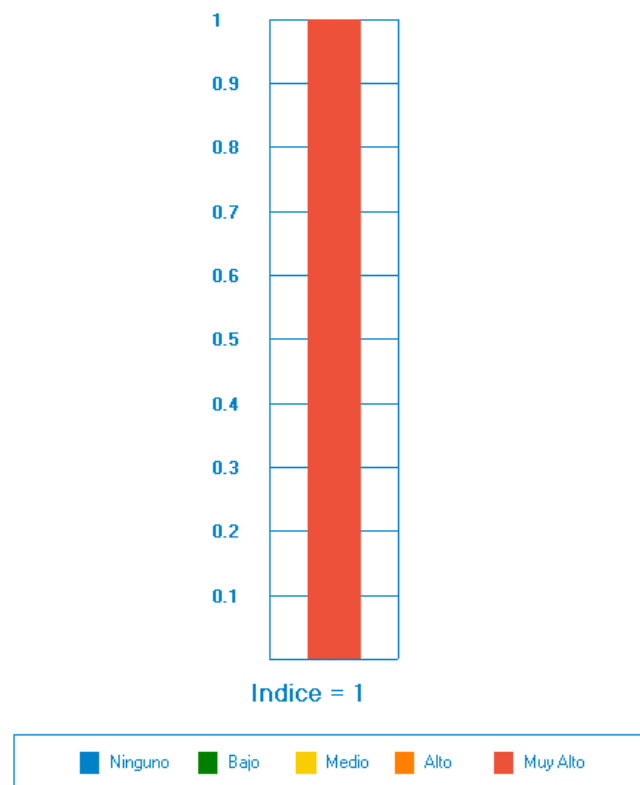


Figura 35. Resultado en barras del ICOSUS con sus respectivos parámetros usados.

4.10.4. Índice De Contaminación Por Trofia – ICOTRO.

Para poder entender de manera clara los resultados obtenidos en este índice de contaminación es muy importante hacer claridad acerca de los conceptos que se generan por la concentración de fósforo en el agua, en primer lugar está la eutrofia que es un fenómeno que se genera cuando en un cuerpo de agua se presenta un exceso en la cantidad de nutrientes, este fenómeno genera que se incremente de manera descontrolada la existencia de plantas y organismos que al morir disminuyen la calidad del agua, en este mismo sentido la hipereutrofia es este fenómeno llevado al extremo. Para este se tiene un valor de contenido de fósforo de 38 mg/L generando hipereutrofia, cuando sucede esto la cantidad de plantas y organismos que se presentan en el agua es tan alta que ni siquiera se permite el acceso de la luz dentro del cuerpo de agua, bajo estas condiciones la cantidad de materia orgánica se dispara haciendo que aumente proporcionalmente la demanda biológica de oxígeno y a su vez disminuya el porcentaje de oxígeno generando unas condiciones de una alta contaminación y degradación de la calidad del agua .

Se calcula sobre la base de la concentración de Fósforo Total en mg/l.

- Oligotrofia : < 0.01
- Mesotrofia : 0.01-0.02
- Eutrofia: 0.02-1.00
- Hipereutrofia >1.00

Cuadro 30. Resultado del Índice de contaminación por Trofia en el ICATest v1.0

Reporte ICOTRO	
Número de parámetros:	1
Grado de contaminación:	Hipereutrofia
Rango:	>1.00

Parámetro	Resultado
Fosforo Total (mg/lit)	38

4.10.5. Índice de contaminación por pH - ICOpH.

Como ya es sabido la lectura del pH principalmente sirve para determinar si una sustancia resulta ser acida, básica o dado el caso neutra, dentro de la normatividad existente se ha establecido que los límites máximos permitidos para lecturas de pH deben encontrarse entre 5.5 a 9.0, el valor de pH utilizado para determinar el índice de contaminación fue de 5, después de aplicar este valor a la fórmula del ICOpH se obtuvo un valor de 0.493, lo que indica que la contaminación generada por la variación del pH es Medio.

Cuadro 31. Resultado del Índice de contaminación por pH en el ICATest v1.0

ICATest v1.0 - Reporte ICOpH	
Valor del índice:	0.493
Número de parámetros:	1
Grado de contaminación:	Medio
Rango:	0,4 - 0,6
Color:	Amarillo

Parámetro	Resultado
pH	5

ICATEST v1.0
Representación Gráfica de la Calidad del Agua

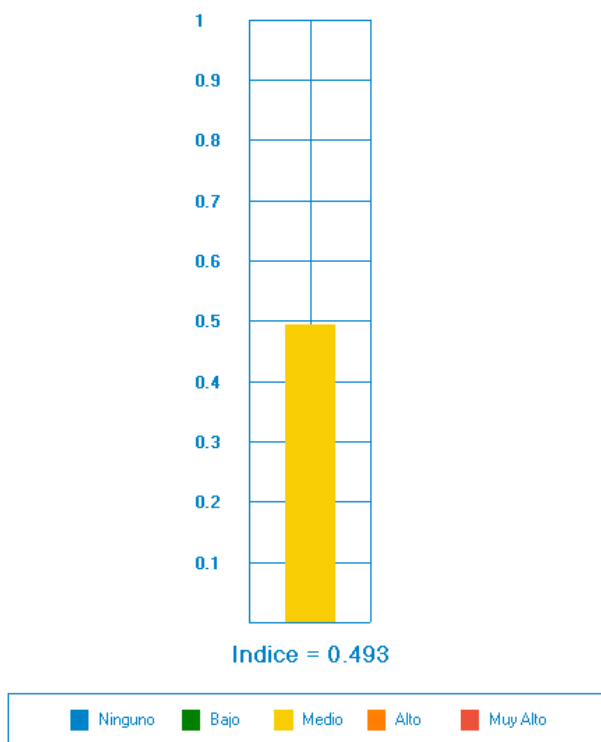


Figura 36. Resultado en barras del ICOPH.

4.11. Comparación de los Resultados.

En el Cuadro que se presenta a continuación se muestran los valores obtenidos para los cinco índices que se representa a través de valores numéricos; el resultado para el índice de contaminación por trofía (ICOTRO) no se puede plasmar en la gráfica debido a que no se representa por medio de un valor numérico sino que debido a la cantidad de fósforo se le asignó una valoración como un medio con hipertrofia.

Cuadro 32. Resultados totales de los Índices de Contaminación según su grado de Contaminación.

ÍNDICE DE CONTAMINACION	SIGLA	RESULTADO	GRADO DE CONTAMINACION
Índice de contaminación por mineralización	ICOMI	0.667	Alto
Índice de contaminación por materia orgánica	ICOMO	0.497	Medio
Índice de contaminación por sólidos suspendidos	ICOSUS	1.00	Muy Alto
Índice de contaminación por Trofia	ICOTRO	1.00	Hipereutrofia
Índice de contaminación por pH	ICOPH	0.493	Medios

Si comparamos todos los índices de contaminación observamos que el ICOSUS y ICOTRO son los más elevados y podemos determinar que tanto la contaminación por sólidos suspendidos y por Trofia son problemas que debemos mitigar antes de que estas descargas de aguas residuales No domésticas ingresen al sistema de alcantarillado sanitario

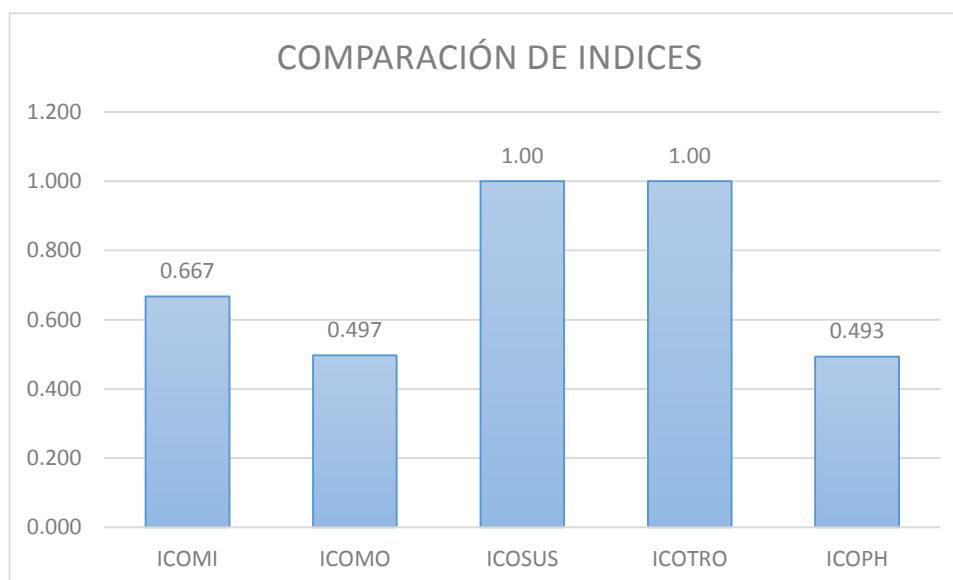


Figura 37. Gráfico en barras de comparación de los Índices.

4.12. Determinación del Volumen de Agua

La determinación del volumen de agua usado para la producción de vinos es importante debido a que nos da a conocer el caudal usado y el volumen en litros de agua por volumen en litros producidos de vino. El conocimiento de esto también nos brinda información necesaria para poder corregir algunos procesos en la fabricación de vinos como es el caso del enfriamiento y buscar algunas alternativas para poder dar solución al problema del gasto significativo de agua gastada en la producción de vinos.

Gobierno de la Rioja (2006) nos menciona que mientras que en países de tradición vitivinícola como Italia o Francia consumen 1lt agua /lt vino elaborado, en España se puede llegar a consumir de 3 a 6 lts agua/ lts vino elaborado. El consumo de agua en una bodega tiene un carácter estacional El agua se emplea en un gran número de procesos, preferentemente de limpieza, entre los que destacan:

- Limpieza de tolvas, despalladora, prensas
- Limpieza de depósitos y barricas
- Limpieza de botellas y embotelladora
- Limpieza de suelos
- Equipos de refrigeración
- Instalación contra incendios
- Aseos y vestuarios
- Laboratorio
- Riego en zonas ajardinadas

En estas operaciones es donde se debe corregir el consumo desmedido de agua, consiguiendo una racionalización de su uso.

En el proceso llevado en la producción de Vinos en la empresa Bodegas Recavarren E.I.R.L se determinó in situ los volúmenes usados en cada proceso que nos indica en el cuadro siguiente:

Cuadro 33. Volúmenes de agua por cada fase del proceso de elaboración de Vinos y Piscos.

ETAPAS	FASES	Descripción	VOL (lt)
1	Recepción de las uva	Lavado	400.00
	Estrujado y despalillado	Desinfección	15.00
2	Fermentación Alcohólica	Mezcla	1,600.00
	Pasterizado	Desinfección	40.00
	Shock térmico	enfriado	2,000.00
3	Clarificado	Limpieza	50.00
	Filtrado	Desinfección	30.00
4	Todas las etapas	Limpieza	200.00
	Botellas	Lavado	400.00
5	Destilación	enfriado	250.00
		Desinfección	50.00
VOLUMEN TOTAL (lt)			5,035.00

La determinación del volumen fue de 5,035 litros de agua por cada proceso, corroborando con los registros del recibo de agua se determinó que el análisis determinado fue correcto. Se determinó que 2.52 litros de agua son necesarios para producir 1 litro de vino y que el caudal diario es de 167.83 litros de agua por día.

Cuadro 34. Volumen de agua usado para la producción de Vino y Caudal diario usado en la planta de producción de Vinos y Piscos.

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
Vol(H2O)/litro Vino	litros	2.52
Caudal	litros/día	167.83

4.13. Plan de Manejo Ambiental

Es importante dentro de la producción de vinos y piscos separar los fangos, lodos y viñazas para la producción de compostaje. Para esto hay que crear un manual de procedimiento de trabajo de la planta de proceso, en donde todos los residuos líquidos provenientes de la producción deben ser separados cuidadosamente para que puedan ser tratados en la pequeña instalación para su tratamiento final.

1° Fase. Separar todos los residuos líquidos a tratar.

En esta fase es necesario separar todos los líquidos residuales de la planta en dos, en los reusables y en los no reusables.

Los reusables son todos aquellos residuos de la producción de vinos, como son fangos después de la clarificación, restos de vino, cascaras y hollejos.

Los no reusables son todos los líquidos usados para la desinfección, lavado de botellas, agua para destilación, agua de enfriamiento, agua de limpieza para los depósitos, etc.

2° Fase. Espesado.

Los líquidos reusables son almacenados en un tanque cónico o de decantación para separar la parte líquida que nos servirá para el proceso de destilación y la parte sólida que ira al Biodigestor para su conversión en compost.

Hammeken, A. (2005) nos menciona que el espesado es un procedimiento que se emplea para aumentar la fracción sólida del lodo de desecho mediante la reducción de la fracción líquida del mismo. Por ejemplo, si un lodo activado que normalmente se bombea desde los tanques de sedimentación secundaria con un contenido de sólidos del 0.8 %, se pudiera espesar hasta un contenido de

sólidos del 4 %, por lo tanto se conseguiría reducir el volumen de lodo a una quinta parte.

La reducción del volumen de lodo es muy beneficiosa para los procesos de tratamiento subsecuentes tanto por la capacidad de tanques y equipos necesarios. La reducción del volumen permite reducir tamaños de tuberías, bombas y tanques digestores.

3° Fase. Destilación.

En esta fase aproximadamente el 22 % de todo lo que ingresa al destilador se convierte en alcohol y las viñazas generadas producto de la destilación serán trasladados al biodigestor para su conversión en compost.

4° Fase. Acondicionamiento Químico.

Es necesario corregir el pH y al mismo tiempo eliminar el exceso de agua de la mezcla de fangos y viñaza obtenida del proceso de fabricación de vinos y de la destilación del Pisco.

Arundel ,J. (2003), nos menciona que para el proceso de Digestión el pH debe estar en el intervalo de 6.6 a 7.6 y nunca podrá ser menor de 6.2.

De acuerdo a Metcalf y Eddy (1998), el uso de productos químicos para el acondicionamiento del fango para su deshidratación es una práctica económica debido al aumento de la producción y a la mayor flexibilidad que se obtiene. El acondicionamiento químico permite reducir la humedad del fango desde el 90 – 99 por 100 hasta el 65 – 85 por 100, dependiendo de la naturaleza de los sólidos a tratar. El acondicionamiento químico da lugar a la coagulación de los sólidos y a la liberación del agua adsorbida. Los productos químicos que se emplean incluyen el cloruro férrico, la cal, la alúmina y polímeros orgánicos. Los polímeros

no provocan un aumento notable de los sólidos secos, mientras que las sales de hierro y la cal pueden provocar aumento del 20 – 30 por 100.

5° Fase. Digestión.

En esta fase se recepcionara los sólidos obtenidos de la decantación y las viñazas del destilador, es importante medir los parámetros como son pH, Alcalinidad, Oxígeno Disuelto para tener presente los parámetros para la digestión anaerobia que se pretende hacer.

Digestión anaerobia de Lodos.

La degradación lenta del contenido orgánico del lodo por medio de bacterias anaerobias estrictas (obligadas), que lo transforman en compuestos más sencillos, en último caso en dióxido de carbono, agua y aniones (nitritos, sulfatos y fosfatos), aunque el proceso nunca alcanza la desmólisis completa. (Arundel, J. 2003)

Los principales inconvenientes que suelen achacarse a la digestión anaerobia resultan de dos factores: la complejidad relativa del proceso, que involucra la actuación secuencial y/o simultánea de varios grupos de microorganismos específicos, y los elevados costes de inmovilizado que suele presentar frente a las otras alternativas. Así, respecto del primer aspecto mencionado, cabe resaltar que las actividades de los principales grupos bacterianos responsables del proceso suelen clasificarse en cuatro etapas diferenciadas y secuenciales:

a) **Etapas hidrolítica:** ruptura enzimática de las macromoléculas orgánicas en monómeros utilizables metabólicamente. Se desarrolla mediante exoenzimas

excretadas por los microorganismos responsables De la fase subsiguiente.(Escuela de Organización Industrial, 2008)

Hidroliza polímeros orgánicos, lípidos, monosacáridos y aminoácidos. (Arundel, J. 2003)

b) **Etapa acidogénica:** biodegradación, mediante un grupo de microorganismos denominados “acidogénicos” de los monómeros formados en la anterior etapa hasta ácidos grasos de cadena corta, dióxido de carbono e hidrógeno. (Escuela de Organización Industrial, 2008)

c) **Etapa acetogénica:** transformación de los ácidos grasos de cadena corta, (principalmente ácido propiónico y ácido butírico) hasta ácido acético e hidrógeno . (Escuela de Organización Industrial, 2008)

Fermenta los productos de la ruptura y los lleva a ácidos orgánicos sencillos, como por ejemplo acético y propiónico, estando formado por organismos estrictamente anaerobios, y por anaerobios facultativos, los acidógenos, por ejemplo *clostridium*, *desulphovibrio*, *actinomices*, *staphylococcus* y *Escherichia coli*. (Arundel, J. 2003)

d) **Etapa metanogénica:** transformación de los productos intermedios anteriores hasta metano y dióxido de carbono por los microorganismos denominados “metanogénicos”. En esta etapa pueden distinguirse, a su vez, dos subetapas caracterizadas por los sustratos utilizables así como por el tipo de microorganismos capaces de realizar la transformación. (Escuela de Organización Industrial, 2008).

Los metanógenos convierten el H₂ y el ácido acético ya producidos, en CH₄ y CO₂; los *Methanobacterium*, *Methanobacillus* y *Metanococcus* están presentes

habitualmente. Pueden utilizar solamente pocos sustratos, entre los cuales están CO₂, H₂, formiatos, acetatos, metanol, metilamina y CO, tienen una velocidad de crecimiento pequeña. (Arundel, J. 2003)

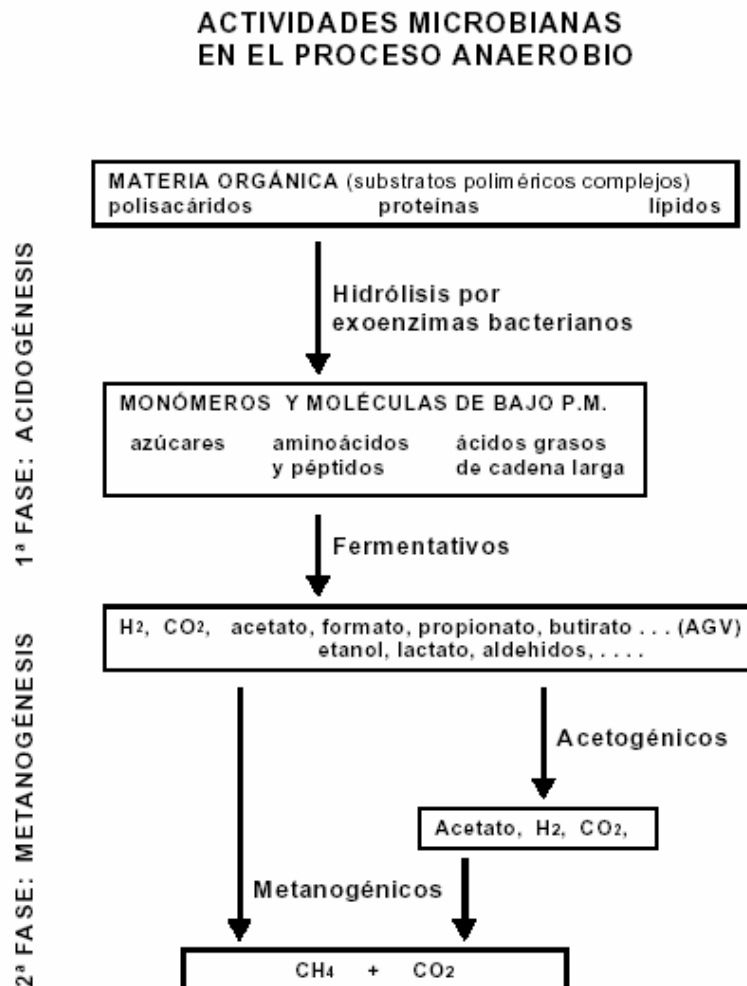


Figura 38. Actividades Microbianas en el Proceso Anaerobio.

En la siguiente figura se muestra en resumen todas las fases antes mencionadas, de esta manera se sugiere procesar todos los fangos y viñazas obtenidas en el proceso de producción de vinos y piscos, así se podrá solucionar

el problema de inyectar tanta carga orgánica el sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de tingo maría.

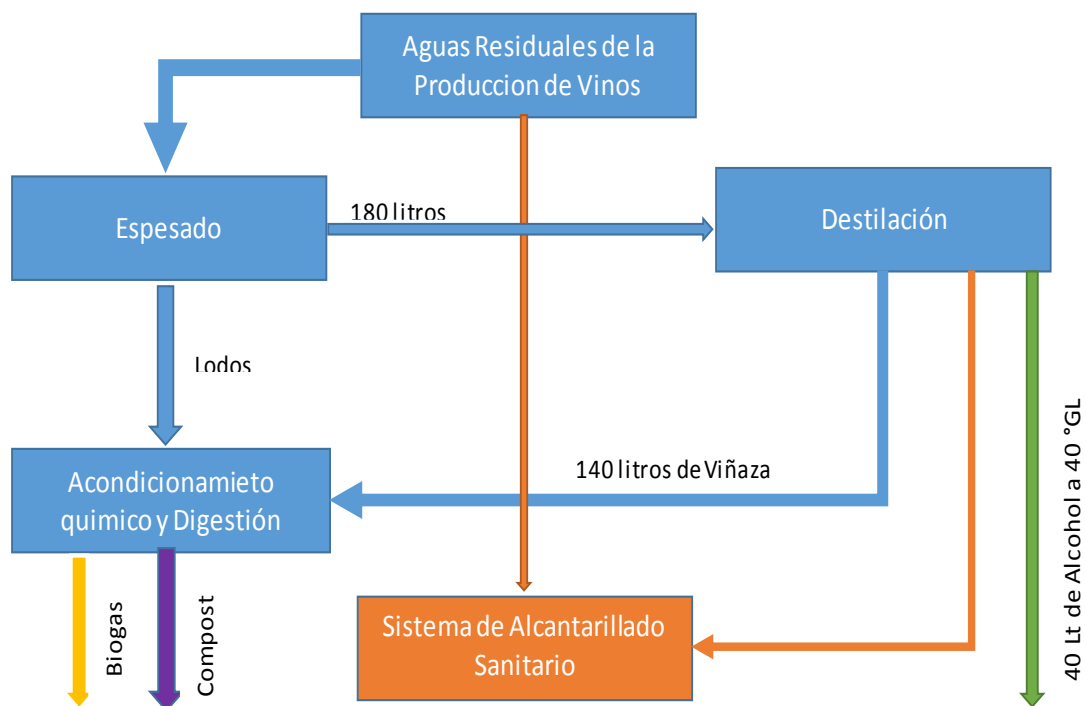


Figura 39. Producción de Compostaje a partir de Residuos de la Producción de Vinos y Piscos.

V. DISCUSION.

La presente investigación nos muestra como resultado los parámetros obtenidos de acuerdo a los Índices de contaminación del agua (Icos) que son índices colombianos en donde se han evaluado cada uno de estos parámetros en comparación con la normatividad peruana como son los valores máximos Admisibles (DS 021 – 2009 – Vivienda), estándares Nacionales de calidad Ambiental para Agua (ECA) DSN 015-2015-MINAM y Límite Máximo permisible de efluentes para alcantarillado (Cerveza) (DS. N 003-2002 – Produce). Mientras que el grado de contaminación será analizado con respecto a la metodología planteada por RAMÍREZ *et al.*, 1997

- Los registros de conductividad para las etapas de la producción de vinos y piscos nos dio 944 us/cm que se encuentran dentro de los límites para el agua considerando que ello podría ser potabilizada con tratamiento convencional (D.S 015-2015-MINAM EL PERUANO 2015).

Estudios del INRENA; respecto a la caracterización de aguas subterráneas de INRENA, el valor más alto fue registrada en el Valle Virú registrándose 1650 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el valor mínimo es de 280 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el Valle de Mala en la tabla de Aguas Superficiales para la producción de Agua Potable en la categoría A-1 se establece un valor de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ mientras la categoría A-2 tiene un valor de 1600 $\mu\text{S}/\text{cm}$, el valor para la sub categoría A-1 de aguas subterráneas se establece un valor de 1600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ que supera a la de aguas superficiales en 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ debido a los estudios del INRENA y otros que demuestran valores superiores de este parámetro.

Con respecto a la metodología planteada por RAMÍREZ *et al.*, 1997 la conductividades mayores a 270 mS/cm , tienen un índice de conductividad = 1, esta asignación de valores de contaminación entre Cero y Uno a la escala de las variables por lo tanto determinamos que el grado de contaminación en este parámetro es muy alto.

- La Dureza registra un valor de 310 (mg/litro), la metodología planteada por RAMÍREZ *et al.*, 1997. Durezas mayores a 110 mg/lit tienen un índice = 1 y Durezas menores a 30 mg/lit tienen un índice = 0, por lo tanto se determina que el grado de contaminación de este parámetro es muy alto. Las aguas con menos de 50 mg/L de $CaCO_3$ se llaman blandas.

- Hasta 100 mg/L de $CaCO_3$, ligeramente duras.
- Hasta 200 mg/L de $CaCO_3$, moderadamente duras.
- A partir de 200 mg/L de $CaCO_3$, muy duras.

Lo frecuente es encontrar aguas con menos de 300 mg/L de carbonato cálcico, pero pueden llegar hasta 1000 mg/L e incluso hasta 2000 mg/L. La eliminación de la dureza se hace, principalmente, por descalcificación o ablandamiento por intercambio iónico con resinas.

D.S. N° 015 – 2015 – MINAM: en la tabla de *Aguas Superficiales para la producción de Agua Potable* en la categoría A-1 se establece un valor de 500 mg/L para este parámetro, mientras que lo fijado para aguas subterráneas es 100 mg/L mayor debido esto principalmente a una concentración mayor en aguas subterráneas en comparación a las superficiales. Para la sub categoría A-2, no se ha considerado una referencia en la concentración, y para obtener agua potable de aguas subterráneas que tengan una mayor concentración se deberá aplicar

tratamientos necesarios que rebajen esta concentración a niveles inferiores a los 600 mg/L

- La Alcalinidad registro un valor de 44 mg/li, la metodología planteada por RAMÍREZ *et al.*, 1997. Alcalinidades mayores a 250 mg/lit tienen un índice de 1 y Alcalinidades menores a 50 mg/lit tienen un índice de 0, en tal sentido se determina que este parámetro la contaminación es muy bajo o Ninguno.
- La demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) es de 13 mg/lit se encuentra fuera de los límites establecidos para Aguas que pueden ser Potabilizadas con tratamiento Convencional (D.S 015-2015-MINAM EL PERUANO 2015). Sin embargo se encuentra dentro de los Valores Máximos Admisibles para descargas al sistema de Alcantarillado (DS 021 – 2009 – Vivienda). También se encuentra dentro de los Límite Máximo permisible de efluentes para alcantarillado (Cerveza) (DS. N 003-2002 – Produce). La metodología planteada por RAMÍREZ *et al.*, 1997 cuando $DBO > 30$ (mg/l) = 1 y $DBO < 2$ (mg/l) = 0 en tal sentido se determina que este parámetro la contaminación es muy alta.

Un estudio de la Fundación Caja Rioja, establece que la composición de los vertidos de las bodegas de esa denominación de origen, para el Dbo5 (mg/lit) están dentro del siguiente rango 1.053 – 21.00 ya que la carga Orgánica de los vinos es muy biodegradable. (Escuela Organización Industrial. Sevilla 2008).

- Con respecto a los Coliformes Totales (NMP/100ml) se determinó bajo la metodología del Numero más Probable donde se determinó un promedio de 7 NMP/100ml, este valor se encuentra dentro de los límites

establecidos para Aguas que pueden ser Potabilizadas con tratamiento Convencional (D.S 015-2015 EL PERUANO 2015). La metodología planteada por RAMÍREZ et al., 1997 cuando los Coliformes Totales $> 20,000$ (NMP/100 ml) = 1 y Coliformes Totales < 500 (NMP/100 ml) = 0 por lo tanto el grado de contaminación es Ninguno (No presenta contaminación). La presencia de bacterias Coliformes en el suministro de agua es un indicio de que el suministro de agua puede estar contaminado con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Las guías de la OMS establecen un parámetro de 0 UFC/ml para las bacterias coliformes totales, las cuales son adoptadas por países como Canadá, USA, Costa Rica, El Salvador, Bolivia, Brasil, Perú y Uruguay con un total del 61,11 %. En contraste, el 38,88 % de los países se encuentra por encima de este límite, entre ellos se encuentran Chile, Colombia y Ecuador al presentar una cantidad máxima permitida de 1 UFC/ml, y otros como México, Ecuador, Honduras, Paraguay y Nicaragua oscilan entre niveles de 2 a 4 UFC/ml. Ninguno de los países se encuentra por debajo del porcentaje recomendado por la OMS.

- El oxígeno Disuelto nos dio un valor promedio 24 % Saturación este valor se encuentra dentro de los límites establecidos para Aguas que pueden ser Potabilizadas con tratamiento Convencional (D.S 015-2015-MINAM EL PERUANO 2015). La metodología planteada por RAMÍREZ et al., 1997 nos menciona que el Porcentaje de Oxígeno mayores a 100% tienen un índice de oxígeno de 0 por lo tanto se concluye que este parámetro tiene un grado de contaminación alto. Cabe mencionar que el aumento de

Temperatura de un líquido residual, disminuye la solubilidad de oxígeno del entorno del cuerpo receptor donde se vierte el mismo.

- Los sólidos totales nos dio como resultado 9,849 mg/l este valor se encuentra fuera de los límites establecidos para Aguas que pueden ser Potabilizadas con tratamiento Convencional (D.S 015-2015-MINAM EL PERUANO 2015). Se encuentra fuera del Límite Máximo permisible de efluentes para alcantarillado (Cerveza) (DS. N 003-2002 – Produce). Este valor es muy alto y se encuentra fuera de los Valores Máximos Admisibles para descargas al sistema de Alcantarillado (DS 021 – 2009 – Vivienda). La metodología planteada por RAMÍREZ *et al.*, 1997 nos menciona que para los Sólidos Suspendidos > a 340 mg/l tienen un ICOSUS = 1 y los Sólidos Suspendidos < a 10 mg/l tienen un ICOSUS = 0 por lo tanto debido a la gran cantidad de sólidos totales que se presentan en el vertido se determina que el grado de contaminación es muy alto.

Es la cantidad total de sólidos disueltos en el agua. Está relacionada con la Conductividad Eléctrica mediante la fórmula $TDS = C.E. (mmhos/cm) \times 700$; mg/L para considerarse TDS, las sustancias deben ser lo suficientemente pequeñas como para pasar una criba o filtración del tamaño de dos micras. La medida TDS tiene como principal aplicación el estudio de la calidad del agua de los ríos, lagos y arroyos. Aunque el TDS no tiene la consideración de contaminante grave, es un indicador de las características del agua y de la presencia de contaminantes químicos, es decir, de la composición química y concentración en sales y otras del agua. (MAMANI, 2012).

- El fósforo Total se determinó un promedio de 38 mg/l este valor se encuentra por encima de los límites establecidos para Aguas que pueden ser Potabilizadas con tratamiento Convencional (D.S 015-2015-MINAM EL

PERUANO 2015) esto es porque en las etapas 3 y 4 se usó detergentes y se sabe que los detergentes poseen una elevada cantidad de Fosfatos usados como Agentes secuestrantes mejoradores (Builders) estos agentes tienen como propósito mejorar la acción limpiadora del surfactante mediante varios efectos. Otra de las acciones de los mejoradores es mantener el pH de la solución detergente a un valor alcalino, Los más utilizados en la actualidad son los agentes mejoradores inorgánicos solubles, principalmente fosfatos como son el sodio tri(poli)fosfato $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ (STP) y el sodio pirofosfato $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ (Salager J,1988).

Si lo analizamos con la metodología planteada por RAMÍREZ *et al.*, 1997 donde se determinó que si la concentración de fósforo es mayor a 1 se determina que este medio es Hipereutrofia causante de una alto grado de contaminación. Cabe mencionar que concentraciones superiores pueden generar deterioro por eutrofización y que puede repercutir en cambios físicos como turbiedad y pH. (Mamani, 2012).

- El pH nos dio como resultado promedio de las aguas residuales de 5 donde se determina que se encuentra por debajo de los límites establecidos para Aguas que pueden ser Potabilizadas con tratamiento Convencional (D.S 015-2015-MINAM EL PERUANO 2015). Se encuentra debajo del Límite Máximo permisible de efluentes para alcantarillado (Cerveza) (DS. N 003-2002 – Produce). La metodología planteada por RAMÍREZ *et al.*, 1997 nos da como resultado que el grado de contaminación es de 0.493 grado de contaminación medio.

Mamani (2012) nos menciona que la medida de la concentración de los iones hidrógeno mide la naturaleza ácida o alcalina de la solución acuosa.

El pH del agua pura varía de 5 a 9 a 25 °C como consecuencia de la presencia de ácidos y bases y de la hidrólisis de las sales disueltas. La presencia de sales fuertes y ácidos débiles incrementa el pH y sales de bases débiles y ácidos fuertes como CaCl_2 produce disminución del pH. OMS 2006; en esta Tercera Edición la OMS: no se establecen valores, sin embargo las Normas internacionales para el agua potable de la OMS de 1958 sugirieron que un pH inferior a 6,5 o superior a 9,2 afectaría notablemente a la potabilidad del agua.

Cuadro 35. Comparación de los Parámetros de los ICOS, ECAS, VMA y Límites máximo permisible de efluentes para alcantarillado (cerveza).

PARAMETROS	Promedios totales (Icos)	ECAS - Aguas que pueden ser Potabilizadas con tratamiento Convencional - A2	VMA PARA DECARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO	Límite Máximo permisible de efluentes para alcantarillado (Cerveza)
CONDUCTIVIDAD (US/cm)	944	1600		
DUREZA (mg/lit)	310			
Alcalinidad (mg/lit)	44			
DBO5 (mg/lit)	13	5	500	500
Coliformes Totales	7	3000		
Oxígeno Disuelto (% Saturación)	24	60		
Solidos Totales (mg/lit)	9,849	1000	500	350
Fosforo Total (mg/lit)	38	0.15		
pH	5	5,5 - 9,0		6 - 9

VI. CONCLUSIONES.

- Se ha determinado los índices de contaminación para las aguas residuales provenientes de la producción de vinos y pisco en donde se ha determinado que el ICOSUS es el más elevado dando un grado de contaminación Muy alto, esto es debido a la cantidad de materia orgánica producida por los vinos, como son los fangos provenientes de la clarificación con bentonita, levaduras muertas y restos de uvas.
- Mediante el análisis in situ se determinó que para producir 2000 litros de vino se usa 5,035.00 litros de agua, obteniéndose un caudal de 167.83 litros de agua por día. En cuanto a la cantidad de agua que se requiere por cada litro de vino producido se determinó que es necesario 2.52 litros de agua para producir 1 litro de vino.
- Se ha determinado los parámetros que conforman los índices de contaminación como son conductividad, dureza, alcalinidad, DBO5, coliformes totales, oxígeno disuelto, sólidos totales, fósforo total y pH.
- Puesto que no existe una norma para los límites máximo permisibles de efluentes de la producción de vinos para alcantarilla se ha comparado los parámetros de los índices de contaminación con los ECAS del DS. 015-2015-MINAM en donde la conductividad, los coliformes totales y oxígeno disuelto se encuentra dentro de los límites máximos permisibles mientras que los otros parámetros se encuentra fuera los rangos establecido.
- Se ha propuesto un plan de manejo ambiental donde se determinó que para disminuir el volumen de aguas residuales es necesario una serie de procesos como son: separación, destilación, espesado, acondicionamiento químico y

digestión. De esta manera se pretende disminuir el volumen de aguas residuales y carga orgánica que se insertan en el sistema de alcantarillado sanitario.

VII. RECOMENDACIONES

- Se ha visto por conveniente reestructurar el cuadro de Fases y etapas del proceso de fabricación de vinos y piscos dando como resultado el siguiente cuadro donde explica detalladamente los tipos de aguas que resultan como son aquellas “Vertidos Hacia el sistema de alcantarillado” y “Vertidos a tratar” por el plan de manejo ambiental propuesto en esta tesis.

Cuadro 36. Fases y Etapas del proceso de fabricación de Vinos y Piscos

ETAPAS	FASES	Vertidos Hacia el sistema de Alcantarillado		Vertidos a tratar
		Previo	Post	
1	Recepción de las uva Estrujado y despalillado	Lavado de las uvas Desinfección de los equipos	lavado de los recipientes lavado	
	Remontado	Desinfección de los equipos	Lavado del equipo	cascaras
2	Fermentación Alcohólica	Desinfección de los tanques	Lavado de los tanques	Restos de vino
	Trasiego	Desinfección del equipo	Lavado del equipo	Lodos
	Pasteurización	Desinfección del equipo	Lavado del equipo	Restos de vino
	Shock térmico	Desinfección del equipo	Lavado del equipo	Restos de vino
3	Clarificado	Limpieza de los accesorios		Lodos
	Filtrado	Desinfección	Lavado del equipo	Lodos
4	Botellas	Lavado	Agua para el caldero	
5	Embazado	Desinfección del equipo y accesorios	Lavado del equipo y accesorios	Restos de vino
6	Destilación	Desinfección Agua de enfriado	Lavado	Viñaza

- Implementar un sistema de autorecuperación de las aguas en la planta, ya que los procesos de destilación y shock térmico se

desperdicia mucha agua, el cual puede ser usada para los procesos de limpieza y lavado de botellas.

- Realizar una investigación para determinar los parámetros para la producción de compost provenientes de los lodos y viñazas de la producción de vinos y piscos.
- Solicitar a la autoridad componente que promulgue una norma sobre los Límites máximos permisibles de efluentes de la producción de vinos y piscos para alcantarillado.

VIII. ABSTRACT

The research was carried out in the plant of production of wines and piscos of the company Bodegas Recavarren E.I.R.L. Located in the city of tingo Maria, processing the samples obtained from all stages of production in order to obtain the water contamination index.

The method to evaluate and quantify the contamination present in the waste water from the production of wines and piscos was determined based on a series of formulas that allow to relate physical ,chemical and biological parameters; The protocol of determination of the water pollution index (ICO), which is the Index of Colombia proposed by Ramirez (1997), was applied, where 5 criteria were taken into account. Firstly, the parameters hardness, conductivity and alkalinity were used for Determine the rate of contamination by mineralization - ICOMI; Secondly, the organic matter pollution index - ICOMO; The biological oxygen demand, total coliforms and percentage of oxygen saturation were used, then the suspended solids contamination index - ICOSUS was determined to continue with the trophic contamination index - ICOTRO in which the amount of phosphorus Total ending with the pH-ICOPH contamination index.

Where The DBO_5 (13 mg/lit), The total solids (9.849 mg / lit),total phosphorus (38 mg / lit) and pH (5) were outside the established limits for Water that can be Potabilized with Conventional Treatment.(DS 015-2015-MINAM EL PERUANO 2015) And the other criteria such as Conductivity, Hardness, Alkalinity, Total Coliforms and Dissolved Oxygen were within the standards contemplated, it was determined that the ICOMI has high contamination grade, the ICOMO degree of contamination Medium the ICOSUS degree of pollution Very high the ICOTRO

degree of pollution that produces Hypereutrophy and the ICOPH degree of contamination Medium.

It should be noted that ICOSUS is the highest giving a very high degree of contamination, due to the high amount of organic matter produced in winemaking. As for water, it was determined that to produce 2000 liters of wine, 5,035 liters is used, which means that for each liter of wine, 2.52 liters of water is used.

Knowing that the degree of contamination of wine production is high, an environmental management plan is proposed for the production of wines and piscos where 5 Phases are proposed. For its treatment which are: 1 Phase: Separate all the liquid waste to be treated. 2 Phase: Thickness. 3 Phase: Distillation. 4 Phase: Chemical Conditioning. 5 Phase: Digestion.

This reduces the organic load and liquid to be reused as compost.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA.

1. APHA (American Public Health Association); AWWA (American Water Works Association); WEF (Water Environment Federation). 2012. Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. 22 ed. United States of America, Joint Editorial Board. s.p.
2. Arundel, J. 2002. Tratamientos de aguas negras y efluentes industriales. González, VSJ. (Trad.). Zaragoza, España, Editorial Acribia. 350 p.
3. Barrenechea, A. 2004. Aspectos fisicoquímicos de la calidad de agua. Lima, Perú, s. e. 58 p.
4. Bonato, M. 2014. Levadura Hidrolizada como fuente de nucleótidos y nutrientes digestibles en camarones (en línea). ICC Brasil. Consultado 30 de Nov. 2016. Disponible en <http://www.aquafeed.co/levadura-hidrolizada-como-fuente-de-nucleotidos-y-nutrientes-digestibles-en-la-nutricion-de-camarones/>
5. Cadavid, J; Echevarri, J; Gómez, A. 2010. Modelación índices de calidad de agua (ica) en las cuencas de la región Cornare. Revista Gestión y Ambiente. Medellín, Colombia, 13 (2): 7 – 24.
6. CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente); OPS (Centro Regional de Tecnología Ambiental de la Organización Panamericana de la Salud Oficina Regional). 1996. Control de Calidad del Agua. Métodos de Análisis para la Evaluación de Calidad del Agua. Lima, Perú, s.e. 47 p.
7. DIGESA. 2007. Análisis Microbiológico de Aguas Residuales por Técnicas de los Tubos Múltiples de Fermentación (NMP). Lima, Perú, s.e. 31p.

8. Escuela Organización Industrial. 2008. Máster Profesional en Ingeniería y Gestión Medio Ambiental. Contaminación de las aguas. Instalaciones bodegueras, bebidas alcohólicas y elaboración de azúcar de remolacha (en línea). Sevilla, España, Consultado 15 nov. 2016. Disponible en http://www.api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi.../componente48096.pdf
9. Fernández, N; Ramírez, A; Solano, F. 2003. Índices fisicoquímicos de calidad del agua, un estudio comparativo, conferencia internacional, usos múltiples del agua: para la vida y el desarrollo sostenible. Universidad del Valle. Cinara, Colombia, s.e.
10. Fernández, N; Solano, F. 2005. Índices de calidad [ICAs] y de contaminación [ICOs] del agua de importancia mundial. Pamplona, Colombia, Universidad de Pamplona .124 p.
11. Fernández, A. 2003. Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración del Agua (RIPDA-CYTED) y Centro Interamericano de Recursos del Agua, Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México (CIRA-UAEM) (en línea). México, Consultado 24 nov 2016. Disponible en [www.cytmed.agua.uba.ar].
12. Fernández Parada, NJ; Solano Ortega, F; Ramos Suarez, JG. 2001. Icatest. Vers. 1.0. Pamplona, Colombia, Universidad de Pamplona.

13. Findlater, BC; Hobson, JA; Cooper, PF. 1990. Reed bed treatment system: Performance evaluation. En: constructed wetlands in water Pollution Control. Cooper, P.F y Findlanter, B.C. Great Britain, Editors. Pergamon Prees. 193 p.
14. Gobierno de la Rioja. 2006. Proyecto Life Sinergia. Rioja, España, graficas lizarra. 167 p.
15. Gray, N. 1994. Calidad del Agua. Problemas y soluciones. Zaragoza, España, Edit. Acribia S.A. 365 p.
16. Hammeken, A. 2005. Análisis y diseño de una planta de tratamiento de agua residual para el municipio de San Andrés Cholula. Tesis profesional. Universidad de las Américas Puebla - Escuela de Ingeniería Departamento de Ingeniería Civil. Puebla, México. 226 p
17. Henao, A.M., 1987. "El disco Secchi y el estado trófico".AINSA, 7 (1).
18. Jimeno, E. 1998. Análisis de aguas y desagües. Lima, Perú, Universidad Nacional de Ingeniería. 76p.
19. Manual De Auditoría Ambiental - Sector De Elaboración De Vinos. s. f. Consejería de Medio ambiente. Junta de Andalucía. Andalucía, España, 22 p.
20. Metcalf y Eddy. 1998. Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, vertido y reutilización. 3 ed. Madrid, España, Edit. Mc Graw-Hill, S.A. 980 p.

21. Kretzachmar, H. 1961. Levadura y Alcoholes y otros productos de la fermentación. Zaragoza, España, Edit. Reverte. 543 p.
22. Martínez de Bascaran, G. 1976. "El índice de calidad del agua", Ingeniería Química: 45 - 49.
23. MINAM (Ministerio del Ambiente). 2008. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua. Decreto supremo N 002-2008-MINAM, 31 de Julio. Lima, Perú, Publicado en el Peruano (2008), Normas Legales 377223.
24. Mingues S; Domino, C. 2012. Guía Práctica Correctas de Higiene Para el Sector Vitivinícola. Agencia Catalana de Seguridad Alimentaria. Gobierno de Cataluña, España, 33 – 34 p.
25. Mogollón, M. 2005. Caracterización fisicoquímica de los humedales artificiales. Tesis de Especialista en Química Ambiental.. Bucaramanga, Colombia, Universidad industrial de Santander .138 p.
26. Orozco, C; Pérez, A; Gonzáles,MN; Rodríguez, F; Alfayate, J. 2011. Contaminación Ambiental. Una visión desde la química. 3 ed. España, Editorial Thompson editoriales Spain Paraninfo, S.A.
27. Prat, N; González, G; Millet, X. 1986. "Comparación crítica de dos índices de calidad del agua: ISQA y BILL", Tecnología del Agua, 31: 33 - 49.

28. Peaynaud, E. 1977. *Enología Practica conocimiento y Elaboración del Vino*. Madrid, España, Edit. Mundi-Prensa. 414 p
29. Prodanov, M; Cobo, R. 2004. *Impacto ambiental de la industria vinícola (I)*. Alimentación, Equipos y Tecnología, 97-100 p.
30. PREQB (Puerto Rico Environmental Quality Board). 2004. *Puerto Rico Water Quality Inventory And List of Impaired Waters*. 2004: 305(b) 303(d) Final Report.
31. Ramírez, A; Viña, G. 1998. *Limnología Colombiana. Aportes a Su Conocimiento y Estadísticas de Análisis*. Bogotá, Colombia, Univ. Jorge Tadeo Lozano - BP Exploration.
32. Ramírez. A; Restrepo, R; Viña, G. 1997. *Cuatro Índices de Contaminación para Caracterización de Aguas Continentales. Formulaciones y Aplicaciones*. Santander, Colombia, Instituto Colombiano del Petróleo. A.A. 4185 Bucaramanga. 131- 151 p.
33. Ramírez, A; Restrepo, R; Cardeñosa, M. 1999. *Índices De Contaminación Para Caracterización de Aguas Continentales Y Vertimientos. Formulaciones*. Ciencia Tecnología Y Futuro, 89-99 p.
34. Rivera, F; Warren, A; Ramirez, E; Decamp, O; Bonilla, P; Galleos, A. 1995. *Removel of pathogens from wastewaters by the root zone meted (RZM)*. Water Science and tecnology, 32: 211-218 p.
35. Romero Rojas, JA. 2005. *Calidad del Agua*. 2 ed. Bogotá, Colombia, Escuela Colombiana de Ingeniería .410 p.
36. Romero Rojas, JA. 1999. *Calidad de Agua*. 2 ed. . Mexico, Alfaomega. 273 p.

37. Salager, JL. 1988. Detergentes – Componentes, fabricación formulas. Universidad de los Andes – Facultad de Ingeniería Química. Venezuela, 19 p.
38. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.. 2012. NMX-AA-028-SCFI-2001- Análisis de Agua - Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en Aguas Naturales, Residuales (DBO) y Residuales Tratadas - Método de Prueba. México, D.F, Publicada por Medio de la Secretaria de Economía en el Diario Oficial de la Federación 20 p.
39. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.. 2012. NMX-AA-012-SCFI-2001 - Análisis de Agua - Determinación de Oxígeno Disuelto en Aguas Naturales, Residuales y Residuales Tratadas - Método de Prueba. México, D.F, Publicada por Medio de la Secretaria de Economía en el Diario Oficial de la Federación. 15 p.
40. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2012. NMX-AA-42-1987 Calidad del Agua Determinación del Numero Más probable (Nmp) De Coliformes Totales, Coliformes Fecales (Termotolerantes) y Escherichia Coli Presuntiva.. México, D.F, Publicada por Medio de la Secretaria de Economía en el Diario Oficial de la Federación. 15 p
41. Seoáñez, M. 1995. Aguas Residuales: Tratamiento naturales de bajo costo y aprovechamiento. Madrid, España, Mundi Prensa. 368 p.

42. SMART. 2002. La conductividad Eléctrica del Agua de Riego (en línea). Consultado 24 nov. 2016. Disponible en <http://www.smart-fertilizer.com/index2.php?id=43&lang=ESP>.

43. Vargas, LY. Guía de Laboratorio de Aguas. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ciencias. Especialización en Química Ambiental. 2006. 72 p.

ANEXOS

Anexo A: Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no Domésticas.

Valores Máximos Admisibles de las descargas de aguas residuales no domésticas

VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES (VMA) DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO D.S. N° 021-2009-VIVIENDA

Art. 1° FINALIDAD, ÁMBITO Y OBLIGATORIEDAD DE LA NORMA

La presente norma regula mediante Valores Máximos Admisibles (VMA) las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario a fin de evitar el deterioro de las instalaciones, infraestructura sanitaria, maquinarias, equipos y asegurar su adecuado funcionamiento, garantizando la sostenibilidad de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.

Los VMA, son aplicables en el ámbito nacional y son de obligatorio cumplimiento para todos los usuarios que efectúen descargas de aguas residuales no domésticas en el alcantarillado sanitario; su cumplimiento es exigible por las entidades prestadoras de servicios de saneamiento (SEDAPAL).

Art. 3° DEFINICIÓN DE VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES (VMA)

Entiéndase por Valores Máximos Admisibles (VMA), como aquel valor de la concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos y/o químicos, que caracterizan a un efluente no doméstico que va a ser descargado a la red de alcantarillado sanitario, que al ser excedido en sus parámetros aprobados (Anexo N° 1, y Anexo N° 2) causa daño inmediato o progresivo a las instalaciones, infraestructura sanitaria, tratamiento de aguas residuales y tiene influencias negativas en los procesos de tratamiento de aguas residuales.

ANEXO N° 01

PARÁMETRO	UNIDAD	EXPRESIÓN	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	DBO5	500
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	DQO	1000
Sólidos Suspendidos Totales (S.S.T)	mg/L	S.S.T.	500
Aceites y Grasas (A y G)	mg/L	A y G	100

ANEXO N° 02

Valores Máximos Admisibles⁽¹⁾

PARÁMETRO	UNIDAD	EXPRESIÓN	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Aluminio	mg/L	Al	10
Arsénico	mg/L	As	0.5
Boro	mg/L	B	4
Cadmio	mg/L	Cd	0.2
Cianuro	mg/L	CN	1
Cobre	mg/L	Cu	3
Cromo hexavalente	mg/L	Cr ⁺⁶	0.5
Cromo total	mg/L	Cr	10
Manganeso	mg/L	Mn	4
Mercurio	mg/L	Hg	0.02
Níquel	mg/L	Ni	4
Plomo	mg/L	Pb	0.5
Sulfatos	mg/L	SO ₄ ⁻²	500
Sulfuros	mg/L	S ⁻²	5
Zinc	mg/L	Zn	10
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	NH ⁺⁴	80
pH ⁽²⁾		pH	6-9
Sólidos Sedimentables ⁽²⁾	mL/L/h	S.S.	8.5
Temperatura ⁽²⁾	°C	T	<35

(1) La aplicación de estos parámetros a cada actividad económica por procesos productivos, está precisada en el reglamento de la presente norma tomando como referencia el código CIU. Aquellas actividades que no estén incluidas, en este código deberán cumplir con los parámetros indicados en el presente Anexo.

(2) Estos parámetros, serán tomados de muestras puntuales. El valor de los demás parámetros, serán determinados a partir del análisis de una muestra compuesta.

Art. 5° SUSPENSIÓN DEL SERVICIO DE ALCANTARILLADO

SEDAPAL se encuentra facultada en virtud a la presente norma a imponer el cobro de tarifas aprobadas por la SUNASS e incluso disponer la suspensión del servicio de descargas al sistema de alcantarillado conforme a la regulación prevista en el reglamento y que deriven de la vulneración de los Anexos N° 01 y N° 02.

Anexo B. Estándares Nacionales de calidad Ambiental para Agua.

TABLA N° 01.- PARÁMETROS Y VALORES CONSOLIDADOS.

CATEGORÍA 1 - A

PARÁMETRO	UND	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		A1	A2	A3
		Aguas que Pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser Potabilizadas con Tratamiento Avanzado

FÍSICOS - QUÍMICOS

Acetiles y grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Unidad de Color verdadero escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(uS/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de origen antropogénico.		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de Material Flotante de origen antrópico	Ausencia de Material Flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃ ⁻)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂ ⁻)	mg/L	3	3	**
Amoníaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (Valor Mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0



PARÁMETRO	UND	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable		
		A1	A2	A3
		Aguas que Pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser Potabilizadas con Tratamiento Avanzado
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
Hydrocarburos de petróleo emulsionado o disuelto (C10 - C26 y mayores a C26)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos	(c)	1,0	1,0	1,0
Bromoformo	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodiorometano	mg/L	0,06	**	**
Compuestos Orgánicos Volátiles				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2 Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2 Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
BTEX				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
Hydrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
Organofosforados:				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
Organoclorados				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
DDT	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	Retirado
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
Carbamatos:				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
Policloruros Bifenilos Totales				
PCB's	mg/L	0,0005	0,0005	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales (35-37°C)	NMP/100 ml	50	5 000	50 000
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	**	**
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
Vibrio cholerae	Presencia/100ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos, en todos sus estadios evolutivos) (d)	N° Organismo/L	0	<5x10 ⁶	<5x10 ⁶

(a) 100 (Para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural)

(b) Después de la filtración simple

(c) Para el cálculo de los Trihalometanos, se obtiene a partir de la suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Bromoformo, Cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodiorometano), con respecto a sus estándares de calidad ambiental; que no deberán exceder el valor de 1 de acuerdo con la siguiente fórmula:

Anexo C: LMP de efluentes para alcantarillado de las Actividades de Cemento, Cerveza y otros.

Pág. 230924

El Peruano**NORMAS LEGALES**

Lima, viernes 4 de octubre de 2002

ANEXO 1

LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE DE EFLUENTES PARA ALCANTARILLADO DE LAS ACTIVIDADES DE CEMENTO, CERVEZA, PAPEL Y CURTIEMBRE

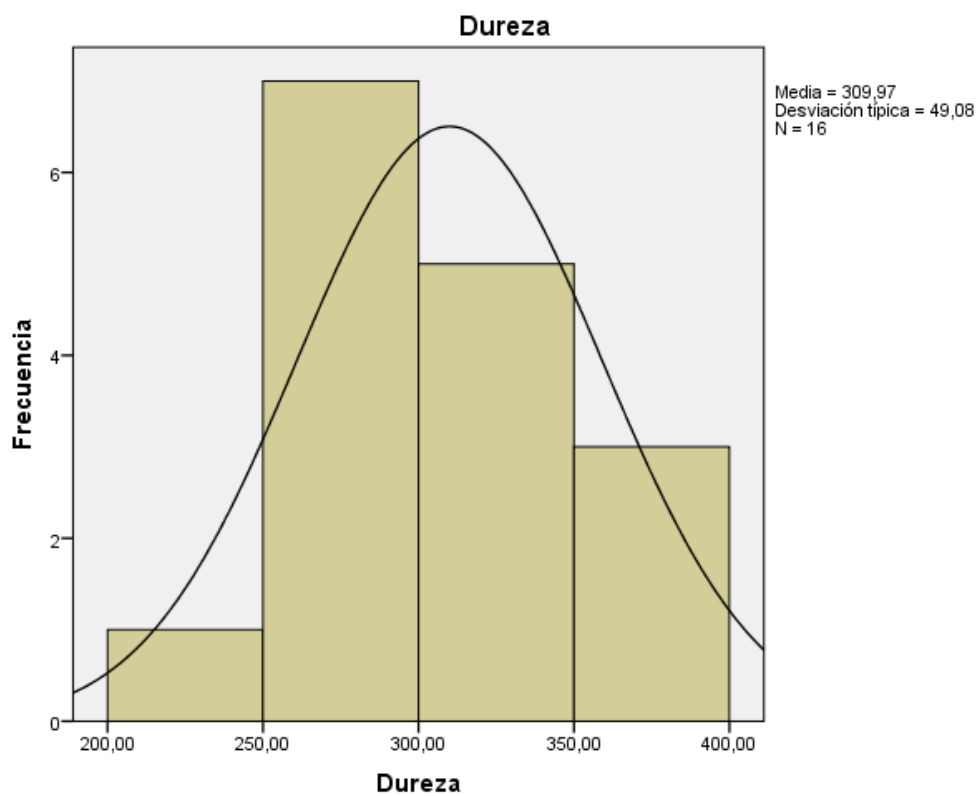
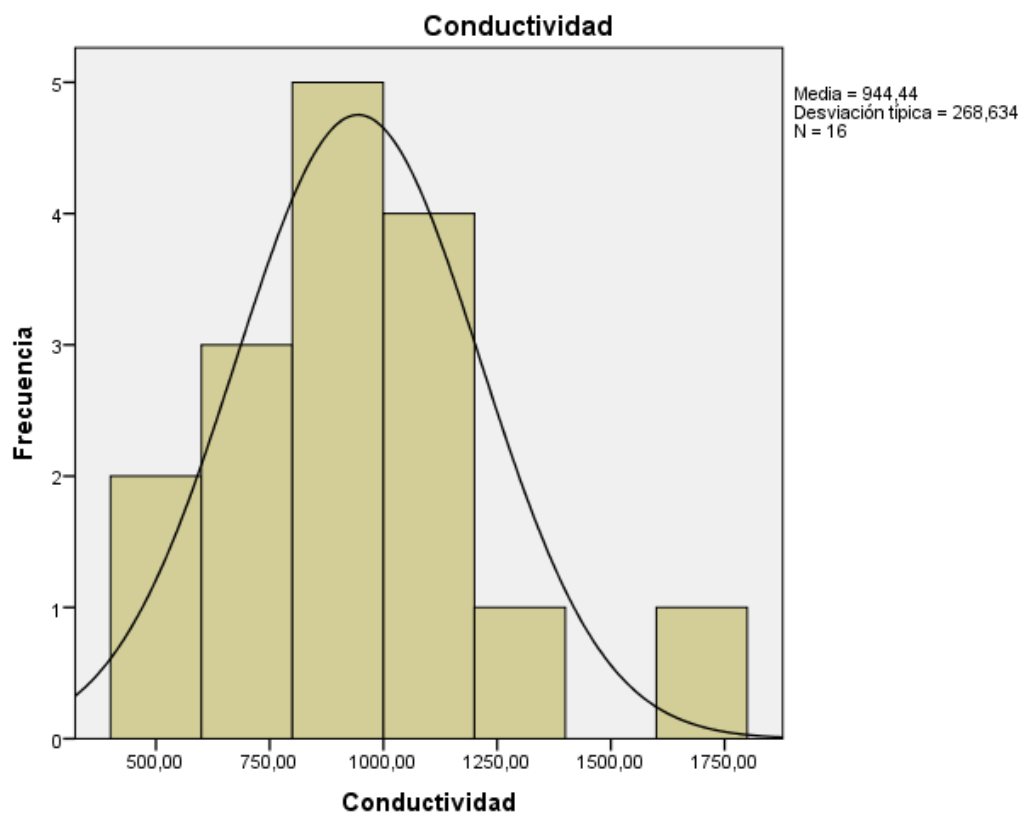
PARÁMETROS	CEMENTO		CERVEZA		PAPEL		CURTIEMBRE	
	ENCURSO	NUEVA	ENCURSO	NUEVA	ENCURSO	NUEVA	ENCURSO	NUEVA
PH	6 - 9	6 - 9	6 - 9	6 - 9	6 - 9	6 - 9		6.0 - 9.0
Temperatura (°C)	35	35	35	35	35	35	35	35
Sólidos Susp. Tot. (mg/l)	100	50	500	350	1000	500		500
Aceites y Grasas (mg/l)			20	15	100	50	100	50
DBO ₅ (mg/l)			1000	500		500		500
DQO (mg/l)			1500	1000		1000		1500
Sulfuros (mg/l)								3
Cromo VI (mg/l)								0.4
Cromo Total (mg/l)								2
N - NH ₄ (mg/l)								30
Coliformes Fecales, NMP/100ml							*	*

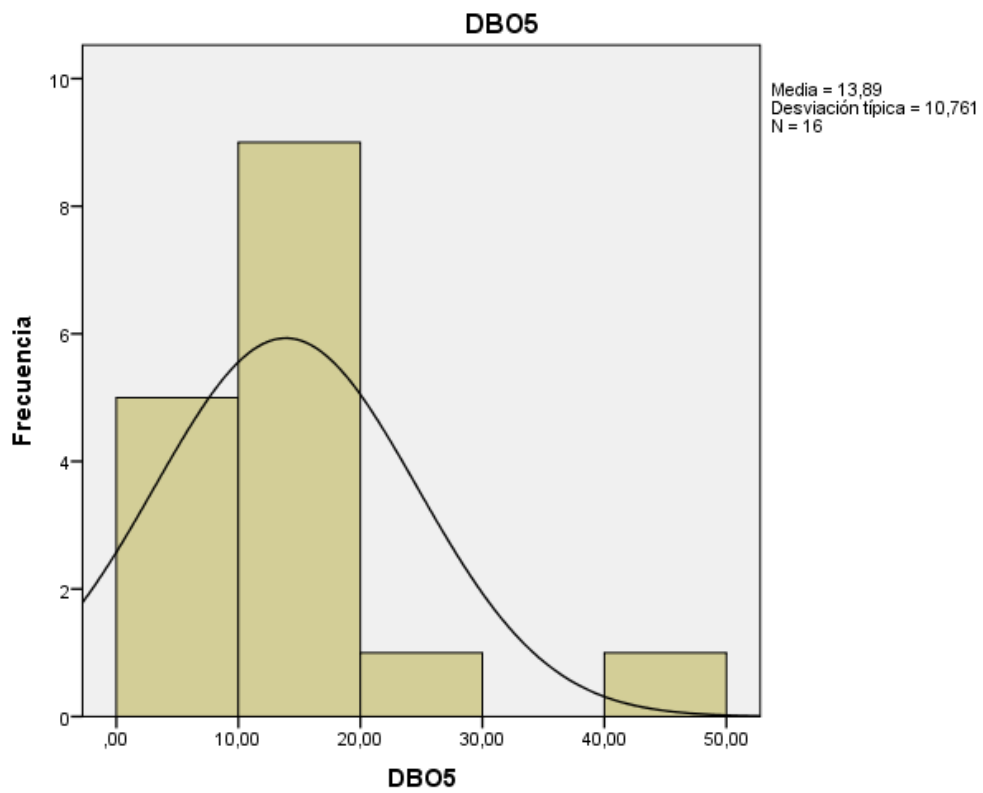
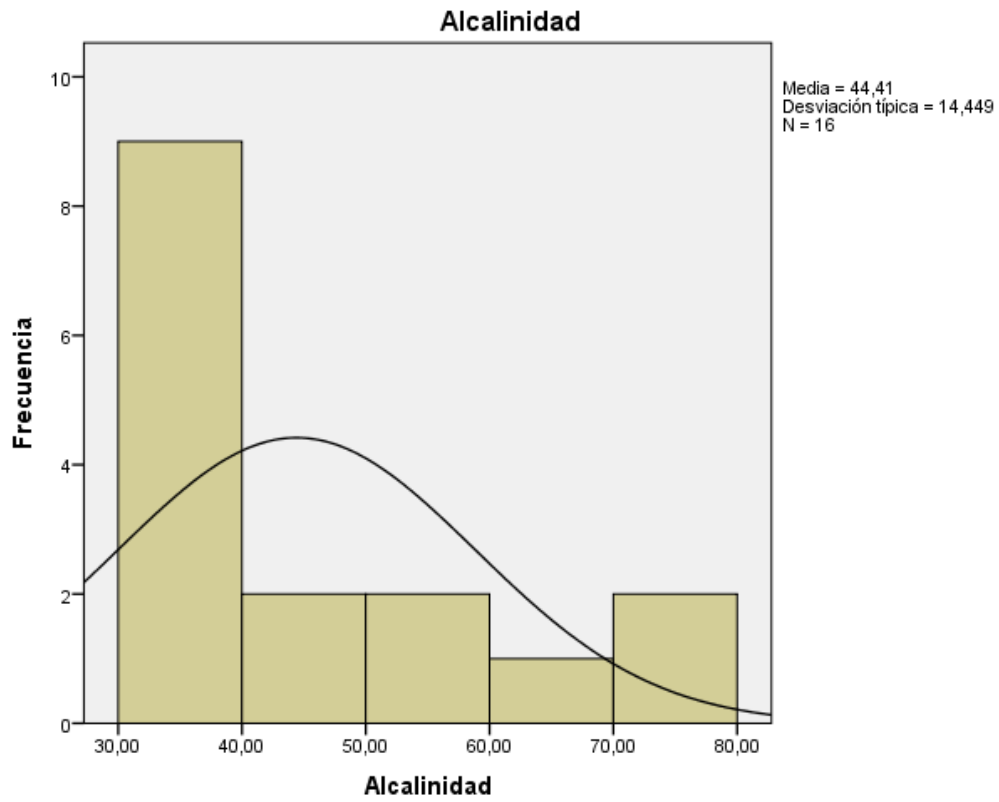
* En el caso del Subsector Curtiembre, no se ha fijado valores para el parámetro Coliformes fecales, dado que la data recopilada no era representativa, ni confiable. Asimismo, no ha sido posible identificar data a nivel nacional, ni en los países analizados sobre LMP específicos para este parámetro en curtiembres, por lo que se ha desestimado la definición de este LMP.

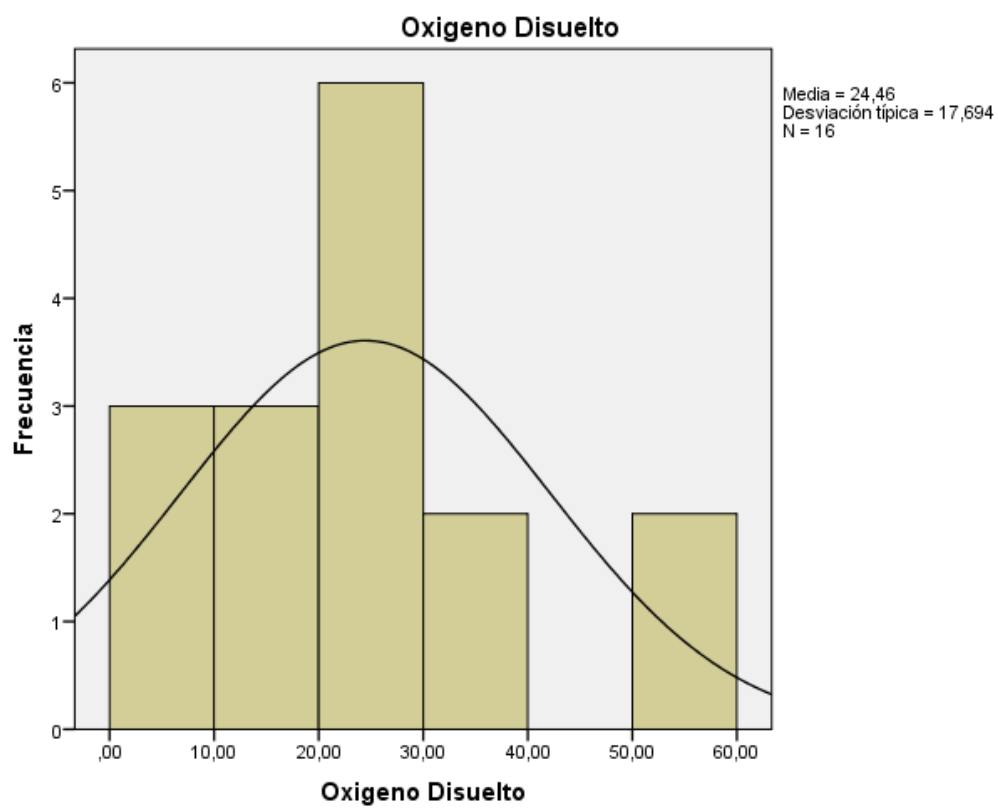
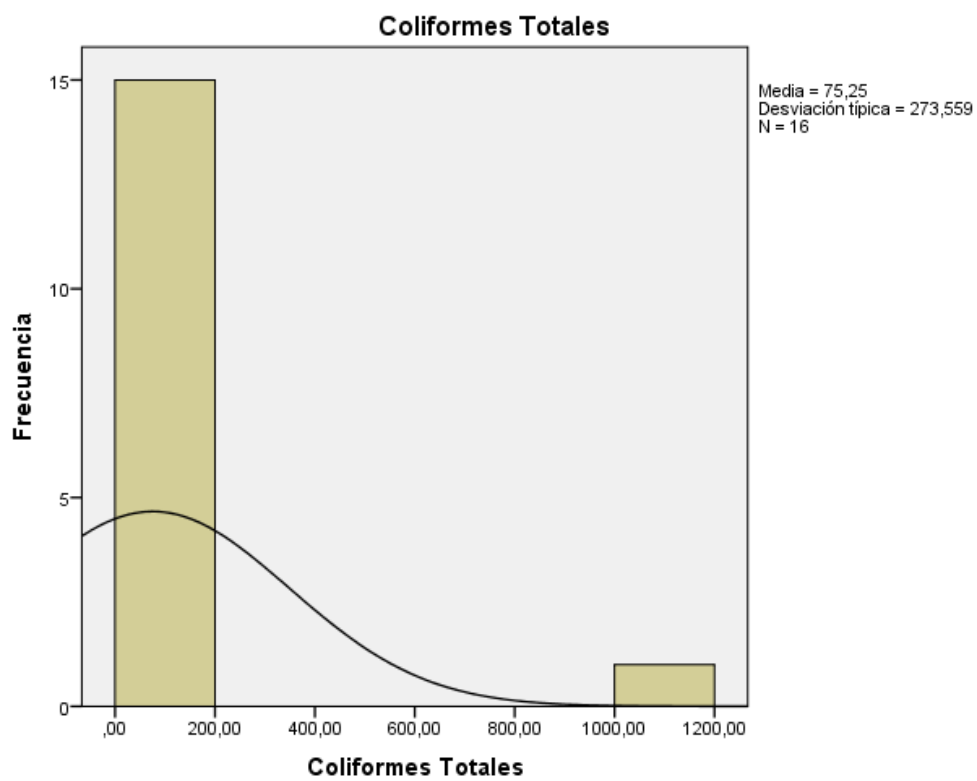
Anexo D: Resumen Estadístico de Todos los Parámetros Usados en la Evaluación del Índice de Contaminación en la Producción de Vinos y Piscos.

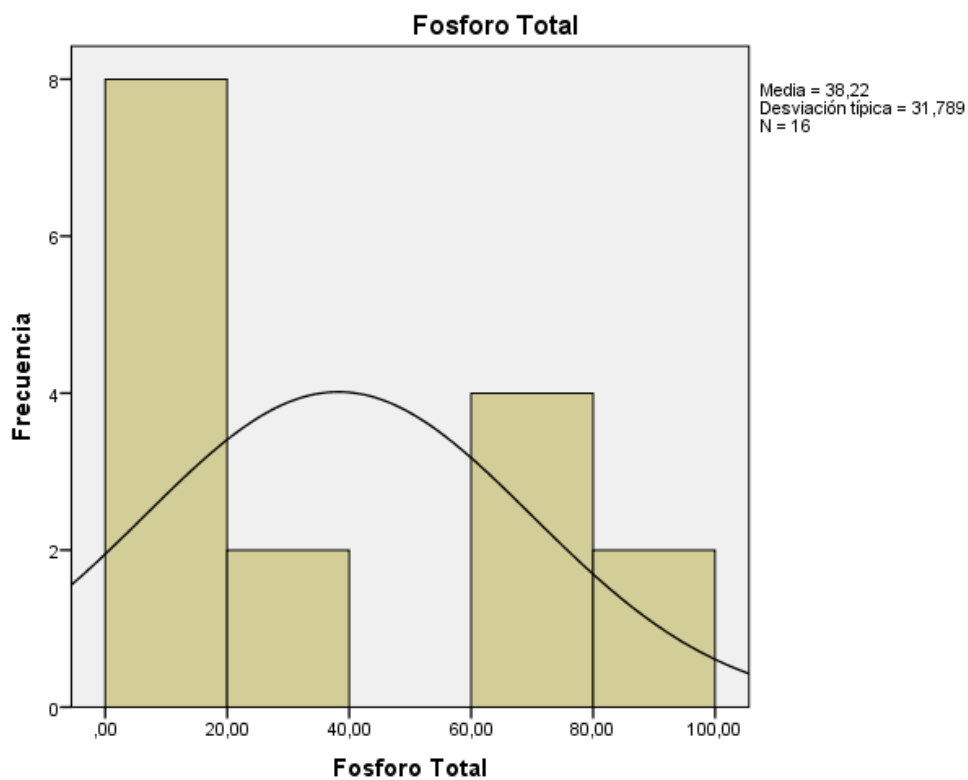
Estadísticos

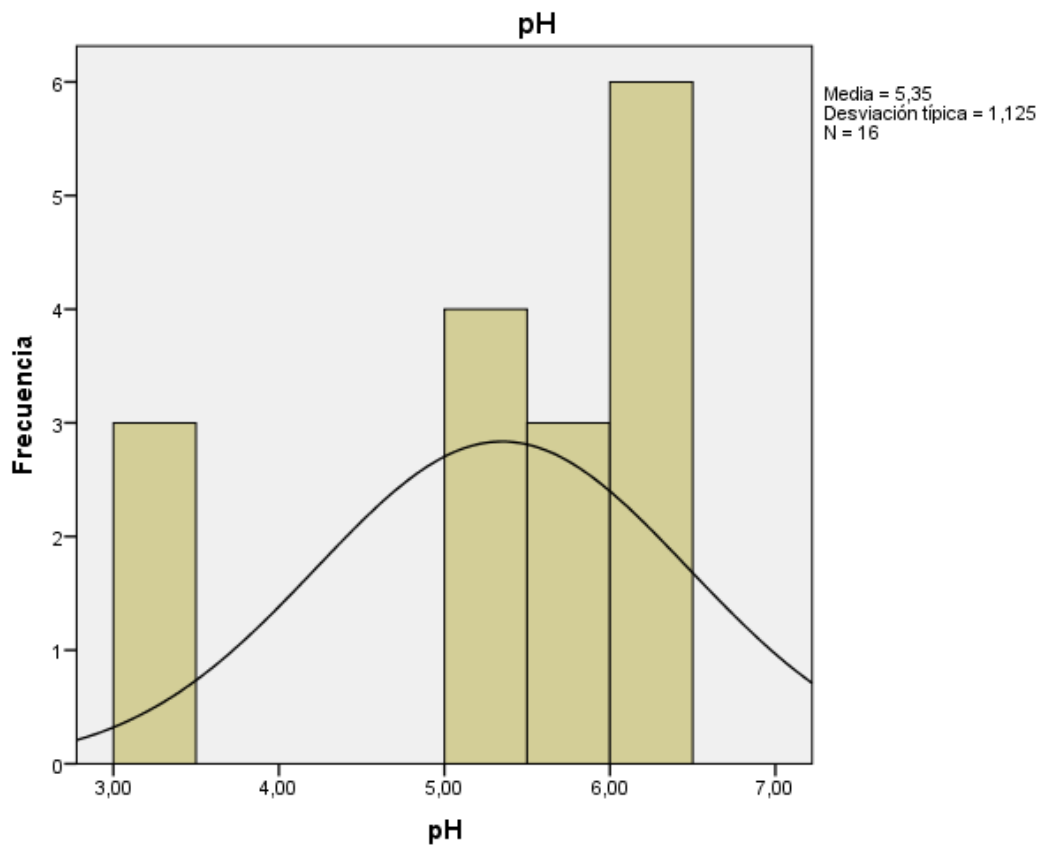
		Conductividad	Dureza	Alcalinidad	DBO5	Coliformes Totales	Oxigeno Disuelto	Solidos Totales	Fosforo Total	pH
N	Válidos	16	16	16	16	16	16	16	16	16
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		944.4444	309.9684	44.4089	13.8890	75.2455	24.4631	9848.7556	38.2189	5.3489
Error típ. de la media		67.15850	12.26996	3.61225	2.69016	68.38974	4.42346	1564.82760	7.94734	.28135
Desv. típ.		268.63398	49.07982	14.44899	10.76062	273.55897	17.69383	6259.31039	31.78934	1.12538
Varianza		72164.217	2408.829	208.773	115.791	74834.510	313.072	39178966.570	1010.562	1.266
Asimetría		.575	.022	.942	1.173	3.986	.569	-.060	.557	-1.527
Error típ. de asimetría		.564	.564	.564	.564	.564	.564	.564	.564	.564
Curtosis		1.472	.215	-.399	2.774	15.917	.302	-.966	-1.276	.813
Error típ. de curtosis		1.091	1.091	1.091	1.091	1.091	1.091	1.091	1.091	1.091
Rango		1120.00	191.15	43.33	43.00	1100.00	59.81	18711.33	92.25	3.16
Mínimo		485.67	208.29	30.00	0.00	0.00	0.00	704.67	2.55	3.08
Máximo		1605.67	399.43	73.33	43.00	1100.00	59.81	19416.00	94.80	6.24

Anexo E: Histograma de los parámetros de acuerdo a su frecuencia.









Fosforo Total	Correlación de Pearson	,885**	,940**	,979**	-.021	,507*	,923**	-.163	1	,688**
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.000	.938	.045	.000	.547		.003
	N	16	16	16	16	16	16	16	16	16
pH	Correlación de Pearson	,803**	,790**	,616*	.076	.230	,799**	.056	,688**	1
	Sig. (bilateral)	.000	.000	.011	.781	.392	.000	.838	.003	
	N	16	16	16	16	16	16	16	16	16

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

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

Anexo G: Panel Fotográfico



Foto 1. Análisis de Muestras del NMP de coliformes Totales.

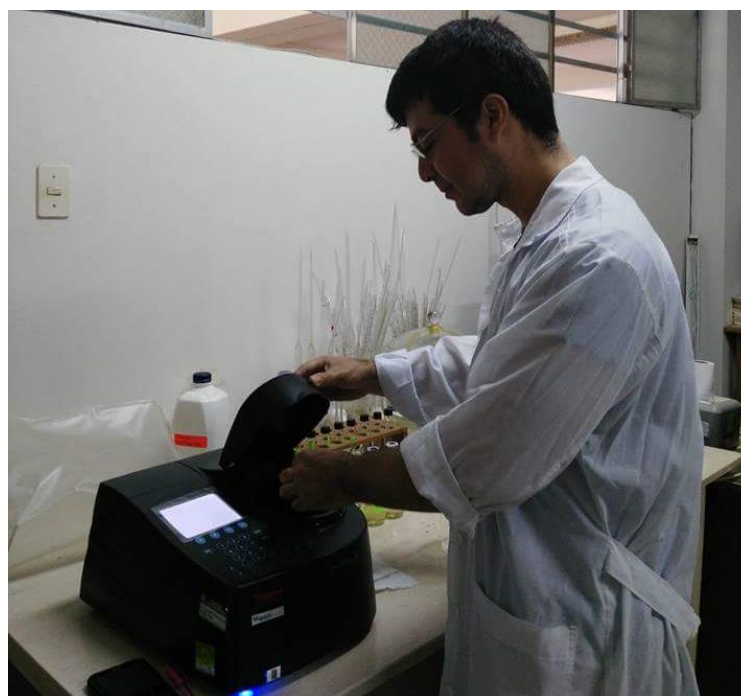


Foto 2. Análisis de Fosforo total por el método del Espectrofotometro UV-Visible.

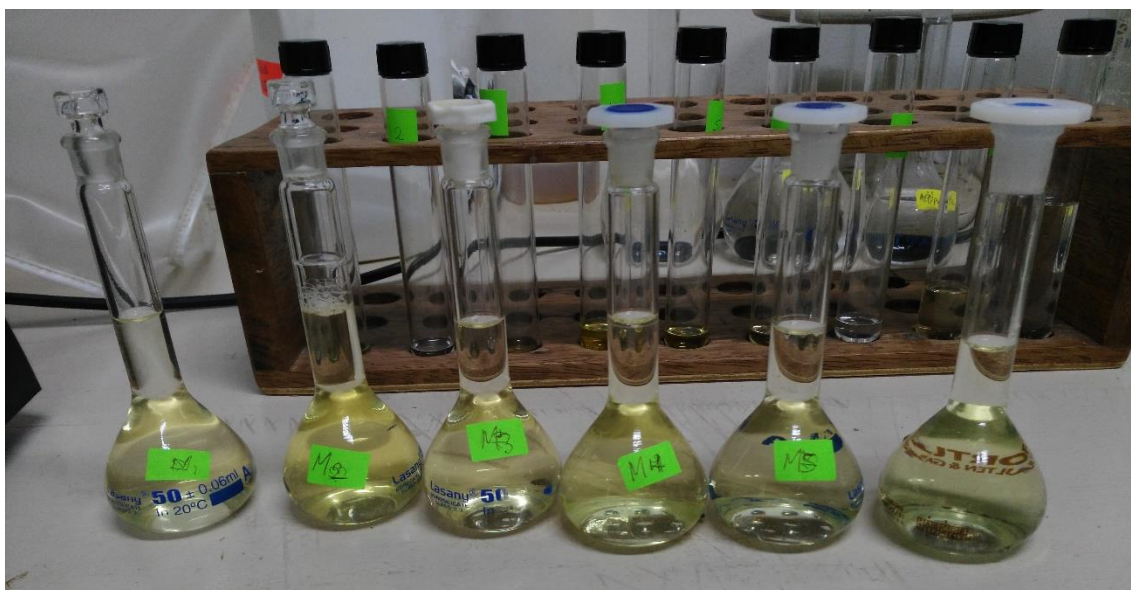


Foto 3. Muestras diluidas para análisis de Fosforo Total



Foto 4. Ensayo de BBO5 por el método de Winkler nótese el color blanco que indica la presencia oxígeno en la muestra y el color carmesí que indica la ausencia de oxígeno en la muestra.



Foto 5: Conductímetro X Plorer GLX.



Foto 6: Medición del pH con el Metler MP 220.



Foto 7. Análisis de Sólidos totales por el método de Secado.

Anexo H: Constancias de los Laboratorios donde se hicieron los análisis.