



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Química

**OPTIMIZACIÓN DEL AGUA UTILIZADA EN LOS ENJUAGUES DE UN  
SISTEMA AUTOMATIZADO DE LIMPIEZA EN EL SITIO (CIP) MEDIANTE LA  
CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS EN LA  
INDUSTRIA CERVECERA**

**Carlos Alberto Figueroa Rosales**

Asesorado por la Inga. Mercedes Esther Roquel Chávez

Guatemala, noviembre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**OPTIMIZACIÓN DEL AGUA UTILIZADA EN LOS ENJUAGUES DE UN  
SISTEMA AUTOMATIZADO DE LIMPIEZA EN EL SITIO (CIP) MEDIANTE LA  
CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS EN LA  
INDUSTRIA CERVECERA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**CARLOS ALBERTO FIGUEROA ROSALES**

ASESORADO POR LA INGA. MERCEDES ESTHER ROQUEL CHÁVEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO QUÍMICO**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Wong Daví
EXAMINADOR	Ing. Orlando Posadas Valdéz
EXAMINADOR	Ing. Erwin Manuel Ortiz Castillo
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**OPTIMIZACIÓN DEL AGUA UTILIZADA EN LOS ENJUAGUES DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE LIMPIEZA EN EL SITIO (CIP) MEDIANTE LA CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS EN LA INDUSTRIA CERVECERA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 20 de noviembre de 2018.



**Carlos Alberto Figueroa Rosales**

Guatemala 12 de septiembre de 2019

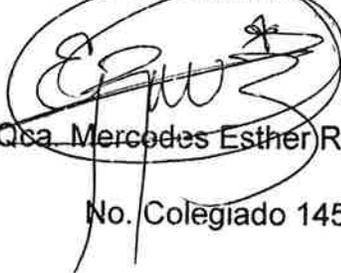
Ingeniero  
Williams Álvarez  
Director Escuela de Ingeniería Química  
Facultad de ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero Álvarez:

Por medio de la presente HAGO CONSTAR que he revisado y aprobado el informe final titulado **“OPTIMIZACIÓN DEL AGUA UTILIZADA EN LOS ENJUAGUES DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE LIMPIEZA EN EL SITIO (CIP) MEDIANTE LA CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS EN LA INDUSTRIA CERVECERA”**, del estudiante de Ingeniería Química Carlos Alberto Figueroa Rosales, identificado con el número de carné (DPI) **3154 15185 0901** y número de registro académico **201403887**.

Sin otro particular me suscribo de usted

Atentamente



Inga. Qsa. Mercedes Esther Roquel Chávez

No. Colegiado 1451

ASESORA

*Mercedes Esther Roquel Chávez*  
Ingeniera Química  
Colegiado No. 1,451



Guatemala, 06 de septiembre de 2019.  
Ref. EIQ.TG-IF.031.2019.

Ingeniero  
Williams Guillermo Álvarez Mejía  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Química  
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Álvarez Mejía:

Como consta en el registro de evaluación del informe final EIQ-PRO-REG-007 correlativo 070-2018 le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

**INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN  
-Modalidad Seminario de Investigación-**

Solicitado por el estudiante universitario: **Carlos Alberto Figueroa Rosales**.  
Identificado con número de carné: **3154151850901**.  
Identificado con registro académico: **201403887**.  
Previo a optar al título de **INGENIERO QUÍMICO**.

Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

**OPTIMIZACIÓN DEL AGUA UTILIZADA EN LOS ENJUAGUES DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE LIMPIEZA EN EL SITIO (CIP) MEDIANTE LA CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS EN LA INDUSTRIA CERVECERA**

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por la Ingeniera Química: **Mercedes Esther Roquel Chávez**.

Habiendo encontrado el referido informe final del trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.



"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

  
Ing. William Eduardo Fajiani Cruz  
COORDINADOR DE TERNA  
Tribunal de Revisión  
Trabajo de Graduación



C.c.: archivo





Ref.EIQ.TG.065.2019

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación, de la carrera de Ingeniería Química, del estudiante, **CARLOS ALBERTO FIGUEROA ROSALES** titulado: **“OPTIMIZACIÓN DEL AGUA UTILIZADA EN LOS ENJUAGUES DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE LIMPIEZA EN EL SITIO (CIP) MEDIANTE LA CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS EN LA INDUSTRIA CERVECERA”**. Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.

*“Id y Enseñad a Todos”*

  
Ing. Williams G. Alvarez Mejia, M.I.Q., M.U.I.E  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, noviembre de 2019

Cc: Archivo  
WGAM/ale



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **OPTIMIZACIÓN DEL AGUA UTILIZADA EN LOS ENJUAGUES DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE LIMPIEZA DE SITIO (CIP) MEDIANTE LA CARACTERIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS EN LA INDUSTRIA CERVECERA**, presentado el estudiante universitario: **Carlos Alberto Figueroa Rosales**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Anabela Cordova Estrada  
Decana



Guatemala, noviembre de 2019

/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Padre celestial que me ha dado la vida y la oportunidad de alcanzar este triunfo.
- Mis padres** Rudy Figueroa e Ileana Rosales, por apoyarme incondicionalmente a lo largo de mi vida, que este triunfo sea una satisfacción a sus esfuerzos y sacrificios.
- Mi hermano** Rudy Figueroa Rosales, por apoyarme y guiarme, que comparta esta alegría y sepa que puede contar conmigo.
- Mis abuelos** Laureano Rosales, Carlota Rodríguez, Armando Figueroa, María Arreaga, por su amor y apoyo incondicional.
- Mis familiares en general** Con mucho cariño y amor hacia todos.
- Mis amigos** Por haberme brindado su amistad, acompañado, apoyado y aconsejado en esta etapa de mi vida.
- Mi novia** Ani García, por su compañía y apoyo en parte de mi carrera.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por brindarme muchas experiencias, conocimientos, crecimiento a nivel personal y profesional, fuente de inspiración y lucha por mis sueños.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por haber brindado el conocimiento y formar en mí a un nuevo profesional.
<b>Centro Universitario Ciudad Vieja</b>	Por haberme permitido tener una experiencia universitaria única, y contribuido a mi formación como persona y profesional.
<b>Escuela de Ingeniería Química</b>	Por los conocimientos, consejos y guías de los catedráticos de la escuela a lo largo de la carrera.
<b>Mis padres</b>	Rudy Figueroa e Ileana Rosales, por su apoyo incondicional, consejos, sacrificio a lo largo de mi vida.
<b>Mis amigos</b>	Leslie Velázquez, Cristian Ruiz, Laura Méndez, Vallery Carrera, Roselin del Cid, Krisbell Orellana, Benoit Castillo, Kathy Sazo, Wanda Gatica, Diego Álvarez, Willy Davis, Jose Valenzuela por su apoyo y valiosa amistad.

**Ing. Carlos Gil**

Por brindarme sus conocimientos, apoyo y valioso consejo.

**Msc. Claudia Ronquillo**

Por brindarme valiosas oportunidades, apoyo y conocimientos.

**Mi asesora**

Inga. Mercedes Esther Roquel, por su apoyo y guía en la realización del proyecto.

**Mi revisor**

Ing. William Fagiani, por el tiempo dedicado y apoyo en la revisión de este proyecto.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XXVII
GLOSARIO .....	XXIX
RESUMEN.....	XXXI
OBJETIVOS.....	XXXIII
INTRODUCCIÓN .....	XXXV
1. MARCO CONCEPTUAL.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Justificación .....	5
1.3. Determinación del problema.....	7
1.3.1. Definición .....	7
1.3.2. Delimitación .....	7
1.3.3. Formulación .....	8
2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Elaboración de cerveza .....	9
2.1.1. Malteado y molienda.....	9
2.1.2. Maceración y cocción .....	10
2.1.3. Fermentación y maduración .....	12
2.1.4. Filtración .....	14
2.2. Importancia de la limpieza y desinfección en las industrias alimenticias.....	14
2.3. Sistemas automatizados.....	16

2.3.1.	Ventajas y desventajas de los sistemas automatizados .....	18
2.3.2.	Tipos de automatización.....	19
2.4.	Sistemas de limpieza .....	19
2.4.1.	Método de limpieza <i>FOB</i> .....	20
2.4.2.	Sistema de limpieza <i>CIP</i> .....	21
2.5.	Propiedades fisicoquímicas evaluadas .....	30
2.5.1.	Conductividad.....	30
2.5.2.	pH.....	31
2.5.3.	Alcalinidad P.....	32
2.5.4.	Alcalinidad M.....	33
2.5.5.	Dureza del agua .....	34
2.5.6.	Turbidez de sólidos .....	35
2.5.7.	Turbidez coloidal .....	37
2.5.8.	Evaluación combinada de los parámetros fisicoquímicos.....	38
3.	MARCO METODOLÓGICO .....	39
3.1.	Variables .....	39
3.1.1.	Variables independientes .....	39
3.1.2.	Variables dependientes .....	39
3.1.3.	Indicadores.....	40
3.2.	Delimitación de campo de estudio .....	41
3.3.	Recursos humanos disponibles .....	41
3.4.	Recursos materiales disponibles.....	41
3.4.1.	Equipo .....	41
3.4.2.	Cristalería .....	42
3.4.3.	Reactivos.....	42
3.5.	Técnicas cuantitativas y cualitativas .....	42

3.5.1.	Elaboración de gráficas que caracterizan el comportamiento de las propiedades fisicoquímicas de los enjuagues descargados hacia el drenaje .....	43
3.5.2.	Estimación de las incertezas de las mediciones de las propiedades fisicoquímicas de los enjuagues descargados hacia el drenaje .....	43
3.5.3.	Estimación del tiempo a recortar en los enjuagues .....	44
3.5.4.	Estimación de la reducción de consumo de agua al implementar nuevos tiempos de enjuague.....	44
3.5.5.	Método para la toma de muestras de los enjuagues de agua entre soluciones del sistema <i>CIP</i> .....	45
3.5.6.	Método para la determinación de la conductividad en los enjuagues de agua entre las soluciones de <i>CIP</i> .....	45
3.5.7.	Método para la determinación del pH en los enjuagues de agua entre las soluciones de <i>CIP</i> .....	45
3.5.8.	Método para la determinación de la alcalinidad P y M en los enjuagues de agua entre las soluciones de <i>CIP</i> .....	46
3.5.9.	Método para la determinación de la dureza del agua entre las soluciones de <i>CIP</i> .....	46
3.5.10.	Método para la determinación de la turbidez de sólidos y coloidal en los enjuagues de agua entre las soluciones de <i>CIP</i> .....	47
3.6.	Análisis estadístico .....	47
3.6.1.	Croquis del muestreo.....	47

3.6.2.	Bandas de predicción .....	51
3.6.3.	Hipótesis.....	52
3.6.4.	Pruebas de hipótesis .....	54
3.7.	Plan de análisis de los resultados .....	55
3.7.1.	Programas a utilizar para análisis de datos.....	55
4.	RESULTADOS.....	57
4.1.	Descripción del comportamiento de la composición química del agua utilizada para enjuague en el sistema de limpieza <i>CIP</i> .....	57
4.2.	Estimación del tiempo de limpieza mínimo requerido .....	202
4.3.	Cuantificación de la reducción del consumo de agua empleada al utilizar nuevos tiempos de enjuague.....	234
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	245
5.1.	Descripción del comportamiento de la composición química del agua utilizada para enjuagues en el sistema <i>CIP</i> .....	245
5.2.	Estimación del tiempo de limpieza mínimo requerido .....	249
5.3.	Cuantificación de la reducción del consumo de agua empleada en los enjuagues del sistema al implementar los nuevos tiempos .....	253
	CONCLUSIONES.....	261
	RECOMENDACIONES .....	263
	BIBLIOGRAFÍA.....	265
	APÉNDICES.....	273
	ANEXOS.....	349

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Harina de malta .....	10
2.	Producto de maceración .....	11
3.	Enfriamiento del mosto .....	12
4.	Limpieza de equipos mediante aspersores.....	16
5.	Células flexibles de fabricación.....	17
6.	Metodología <i>FOB</i> .....	21
7.	Variables de un sistema <i>CIP</i> .....	23
8.	Funcionamiento del sistema <i>CIP</i> .....	26
9.	Tanques de soluciones .....	27
10.	Bombas para <i>CIP</i> .....	27
11.	Tuberías de <i>CIP</i> .....	28
12.	Rociado en tanques .....	29
13.	Iones en una solución .....	30
14.	Escala de pH .....	31
15.	Equilibrios de alcalinidad en agua.....	33
16.	Clasificación del agua en función de su dureza .....	35
17.	Muestras con distintos grados de turbidez.....	36
18.	Diseño de un turbidímetro.....	37
19.	Croquis del muestreo del área de cocimientos .....	48
20.	Croquis del muestreo del área de fermentaciones.....	49
21.	Croquis del muestreo del área de filtraciones .....	50
22.	Croquis del muestreo del área de distribución.....	51

23.	Valores catalogados como agua limpia .....	54
24.	Conductividad del enfriador en EDS.....	58
25.	pH del enfriador en EDS.....	58
26.	Alcalinidad P del enfriador en EDS.....	58
27.	Alcalinidad M del enfriador en EDS .....	59
28.	pH del enfriador en EDA.....	59
29.	Alcalinidad M del enfriador en EDA .....	59
30.	Dureza del enfriador en EDA.....	60
31.	Conductividad del enfriador en EDC.....	60
32.	pH del enfriador en EDC.....	60
33.	Alcalinidad P del enfriador en EDC.....	61
34.	Alcalinidad M del enfriador en EDC .....	61
35.	Turbidez de sólidos del enfriador en EDC .....	61
36.	Turbidez coloidal del enfriador en EDC .....	62
37.	Conductividad del calentador en EDS .....	62
38.	pH del calentador en EDS .....	62
39.	Alcalinidad P del calentador en EDS .....	63
40.	Alcalinidad M del calentador en EDS.....	63
41.	Dureza del calentador en EDS .....	63
42.	Conductividad del calentador en EDA .....	64
43.	pH del calentador en EDA .....	64
44.	Alcalinidad M del calentador en EDA.....	64
45.	Dureza del calentador en EDA .....	65
46.	Conductividad del calentador en EDC .....	65
47.	pH del calentador en EDC .....	65
48.	Alcalinidad P del calentador en EDC.....	66
49.	Alcalinidad M del calentador en EDC .....	66
50.	Turbidez de sólidos del calentador en EDC.....	66
51.	Turbidez coloidal del calentador en EDC.....	67

52.	Conductividad del cocedor en EDS.....	67
53.	pH del cocedor en EDS.....	67
54.	Alcalinidad P del cocedor en EDS.....	68
55.	pH del cocedor en EDA.....	68
56.	Alcalinidad M del cocedor en EDA.....	68
57.	Dureza del cocedor en EDA.....	69
58.	Turbidez de sólidos del cocedor en EDA .....	69
59.	Conductividad <i>Whirlpool</i> en EDS .....	70
60.	pH <i>Whirlpool</i> en EDS .....	70
61.	Alcalinidad P <i>Whirlpool</i> en EDS .....	71
62.	Turbidez de sólidos <i>Whirlpool</i> en EDS.....	71
63.	Conductividad del <i>Whirlpool</i> en EDA .....	71
64.	pH del <i>Whirlpool</i> en EDA .....	72
65.	Alcalinidad M del <i>Whirlpool</i> en EDA.....	72
66.	Dureza del <i>Whirlpool</i> en EDA .....	72
67.	Turbidez de sólidos del <i>Whirlpool</i> en EDA .....	73
68.	Turbidez coloidal del <i>Whirlpool</i> en EDA .....	73
69.	Conductividad del regenerador en EDS.....	73
70.	pH del regenerador en EDS.....	74
71.	Alcalinidad P del regenerador en EDS.....	74
72.	Dureza del regenerador en EDS .....	74
73.	Conductividad del filtro en EDS .....	75
74.	pH del filtro en EDS.....	75
75.	Alcalinidad P del filtro en EDS .....	75
76.	Conductividad del filtro en EDA .....	76
77.	pH del filtro en EDA.....	76
78.	Alcalinidad M del filtro en EDA.....	76
79.	Dureza del filtro en EDA.....	77
80.	Conductividad del colector en EDS.....	77

81.	pH del colector en EDS .....	77
82.	Alcalinidad P del colector en EDS .....	78
83.	Conductividad del colector en EDA .....	78
84.	pH del colector en EDA .....	78
85.	Alcalinidad M del colector en EDA.....	79
86.	Dureza del colector en EDA .....	79
87.	Turbidez de sólidos del colector en EDA .....	79
88.	Conductividad del tanque de agua en EDS .....	80
89.	pH del tanque de agua en EDS .....	80
90.	Alcalinidad P del tanque de agua en EDS .....	80
91.	Conductividad del tanque de agua en EDA .....	81
92.	pH del tanque de agua en EDA .....	81
93.	Alcalinidad M del tanque de agua en EDA .....	81
94.	Dureza del tanque de agua en EDA .....	82
95.	Turbidez de sólidos del tanque de agua en EDA.....	82
96.	Turbidez coloidal del tanque de agua en EDA.....	82
97.	Conductividad del tanque de azúcar en EDS .....	83
98.	pH del tanque de azúcar en EDS .....	83
99.	Alcalinidad P del tanque de azúcar en EDS .....	83
100.	Turbidez de sólidos del tanque de azúcar en EDS.....	84
101.	Conductividad del tanque de azúcar en EDA .....	84
102.	pH del tanque de azúcar en EDA .....	84
103.	Alcalinidad M del tanque de azúcar en EDA.....	85
104.	Dureza del tanque de azúcar en EDA .....	85
105.	Turbidez de sólidos del tanque de azúcar en EDA.....	85
106.	Turbidez coloidal del tanque de azúcar en EDA.....	86
107.	Conductividad de la tubería de azúcar en EDS .....	86
108.	pH de la tubería de azúcar en EDS .....	86
109.	Alcalinidad P de la tubería de azúcar en EDS .....	87

110.	Turbidez de sólidos de tubería de azúcar en EDS .....	87
111.	Turbidez coloidal de la tubería de azúcar en EDS .....	87
112.	Conductividad de la tubería de azúcar en EDA .....	88
113.	pH de la tubería de azúcar en EDA .....	88
114.	Alcalinidad M de la tubería de azúcar en EDA.....	88
115.	Dureza de la tubería de azúcar en EDA.....	89
116.	Turbidez de sólidos de tubería de azúcar en EDA .....	89
117.	Turbidez coloidal de la tubería de azúcar en EDA .....	89
118.	Conductividad del tanque turbio en EDS .....	90
119.	pH del tanque turbio en EDS .....	90
120.	Alcalinidad P del tanque turbio en EDS .....	90
121.	Dureza del tanque turbio en EDS .....	91
122.	Turbidez de sólidos del tanque turbio en EDS .....	91
123.	Turbidez coloidal del tanque turbio en EDS .....	91
124.	Conductividad del tanque turbio en EDA .....	92
125.	pH del tanque turbio en EDA .....	92
126.	Alcalinidad M del tanque turbio en EDA.....	92
127.	Dureza del tanque turbio en EDA .....	93
128.	Turbidez de sólidos del tanque turbio en EDA.....	93
129.	Turbidez coloidal del tanque turbio en EDA .....	93
130.	Conductividad del macerador en EDS .....	94
131.	pH del macerador en EDS .....	94
132.	Alcalinidad P del macerador en EDS .....	94
133.	pH del macerador en EDA .....	95
134.	Alcalinidad M del macerador en EDA.....	95
135.	Dureza del macerador en EDA .....	95
136.	Turbidez coloidal del macerador en EDA.....	96
137.	Conductividad de adjuntos en EDS .....	96
138.	pH de adjuntos en EDS.....	96

139.	Alcalinidad P de adjuntos en EDS .....	97
140.	Alcalinidad M de adjuntos en EDS.....	97
141.	Turbidez de sólidos de adjuntos en EDS .....	97
142.	pH de adjuntos en EDA .....	98
143.	Alcalinidad M de adjuntos en EDA.....	98
144.	Dureza de adjuntos en EDA .....	98
145.	Turbidez de sólidos de adjuntos en EDA.....	99
146.	Turbidez coloidal de adjuntos en EDA.....	99
147.	pH de la tubería de cerveza en EDS .....	100
148.	Alcalinidad P de la tubería de cerveza en EDS .....	100
149.	Alcalinidad M de la tubería de cerveza en EDS.....	101
150.	Dureza de la tubería de cerveza en EDS .....	101
151.	Conductividad de la tubería de cerveza en EDA .....	101
152.	pH de la tubería de cerveza en EDA .....	102
153.	Alcalinidad M de la tubería de cerveza en EDA.....	102
154.	Dureza de la tubería de cerveza en EDA .....	102
155.	pH de la tubería de cerveza en EDD .....	103
156.	Dureza de la tubería de cerveza en EDD .....	103
157.	Turbidez de sólidos de tubería de cerveza en EDD.....	103
158.	Conductividad de la tubería de mosto en EDS .....	104
159.	pH de la tubería mosto en EDS .....	104
160.	Alcalinidad P de la tubería de mosto en EDS .....	104
161.	Dureza de la tubería de mosto en EDS .....	105
162.	Turbidez de sólidos de tubería de mosto en EDS .....	105
163.	Conductividad de la tubería de mosto en EDA .....	105
164.	pH de la tubería de mosto en EDA .....	106
165.	Alcalinidad M de la tubería de mosto en EDA .....	106
166.	Dureza de la tubería de mosto en EDA .....	106
167.	pH de la tubería de mosto en EDD .....	107

168.	Alcalinidad M de la tubería de mosto en EDD.....	107
169.	Dureza de la tubería de mosto en EDD .....	107
170.	Turbidez coloidal de la tubería de mosto en EDD.....	108
171.	Conductividad de la tubería de levadura en EDS .....	108
172.	pH de la tubería de levadura en EDS.....	108
173.	Alcalinidad P de la tubería de levadura en EDS .....	109
174.	Dureza de la tubería de levadura en EDS.....	109
175.	Turbidez de sólidos de tubería de levadura en EDS.....	109
176.	Conductividad de la tubería de levadura en EDA .....	110
177.	pH de la tubería de levadura en EDA.....	110
178.	Alcalinidad M de la tubería de levadura en EDA.....	110
179.	Dureza de la tubería de levadura en EDA.....	111
180.	Turbidez de sólidos de tubería de levadura en EDA.....	111
181.	pH de la tubería de levadura en EDD .....	111
182.	Alcalinidad M de la tubería de levadura en EDD.....	112
183.	Dureza de la tubería de levadura en EDD .....	112
184.	Turbidez coloidal de tubería de levadura en EDD.....	112
185.	Conductividad del contenedor de levadura en EDS.....	113
186.	pH del contenedor de levadura en EDS.....	113
187.	Alcalinidad P del contenedor de levadura en EDS.....	113
188.	Alcalinidad M del contenedor de levadura en EDS .....	114
189.	Dureza del contenedor de levadura en EDS.....	114
190.	Turbidez de sólidos del contenedor de levadura en EDS .....	114
191.	Conductividad del contenedor de levadura en EDA.....	115
192.	pH del contenedor de levadura en EDA.....	115
193.	Alcalinidad M del contenedor de levadura en EDA .....	115
194.	Dureza del contenedor de levadura en EDA.....	116
195.	Turbidez de sólidos del contenedor de levadura en EDA .....	116
196.	pH del contenedor de levadura en EDD.....	116

197.	Alcalinidad M del contenedor de levadura en EDD.....	117
198.	Dureza del contenedor de levadura en EDD .....	117
199.	Turbidez de sólidos del contenedor de levadura en EDD .....	117
200.	Conductividad del distribuidor de levadura en EDS.....	118
201.	pH del distribuidor de levadura en EDS .....	118
202.	Alcalinidad P del distribuidor de levadura en EDS.....	118
203.	Alcalinidad M del distribuidor de levadura en EDS .....	119
204.	Dureza del distribuidor de levadura en EDS.....	119
205.	Conductividad del distribuidor de levadura en EDA.....	119
206.	pH del distribuidor de levadura en EDA.....	120
207.	Alcalinidad M del distribuidor de levadura en EDA .....	120
208.	Dureza del distribuidor de levadura en EDA.....	120
209.	pH del distribuidor de levadura en EDD.....	121
210.	Alcalinidad M del distribuidor de levadura en EDD .....	121
211.	Dureza del distribuidor de levadura en EDD.....	121
212.	Turbidez coloidal del distribuidor de levadura en EDD .....	122
213.	Conductividad del depósito de levadura en EDS.....	122
214.	pH del depósito de levadura en EDS.....	122
215.	Alcalinidad P del depósito de levadura en EDS.....	123
216.	Dureza del depósito de levadura en EDS.....	123
217.	Turbidez de sólidos del depósito de levadura en EDS .....	123
218.	Conductividad del depósito de levadura en EDA.....	124
219.	pH del depósito de levadura en EDA.....	124
220.	Alcalinidad M del depósito de levadura en EDA .....	124
221.	Dureza del depósito de levadura en EDA.....	125
222.	pH del depósito de levadura en EDD.....	125
223.	Alcalinidad M del depósito de levadura en EDD .....	125
224.	Dureza del depósito de levadura en EDD.....	126
225.	Turbidez coloidal del depósito de levadura en EDD .....	126

226.	Conductividad del corral 1 en EDS .....	126
227.	pH del corral 1 en EDS .....	127
228.	Alcalinidad P del corral 1 en EDS .....	127
229.	Alcalinidad M del corral 1 en EDS.....	127
230.	Dureza del corral 1 en EDS .....	128
231.	Turbidez de sólidos del corral 1 en EDS .....	128
232.	pH del corral 1 en EDA .....	128
233.	Alcalinidad M del corral 1 en EDA.....	129
234.	Dureza del corral 1 en EDA .....	129
235.	Turbidez coloidal del corral 1 en EDA.....	129
236.	pH del corral 1 en EDD .....	130
237.	Dureza del corral 1 en EDD .....	130
238.	Turbidez de sólidos del corral 1 en EDD.....	130
239.	Turbidez coloidal del corral 1 en EDD.....	131
240.	Conductividad del corral 2 en EDS .....	131
241.	pH del corral 2 en EDS .....	131
242.	Alcalinidad P del corral 2 en EDS .....	132
243.	Alcalinidad M del corral 2 en EDS.....	132
244.	Dureza del corral 2 en EDS .....	132
245.	pH del corral 2 en EDA .....	133
246.	Alcalinidad M del corral 2 en EDA.....	133
247.	Dureza del corral 2 en EDA .....	133
248.	Turbidez coloidal del corral 2 en EDA.....	134
249.	pH del corral 2 en EDD .....	134
250.	Alcalinidad M del corral 2 en EDD .....	134
251.	Dureza del corral 2 en EDD .....	135
252.	Turbidez coloidal del corral 2 en EDD.....	135
253.	Conductividad del corral 3 en EDS .....	135
254.	pH del corral 3 en EDS .....	136

255.	Alcalinidad P del corral 3 en EDS .....	136
256.	Alcalinidad M del corral 3 en EDS .....	136
257.	Dureza del corral 3 en EDS .....	137
258.	Turbidez de sólidos del corral 3 en EDS.....	137
259.	pH del corral 3 en EDA .....	137
260.	Alcalinidad M del corral 3 en EDA .....	138
261.	Dureza del corral 3 en EDA .....	138
262.	pH del corral 3 en EDD.....	138
263.	Alcalinidad M del corral 3 en EDD .....	139
264.	Dureza del corral 3 en EDD .....	139
265.	Turbidez de sólidos del corral 3 en EDD .....	139
266.	Turbidez coloidal del corral 3 en EDD .....	140
267.	Conductividad del distribuidor de agua en EDS .....	141
268.	pH del distribuidor de agua en EDS.....	141
269.	Alcalinidad P del distribuidor de agua en EDS .....	142
270.	Turbidez de sólidos del distribuidor de agua en EDS .....	142
271.	Turbidez coloidal del distribuidor de agua en EDS .....	142
272.	Conductividad del distribuidor de agua en EDA .....	143
273.	pH del distribuidor de agua en EDA.....	143
274.	Alcalinidad M del distribuidor de agua en EDA.....	143
275.	Dureza del distribuidor de agua en EDA.....	144
276.	pH del distribuidor de agua en EDC .....	144
277.	Alcalinidad P del distribuidor de agua en EDC .....	144
278.	Alcalinidad M del distribuidor de agua en EDC.....	145
279.	Dureza del distribuidor de agua en EDC .....	145
280.	Conductividad del distribuidor de cerveza en EDS.....	145
281.	pH del distribuidor de cerveza en EDS .....	146
282.	Alcalinidad P del distribuidor de cerveza en EDS.....	146
283.	Turbidez de sólidos del distribuidor de cerveza en EDS.....	146

284.	Turbidez coloidal del distribuidor de cerveza en EDS .....	147
285.	Conductividad del distribuidor de cerveza en EDA .....	147
286.	pH del distribuidor de cerveza en EDA .....	147
287.	Alcalinidad M del distribuidor de cerveza en EDA.....	148
288.	Dureza del distribuidor de cerveza en EDA .....	148
289.	Turbidez coloidal del distribuidor de cerveza en EDA.....	148
290.	pH del distribuidor de cerveza en EDC .....	149
291.	Alcalinidad P del distribuidor de cerveza en EDC.....	149
292.	Alcalinidad M del distribuidor de cerveza en EDC .....	149
293.	Dureza del distribuidor de cerveza en EDC .....	150
294.	Conductividad de la tubería de agua en EDS .....	150
295.	pH de la tubería de agua en EDS .....	150
296.	Alcalinidad P de la tubería de agua en EDS .....	151
297.	Turbidez de sólidos de la tubería de agua en EDS.....	151
298.	Turbidez coloidal de la tubería de agua en EDS.....	151
299.	pH de la tubería de agua en EDA .....	152
300.	Alcalinidad M de la tubería de agua en EDA.....	152
301.	Dureza de la tubería de agua en EDA .....	152
302.	Turbidez coloidal de la tubería de agua en EDA.....	153
303.	pH de la tubería de agua en EDC .....	153
304.	Alcalinidad P de la tubería de agua en EDC.....	153
305.	Alcalinidad M de la tubería de agua en EDC .....	154
306.	Dureza de la tubería de agua en EDC .....	154
307.	Conductividad del desaireador en EDS .....	154
308.	pH del desaireador en EDS .....	155
309.	Alcalinidad P del desaireador en EDS .....	155
310.	Alcalinidad M del desaireador en EDS.....	155
311.	Dureza del desaireador en EDS .....	156
312.	Turbidez de sólidos del desaireador en EDS .....	156

313.	Turbidez coloidal del desaireador en EDS.....	156
314.	pH del desaireador en EDA .....	157
315.	Alcalinidad M del desaireador en EDA .....	157
316.	Dureza del desaireador en EDA .....	157
317.	Turbidez de sólidos del desaireador en EDA.....	158
318.	Turbidez coloidal del desaireador en EDA.....	158
319.	pH del desaireador en EDC .....	158
320.	Alcalinidad P del desaireador en EDC.....	159
321.	Alcalinidad M del desaireador en EDC .....	159
322.	Dureza del desaireador en EDC .....	159
323.	Conductividad del tanque de agua en EDS .....	160
324.	pH del tanque de agua en EDS .....	160
325.	Alcalinidad P del tanque de agua en EDS .....	161
326.	Dureza del tanque de agua en EDS .....	161
327.	Turbidez de sólidos del tanque de agua en EDS.....	161
328.	Turbidez coloidal del tanque de agua en EDS.....	162
329.	pH del tanque de agua en EDA .....	162
330.	Alcalinidad M del tanque de agua en EDA .....	162
331.	Dureza del tanque de agua en EDA .....	163
332.	Turbidez de sólidos del tanque de agua en EDA.....	163
333.	Turbidez coloidal del tanque de agua en EDA.....	163
334.	pH del tanque de agua en EDD .....	164
335.	Alcalinidad M del tanque de agua en EDD .....	164
336.	Dureza del tanque de agua en EDD .....	164
337.	Conductividad del tanque reserva en EDS .....	165
338.	pH del tanque reserva en EDS .....	165
339.	Alcalinidad P del tanque reserva en EDS .....	165
340.	Alcalinidad M del tanque reserva en EDS .....	166
341.	Turbidez coloidal del tanque de reserva en EDS.....	166

342.	pH del tanque reserva en EDA.....	166
343.	Alcalinidad M del tanque reserva en EDA.....	167
344.	Dureza del tanque reserva en EDA .....	167
345.	Turbidez coloidal del tanque reserva en EDA .....	167
346.	pH del tanque reserva en EDD .....	168
347.	Alcalinidad M del tanque reserva en EDD.....	168
348.	Dureza del tanque reserva en EDD .....	168
349.	Turbidez coloidal del tanque reserva en EDD .....	169
350.	Conductividad del tanque de cerveza no filtrada en EDS .....	169
351.	pH del tanque de cerveza no filtrado en EDS .....	169
352.	Alcalinidad P del tanque de cerveza no filtrada en EDS .....	170
353.	Alcalinidad M del tanque de cerveza no filtrada en EDS.....	170
354.	Dureza del tanque de cerveza no filtrada en EDS .....	170
355.	Turbidez coloidal del tanque de cerveza no filtrada en EDS.....	171
356.	pH del tanque de cerveza no filtrada en EDA .....	171
357.	Alcalinidad M del tanque de cerveza no filtrada en EDA.....	171
358.	Dureza del tanque de cerveza no filtrada en EDA .....	172
359.	Turbidez coloidal del tanque de cerveza no filtrada en EDA.....	172
360.	pH del tanque de cerveza no filtrada en EDD .....	172
361.	Alcalinidad M del tanque de cerveza no filtrada en EDD .....	173
362.	Dureza del tanque de cerveza no filtrada en EDD .....	173
363.	Turbidez coloidal del tanque de cerveza no filtrada en EDD.....	173
364.	Conductividad del salón A en EDS .....	174
365.	pH del salón A en EDS .....	175
366.	Alcalinidad P del salón A en EDS .....	175
367.	Turbidez coloidal del salón A en EDS.....	175
368.	Conductividad del salón A en EDA .....	176
369.	pH del salón A en EDA .....	176
370.	Alcalinidad M del salón A en EDA.....	176

371.	Dureza del salón A en EDA .....	177
372.	Turbidez coloidal del salón A en EDA.....	177
373.	pH del salón A en EDD.....	177
374.	Alcalinidad M del salón A en EDD .....	178
375.	Dureza del salón A en EDD .....	178
376.	Turbidez coloidal del salón A en EDD .....	178
377.	Conductividad del salón B en EDS.....	179
378.	pH del salón B en EDS .....	179
379.	Alcalinidad P del salón B en EDS .....	179
380.	Alcalinidad M del salón B en EDS .....	180
381.	Turbidez coloidal del salón B en EDS.....	180
382.	Conductividad del salón B en EDA.....	180
383.	pH del salón B en EDA.....	181
384.	Alcalinidad M del salón B en EDA .....	181
385.	Dureza del salón B en EDA.....	181
386.	Turbidez coloidal del salón B en EDA.....	182
387.	pH del salón B en EDD.....	182
388.	Alcalinidad M del salón B en EDD .....	182
389.	Dureza del salón B en EDD.....	183
390.	Turbidez coloidal del salón B en EDD .....	183
391.	Conductividad del salón C en EDS.....	183
392.	pH del salón C en EDS.....	184
393.	Alcalinidad P del salón C en EDS.....	184
394.	Alcalinidad M del salón C en EDS .....	184
395.	Turbidez coloidal del salón C en EDS .....	185
396.	Conductividad del salón C en EDA.....	185
397.	pH del salón C en EDA.....	185
398.	Alcalinidad M del salón C en EDA .....	186
399.	Dureza del salón C en EDA.....	186

400.	Turbidez coloidal del salón C en EDA.....	186
401.	pH del salón C en EDD .....	187
402.	Alcalinidad M del salón C en EDD .....	187
403.	Dureza del salón C en EDD .....	187
404.	Turbidez coloidal del salón C en EDD.....	188
405.	Conductividad del salón D en EDS .....	188
406.	pH del salón D en EDS .....	188
407.	Alcalinidad P del salón D en EDS .....	189
408.	Dureza del salón D en EDS .....	189
409.	Turbidez coloidal del salón D en EDS.....	189
410.	Conductividad del salón D en EDA .....	190
411.	pH del salón D en EDA .....	190
412.	Alcalinidad M del salón D en EDA .....	190
413.	Dureza del salón D en EDA .....	191
414.	Turbidez coloidal del salón D en EDA.....	191
415.	pH del salón D en EDD.....	191
416.	Alcalinidad M del salón D en EDD .....	192
417.	Dureza del salón D en EDD .....	192
418.	Turbidez coloidal del salón D en EDD.....	192
419.	Conductividad del salón de barriles en EDS .....	193
420.	pH del salón de barriles en EDS .....	193
421.	Alcalinidad P del salón de barriles en EDS .....	193
422.	Alcalinidad M del salón de barriles en EDS .....	194
423.	Dureza del salón de barriles en EDS .....	194
424.	pH del salón de barriles en EDA .....	194
425.	Alcalinidad M del salón de barriles en EDA .....	195
426.	Dureza del salón de barriles en EDA .....	195
427.	Turbidez coloidal del salón de barriles en EDA.....	195
428.	pH del salón de barriles en EDD.....	196

429.	Alcalinidad M del salón de barriles en EDD .....	196
430.	Dureza del salón de barriles en EDD.....	196
431.	Turbidez coloidal del salón de barriles en EDD .....	197
432.	Conductividad de la tubería de refiltración en EDS .....	197
433.	pH de la tubería de refiltración en EDS .....	197
434.	Alcalinidad P de la tubería de refiltración en EDS .....	198
435.	Dureza de la tubería de refiltración en EDS .....	198
436.	Turbidez coloidal de la tubería de refiltración en EDS .....	198
437.	pH de la tubería de refiltración en EDA .....	199
438.	Alcalinidad M de la tubería de refiltración en EDA.....	199
439.	Dureza de la tubería de refiltración en EDA .....	199
440.	Turbidez coloidal de la tubería de refiltración en EDA .....	200
441.	pH de la tubería de refiltración en EDD .....	200
442.	Alcalinidad M de la tubería de refiltración en EDD.....	200
443.	Dureza de la tubería de refiltración en EDD .....	201
444.	Turbidez coloidal de la tubería de refiltración en EDD .....	201

## TABLAS

I.	Variables independientes de la investigación .....	39
II.	Variables dependientes de la investigación .....	39
III.	Indicadores de la investigación.....	40
IV.	Equipo a utilizar .....	41
V.	Cristalería a utilizar.....	42
VI.	Tiempos de limpieza requeridos del enfriador en EDS .....	202
VII.	Tiempos de limpieza requeridos del enfriador en EDA .....	202
VIII.	Tiempos de limpieza requeridos del enfriador en EDC .....	203
IX.	Tiempos de limpieza requeridos del calentador en EDS.....	203
X.	Tiempos de limpieza requeridos del calentador en EDA.....	203

XI.	Tiempos de limpieza requeridos del calentador en EDC .....	204
XII.	Tiempos de limpieza requeridos del cocedor en EDS .....	204
XIII.	Tiempos de limpieza requeridos del cocedor en EDA .....	204
XIV.	Tiempos de limpieza requeridos del <i>Whirlpool</i> en EDS.....	205
XV.	Tiempos de limpieza requeridos del <i>Whirlpool</i> en EDA.....	205
XVI.	Tiempos de limpieza requeridos del regenerador en EDS .....	205
XVII.	Tiempos de limpieza requeridos del filtro en EDS.....	206
XVIII.	Tiempos de limpieza requeridos del filtro en EDA.....	206
XIX.	Tiempos de limpieza requeridos del colector en EDS .....	206
XX.	Tiempos de limpieza requeridos del colector en EDA .....	207
XXI.	Tiempos de limpieza requeridos del tanque de agua en EDS....	207
XXII.	Tiempos de limpieza requeridos del tanque de agua en EDA....	207
XXIII.	Tiempos de limpieza requeridos del tanque de azúcar en EDS .	208
XXIV.	Tiempos de limpieza requeridos del tanque de azúcar en EDA .	208
XXV.	Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de azúcar en EDS .....	208
XXVI.	Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de azúcar en EDA .....	209
XXVII.	Tiempos de limpieza requeridos del tanque turbio en EDS .....	209
XXVIII.	Tiempos de limpieza requeridos del tanque turbio en EDA .....	209
XXIX.	Tiempos de limpieza requeridos del macerador en EDS .....	210
XXX.	Tiempos de limpieza requeridos del macerador en EDA .....	210
XXXI.	Tiempos de limpieza requeridos de adjuntos en EDS .....	210
XXXII.	Tiempos de limpieza requeridos de adjuntos en EDA .....	211
XXXIII.	Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de cerveza en EDS .....	211
XXXIV.	Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de cerveza en EDA .....	212

XXXV.	Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de cerveza en EDD .....	212
XXXVI.	Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de mosto en EDS .....	212
XXXVII.	Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de mosto en EDA .....	213
XXXVIII.	Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de mosto en EDD .....	213
XXXIX.	Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de levadura en EDS .....	213
XL.	Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de levadura en EDA .....	214
XLI.	Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de levadura en EDD .....	214
XLII.	Tiempos de limpieza requeridos del contenedor de levadura en EDS .....	214
XLIII.	Tiempos de limpieza requeridos del contenedor de levadura en EDA .....	215
XLIV.	Tiempos de limpieza requeridos del contenedor de levadura en EDD .....	215
XLV.	Tiempos de limpieza requeridos del distribuidor de levadura en EDS .....	215
XLVI.	Tiempos de limpieza requeridos del distribuidor de levadura en EDA .....	216
XLVII.	Tiempos de limpieza requeridos del distribuidor de levadura en EDD .....	216
XLVIII.	Tiempos de limpieza requeridos del depósito de levadura en EDS .....	216

XLIX.	Tiempos de limpieza requeridos del depósito de levadura en EDA .....	217
L.	Tiempos de limpieza requeridos del depósito de levadura en EDD .....	217
LI.	Tiempos de limpieza requeridos para el corral 1 en EDS .....	217
LII.	Tiempos de limpieza requeridos del corral 1 en EDA .....	218
LIII.	Tiempos de limpieza requeridos del corral 1 en EDD .....	218
LIV.	Tiempos de limpieza requeridos del corral 2 en EDS .....	218
LV.	Tiempos de limpieza requeridos del corral 2 en EDA .....	219
LVI.	Tiempos de limpieza requeridos del corral 2 en EDD .....	219
LVII.	Tiempos de limpieza requeridos del corral 3 en EDS .....	219
LVIII.	Tiempos de limpieza requeridos del corral 3 en EDA .....	220
LIX.	Tiempos de limpieza requeridos del corral 3 en EDD .....	220
LX.	Tiempos de limpieza requeridos del distribuidor de agua en EDS .....	221
LXI.	Tiempos de limpieza requeridos del distribuidor de agua en EDA .....	221
LXII.	Tiempos de limpieza requeridos del distribuidor de agua en EDC .....	222
LXIII.	Tiempos de limpieza requeridos del distribuidor de cerveza en EDS .....	222
LXIV.	Tiempos de limpieza requeridos del distribuidor de cerveza en EDA .....	222
LXV.	Tiempos de limpieza requeridos del distribuidor de cerveza en EDC .....	223
LXVI.	Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de agua en EDS .	223
LXVII.	Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de agua en EDA .	223
LXVIII.	Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de agua en EDC .	224
LXIX.	Tiempos de limpieza requeridos del desaireador en EDS.....	224

LXX.	Tiempos de limpieza requeridos del desaireador en EDA .....	224
LXXI.	Tiempos de limpieza requeridos del desaireador en EDC .....	225
LXXII.	Tiempos de limpieza requeridos del tanque de agua en EDS.	225
LXXIII.	Tiempos de limpieza requeridos del tanque de agua en EDA.	225
LXXIV.	Tiempos de limpieza requeridos del tanque de agua en EDD .....	226
LXXV.	Tiempos de limpieza requeridos del tanque de reserva en EDS .....	226
LXXVI.	Tiempos de limpieza requeridos del tanque reserva en EDA..	226
LXXVII.	Tiempos de limpieza requeridos del tanque reserva en EDD..	227
LXXVIII.	Tiempos de limpieza requeridos del tanque de cerveza no filtrada en EDS.....	227
LXXIX.	Tiempos de limpieza requeridos del tanque de cerveza no filtrada en EDA.....	227
LXXX.	Tiempos de enjuague del tanque de cerveza no filtrada en EDD .....	228
LXXXI.	Tiempos de limpieza requeridos del salón A en EDS .....	228
LXXXII.	Tiempos de limpieza requeridos del salón A en EDA .....	229
LXXXIII.	Tiempos de limpieza requeridos del salón A en EDD.....	229
LXXXIV.	Tiempos de limpieza requeridos del salón B en EDS .....	229
LXXXV.	Tiempos de limpieza requeridos del salón B en EDA .....	230
LXXXVI.	Tiempos de limpieza requeridos del salón B en EDD .....	230
LXXXVII.	Tiempos de limpieza requeridos del salón C en EDS .....	230
LXXXVIII.	Tiempos de limpieza requeridos del salón C en EDA .....	231
LXXXIX.	Tiempos de limpieza requeridos del salón C en EDD .....	231
XC.	Tiempos de limpieza requeridos del salón D en EDS .....	231
XCI.	Tiempos de limpieza requeridos del salón D en EDA .....	232
XCII.	Tiempos de limpieza requeridos del salón D en EDD.....	232

XCIII.	Tiempos de limpieza requeridos del salón de barriles en EDS .....	232
XCIV.	Tiempos de limpieza requeridos del salón de barriles en EDA .....	233
XCV.	Tiempos de limpieza requeridos del salón de barriles en EDD ..	233
XCVI.	Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de refiltración en EDS .....	233
XCVII.	Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de refiltración en EDA .....	234
XCVIII.	Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de refiltración en EDD .....	234
XCIX.	Nuevos enjuagues para el enfriador .....	235
C.	Nuevos enjuagues para el calentador .....	235
CI.	Nuevos enjuagues para el cocedor .....	235
CII.	Nuevos enjuagues para el <i>Whirlpool</i> .....	235
CIII.	Nuevo enjuague para el regenerador .....	236
CIV.	Nuevos enjuagues para el filtro.....	236
CV.	Nuevos enjuagues para el colector .....	236
CVI.	Nuevos enjuagues para el tanque de agua.....	236
CVII.	Nuevos enjuagues para el tanque de azúcar .....	237
CVIII.	Nuevos enjuagues para la tubería de azúcar.....	237
CIX.	Nuevos enjuagues para el tanque turbio.....	237
CX.	Nuevos enjuagues para el macerador .....	237
CXI.	Nuevos enjuagues para adjuntos.....	238
CXII.	Nuevos enjuagues para la tubería de cerveza .....	238
CXIII.	Nuevos enjuagues para la tubería de mosto.....	238
CXIV.	Nuevos enjuagues para la tubería de levadura .....	239
CXV.	Nuevos enjuagues para el contenedor de levadura.....	239
CXVI.	Nuevos enjuagues para el distribuidor de levadura .....	239

CXVII.	Nuevos enjuagues para el depósito de levadura.....	239
CXVIII.	Nuevos enjuagues para el corral 1 .....	240
CXIX.	Nuevos enjuagues para el corral 2.....	240
CXX.	Nuevos enjuagues para el corral 3.....	240
CXXI.	Nuevos enjuagues del distribuidor de agua .....	241
CXXII.	Nuevos enjuagues del distribuidor de cerveza .....	241
CXXIII.	Nuevos enjuagues de la tubería de agua.....	241
CXXIV.	Nuevos enjuagues del desaireador.....	241
CXXV.	Nuevos enjuagues del tanque de agua.....	242
CXXVI.	Nuevos enjuagues del tanque reserva.....	242
CXXVII.	Nuevos enjuagues del tanque de cerveza no filtrada .....	242
CXXVIII.	Nuevos enjuagues del salón A.....	243
CXXIX.	Nuevos enjuagues del salón B.....	243
CXXX.	Nuevos enjuagues del salón C .....	243
CXXXI.	Nuevos enjuagues del salón D .....	243
CXXXII.	Nuevos enjuagues del salón de barriles .....	244
CXXXIII.	Nuevos enjuagues de la tubería de refiltración .....	244
CXXXIV.	Reducción global de volumen de agua en el sistema <i>CIP</i> .....	244

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>HCl</b>	Ácido clorhídrico
<b>EDTA</b>	Ácido etilendiaminotetraacético
<b>AM</b>	Alcalinidad M
<b>AP</b>	Alcalinidad P
<b>C</b>	Conductividad
$\sigma$	Desviación estándar
<b>D</b>	Dureza del agua
<b>EDA</b>	Enjuagues después de solución de ácido
<b>EDC</b>	Enjuague después de agua caliente
<b>EDD</b>	Enjuague después de desinfectante
<b>EDS</b>	Enjuague después de solución de soda
<b>°C</b>	Grados centígrados
$\bar{X}$	Media aritmética
<b>M</b>	Muestra
<b>min</b>	Minuto
<b>N</b>	Normalidad
<b>TC</b>	Turbidez coloidal
<b>TS</b>	Turbidez de sólidos
<b>FTU</b>	Unidad de turbidez de formacina
<b>NTU</b>	Unidad de turbidez nefelométrica



## GLOSARIO

<b>Alcalinidad P</b>	Es la presencia de iones de carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e hidróxidos ( $\text{OH}^-$ ), constituye la capacidad para neutralizar ácidos; es de carácter básico, también conocida como alcalinidad simple.
<b>Alcalinidad M</b>	Es la presencia de iones de bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) y constituye el carácter ácido; también conocida como alcalinidad total.
<b>CIP</b>	Sistema automatizado de limpieza, limpieza en el sitio, el cual hace uso de soluciones químicas y se caracteriza por limpiar los equipos sin la necesidad de desmantelarlos o abrirlos.
<b>Conductividad</b>	Capacidad que posee una solución (también denominada como conductor iónico o electrolítico) para poder conducir una corriente eléctrica a través de los iones disueltos en ella.
<b>Dureza del agua</b>	Es la concentración de compuestos minerales contenidos en el agua, siendo los cationes de $\text{Ca}^{2+}$ y $\text{Mg}^{2+}$ los de mayor presencia.
<b>pH</b>	Es un valor numérico que indica el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa.

**Turbidez sólidos**

Presencia de sólidos no disueltos causantes de la pérdida de transparencia en el agua.

**Turbidez coloidal**

Presencia de coloides causantes de la pérdida de transparencia en el agua.

## RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo principal estimar el tiempo de enjuague mínimo necesario para cumplir con los parámetros de calidad del sistema automatizado de limpieza en el sitio (*CIP*), mediante la caracterización de la calidad del agua residual, para lograr una reducción significativa de su consumo en la industria cervecera. Dicha caracterización consistió en el monitoreo de la conductividad, pH, alcalinidad, dureza y turbidez del agua al momento de realizar muestreos en la descarga al drenaje después del enjuague.

La variable independiente estudiada es el tiempo de enjuague como descripción del comportamiento de las propiedades, los cuales alcanzan los requerimientos para ser catalogados como agua limpia en tiempos menores a los programados; evaluando el impacto que esta tiene sobre la reducción del volumen de agua empleado para enjuagues, utilizando como indicadores las propiedades del agua ya mencionadas, empleando métodos volumétricos y de análisis instrumental para su estimación.

Los resultados obtenidos reflejan en promedio que se pueden reestablecer los tiempos de enjuague de las áreas en aproximadamente 5,83 minutos en enjuague después de soda, 4,96 minutos en enjuague después de ácido, en el caso de los enjuagues después de agua caliente 3,05 minutos y 6,42 minutos en enjuague después de desinfectante, obteniendo una reducción global en el consumo de agua empleada de 1 028 014 m<sup>3</sup> anuales.



## OBJETIVOS

### General

Estimar el tiempo de enjuague mínimo necesario para cumplir con los parámetros de calidad del sistema automatizado de limpieza en el sitio (*CIP*), mediante la caracterización de la calidad del agua empleada para lograr una reducción significativa de su consumo en la industria cervecera.

### Específicos

1. Describir el comportamiento de la composición química del agua utilizada para enjuague en el sistema de limpieza en el sitio (*CIP*) de los equipos empleados en el proceso de fabricación de la cerveza.
2. Estimar el tiempo de limpieza mínimo requerido para cumplir con los parámetros de calidad del agua.
3. Cuantificar la reducción de consumo de agua empleada en los enjuagues del sistema de limpieza al implementar los nuevos tiempos de enjuague.



## INTRODUCCIÓN

La invención de la cerveza se remonta en la antigüedad, habiendo registros en varias civilizaciones del pasado, como la egipcia o sumeria; es por ello que no se le puede atribuir el crédito a solo una de estas civilizaciones. Ha ido adquiriendo relevancia a través de los años hasta la actualidad, gracias a la revolución industrial, la producción de grandes volúmenes de cerveza se puede llevar a cabo, con el objetivo de suplir la demanda.

Además de poder llevarse a cabo altas producciones de cerveza, la industria cervecera y alimenticia en general, ha tenido mejoras. Entre estas, se puede destacar el uso de sistemas automatizados para la producción y realización de varios procesos, debido a las ventajas y beneficios que dichos sistemas automatizados pueden brindar a las industrias que los implementen.

Aparte de su implementación en la producción de cerveza, los sistemas automatizados se pueden aplicar en procesos complementarios, como la limpieza y desinfección de los equipos involucrados en la producción. Este proceso es de suma importancia, debido a la posibilidad de contaminación de la cerveza con agentes químicos o microorganismos, los cuales son capaces de afectar de forma grave la salud de los consumidores y dar una mala imagen de la empresa. Por ello, varias normas y regulaciones han sido emitidas con el objetivo principal de obtener alimentos y bebidas inocuas para el consumo de la población.

El sistema de limpieza en el sitio (*CIP*, por sus siglas en inglés) ha resultado ser bastante efectivo para llevar a cabo la limpieza y desinfección de los equipos en los cuales se tiene instalado el sistema. La principal ventaja de este sistema es la limpieza de los equipos sin la necesidad de desmontarlos, lo que se traduce en un ahorro de tiempo significativo.

El sistema hace uso de soluciones químicas y enjuagues en su secuencia de pasos programada, los cuales cumplen con velocidades de flujo, temperaturas y tiempos de circulación en la programación para asegurar una alta efectividad de limpieza. Sin embargo, en el caso de los enjuagues realizados entre las soluciones químicas, se tiene una alta demanda de agua.

Esta agua utilizada es descargada hacia el drenaje luego de haber cumplido con su objetivo dentro de la secuencia del sistema, y debido al requerimiento de varios equipos para la elaboración de la cerveza, suelen ser volúmenes bastante grandes.

En base a lo explicado anteriormente, se realizará un estudio acerca de la optimización del agua utilizada en los enjuagues de un sistema automatizado de limpieza en el sitio (*CIP*), mediante la caracterización de las propiedades fisicoquímicas dentro de una industria cervecera. El propósito de la investigación será el realizar recortes a los tiempos de enjuague entre soluciones empleadas para utilizar la cantidad de agua necesaria, sin poner en riesgo la limpieza de los equipos, y obtener una reducción en el uso del agua, recursos y gastos relacionados a los enjuagues.

# 1. MARCO CONCEPTUAL

## 1.1. Antecedentes

Un proceso importante en cualquier planta de alimentos y bebidas es la limpieza y desinfección de los equipos utilizados durante la elaboración de los productos y las superficies en contacto con los mismos. En los procesos industriales se debe de prestar atención para que estos procesos sean ejecutados de manera efectiva, ya que las consecuencias pueden ser graves debido a los volúmenes de producción de estas plantas. Una mala práctica de limpieza y desinfección puede provocar que los productos elaborados se encuentren contaminados con alguna sustancia o microorganismo capaz de afectar la salud de varios consumidores. Es por ello, que muchas empresas de este tipo optan por la implementación de un sistema automatizado. Se han llevado a cabo distintos tipos de estudio que buscan la implementación y optimización de este tipo de sistemas, en donde se pueden mencionar:

- En el año 2007, se realizó un informe en Caracas, Venezuela, en la Universidad Simón Bolívar titulado “*Cleaning in Place (CIP)* en líneas de envasado de una planta de cerveza y malta” en el cual se identificaron las oportunidades de mejora al sistema mediante la implementación de herramientas de mejoramiento y resolución de problemas.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> SIMONS, CAROLINA; EXPOSITO, ANA. *Cleaning in Place (CIP)* en líneas de envasado de una planta de cerveza y malta.

- En la Universidad Mayor de San Andrés de Lima, Perú, se realizó un proyecto titulado “Optimización de los métodos de limpieza *CIP* y *FOB* en tanques de jarabe simple y terminado en la Cervecería Bolivariana Nacional S.A. Planta Gaseosas El Alto”, en el cual se optimizaron los métodos de limpieza *CIP* y *FOB* provocando una disminución de bacterias aerobias y bacterias acidúricas.<sup>2</sup>
- La Universidad de Santo Tomás, ubicada en Bogotá, Colombia, realizó el trabajo “Diseño e implementación de sistemas *CIP* para industria productora de leche”, en el cual se diseñó y se puso en marcha un sistema de *CIP* para una industria lechera.<sup>3</sup>
- En el año 2014 se realizó una tesis titulada “Optimización de la cianuración del proceso *CIP* en la unidad de producción, en la compañía minera Layturama S.A.”, en la Universidad Nacional de San Agustín ubicada en Arequipa, Perú, en donde se optimizó el proceso de recuperación de oro y plata a partir de minerales oxidados y a su vez el desarrollo y optimización del proceso *CIP* (carbón en pulpa).<sup>4</sup>

---

<sup>2</sup> NIRVANA, ANELIN. *Optimización de los métodos de limpieza CIP y FOB en tanques de jarabe simple y terminado en la Cervecería Bolivariana Nacional S.A. Planta gaseosas El Alto.*

<sup>3</sup> RANGEL, ADRIANA; TOLEDO, JORGE; CELY, LIGIA. *Diseño e implementación de sistemas CIP para industria productora de leche.*

<sup>4</sup> OTAZO; JOSÉ. *Optimización de la cianuración del proceso CIP en la unidad de producción, en la compañía minera Layturama S.A.*

- Se publicó en la revista española “Cerveza y Malta” un artículo el cual consta de un estudio que evaluó la “reducción en los costos de operación de limpieza *CIP* (*Cleaning In Place*) de la industria cervecera” en donde se contrastan los elevados consumos de energía, agua y agentes químicos de un sistema *CIP* tradicional contra la implementación de ozono en el sistema *CIP* como una alternativa para la reducción de los costos.<sup>5</sup>
- En 2017 se realizó un proyecto aplicado titulado “Optimización del programa de saneamiento con la implementación de un sistema *CIP*” en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, ubicada en Barranquilla, en donde se propone la implementación de un sistema de limpieza tipo *CIP* para la planta UHT de una empresa dedicada a la fabricación de leche.<sup>6</sup>
- Se realizó una tesis, en el año 2010, en la Universidad Austral de Chile ubicada en Valdivia, titulada “Diseño de sistemas de lavado de estanques automatizado *CIP* (*Cleaning in Place*)”, en donde se diseña un sistema centralizado de lavado *CIP* para el lavado de estanques destinados a la fermentación y maduración de la cerveza.<sup>7</sup>
- En 2015, se llevó a cabo la 58ava Conferencia Internacional de la Industria Cárnica, con el tema “La seguridad y calidad de la carne, ¿Hacia dónde va?” en donde se presentó una investigación por parte de la Universidad de Kragujevac de Serbia y el Instituto de Higiene y Tecnología de la carne de Serbia, titulada “*CIP cleaning processes in the*

---

<sup>5</sup> LLORCA, IRENE. *Reducción en los costos de operación de limpieza CIP (Cleaning In Place) de la industria cervecera.*

<sup>6</sup> ROSANIA, WENDY; JIMENEZ, VICTOR. *Optimización del programa de saneamiento con la implementación de un sistema CIP.*

<sup>7</sup> ILI, CRISTIAN. *Diseño de sistemas de lavado de estanques automatizado CIP (Cleaning in Place).*

*dairy industry*”, en donde se presentan los materiales y diseños de un sistema *CIP*, junto con sus programas.<sup>8</sup>

- Se publicó, en 2009, un artículo en el diario “*Food Control*” titulado “*Removing Staphylococcus aurea and Escherichia Coli on stainless Steel by cleaning-in-place (CIP) cleaning agents*”, la cual fue llevada a cabo por personal del Departamento de Tecnología y Ciencia de los Alimentos de la Universidad de Nihon, Japón. En el cual se presentan los resultados de la aplicación de los agentes sanitizantes del sistema *CIP*, aditivos de alimentos y otros compuestos, para la remoción de *Staphylococcus aurea* y *Escherichia Coli*.<sup>9</sup>
- El Laboratorio de Sensores Químicos y Biosensores, División Jülich de la Universidad de Ciencias Aplicadas Aachen, Alemania, realizó una investigación titulada “*CIP (cleaning-in-place) suitable “non-glass” pH sensor based on Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-gate EIS structure*”, en el cual se implementaron sensores sensitivos capacitivos *EIS* de pH “sin vidrio” fueron investigados por su idoneidad en los sistemas *CIP* para lecturas de pH bastante claras y una curva de calibración lineal.<sup>10</sup>

---

<sup>8</sup> MEMISI, NURGINI; VESKOVIC, SLAVICA; MILIJASEVIC, MILAN; et. al. *CIP cleaning processes in the dairy industry*.

<sup>9</sup> FURUKAWA, SOICHI; AKIYOSHI, YUKO; KOMORIYA, MEI; et. al. *Removing Staphylococcus aurea and Escherichia Col ion stainless Steel by cleaning-in-place (CIP) cleaning agents*.

<sup>10</sup> SCHÖNING, MICHAEL; BRINKMANN, DOMINIC; et. al. *CIP (cleaning-in-place) Suitable non-glass pH sensor base don Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-gate EIS structure*.

## **1.2. Justificación**

La industrialización de varios procesos ha permitido una alta producción en las distintas industrias, incluida la alimenticia. Debido a que la industria alimenticia requiere de procesos de limpieza estrictos para asegurar la inocuidad de sus productos, se han implementado sistemas automatizados para llevar a cabo esta tarea. Sin embargo, estos suelen propiciar un alto consumo de energía eléctrica y agua para llevar a cabo los distintos pasos y enjuagues programados en la secuencia.

En Guatemala se tiene reportado que el recurso hídrico se encuentra en abundancia, teniendo una disponibilidad per cápita de 8 857 m<sup>3</sup> en donde los caudales de las fuentes superficiales, por habitante, de este recurso tienen un valor promedio de 9 999 m<sup>3</sup>. Además, se tiene estimado que el volumen de agua subterránea en el país es de 33 699 millones de metros cúbicos.

Cerca de 3 millones de guatemaltecos se suelen abastecer de fuentes de agua cuya calidad no es confiable, previéndose que para el año 2025 un aproximado de 5 millones de habitantes no tendrá acceso a este recurso. Además, se estimó que el consumo doméstico de agua, para el año 2000, fue de 283 millones de metros cúbicos; donde la mayor demanda de agua se debe a concentraciones de población coincidentes con áreas limitadas de este recurso.

Cerca del 40 % de los recursos hídricos presentan algún tipo de contaminación y más del 22 % de los guatemaltecos no tenga acceso a fuentes mejoradas de agua. Se registra que en el año de 1990, solo el 63 % de la población tenía acceso al agua potable, y actualmente no se ha alcanzado un 87,5 % de la población.

Uno de los usos que afecta la calidad del recurso hídrico es la recepción de desechos, donde se estima que el 80 % del agua destinada a consumo doméstico en las áreas urbanas y que es recibida en los cuerpos de agua está contaminada. Además, se estima que solo el 5 % de las aguas residuales son tratadas.

Este mal manejo de los desechos, junto con las aguas estancadas y problemas de carácter social provocan una proliferación de roedores e insectos que son portadores de varias enfermedades (dengue, malaria, infecciones, entre otros). En el 2000, las enfermedades diarreicas fueron la segunda causa de morbilidad y mortalidad.

Un 45,4 % de la superficie nacional presenta una alta o media susceptibilidad a sufrir sequias, siendo afectados los departamentos de Zacapa, El Progreso, Baja Verapaz, Chiquimula, Jalapa y Jutiapa.

Se observa entonces que la situación del país con respecto a este recurso se ha ido agravando durante el paso de los años, por lo que se requiere de proyectos e iniciativas para poder contener esta problemática.

### **1.3. Determinación del problema**

Se presenta la determinación del problema.

#### **1.3.1. Definición**

La limpieza y desinfección de los equipos utilizados dentro de las industrias alimenticias representa un proceso importante, por lo que un sistema automatizado puede asegurar que la secuencia de pasos realizados sea eficiente. Entre estos pasos se incluyen los enjuagues realizados entre las sustancias utilizadas para la limpieza y posterior desinfección.

Sin embargo, estos enjuagues requieren una alta demanda de agua, provocando grandes caudales de descarga hacia el drenaje en intervalos de tiempo amplios. Por lo que, se requiere la necesidad de estimar un tiempo de enjuague mínimo necesario para cumplir con los parámetros de calidad del sistema automatizado de limpieza en el sitio (*CIP*), describir el comportamiento de la composición química del agua utilizada y cuantificar la reducción de consumo de agua empleada en los enjuagues del sistema de limpieza al implementar los nuevos tiempos de enjuague.

#### **1.3.2. Delimitación**

Debido al uso del sistema *CIP* en la industria cervecera, se desconoce el comportamiento de los enjuagues automatizados, existiendo la posibilidad de un consumo excesivo. Al existir un control de los parámetros de la calidad del agua previo a su uso en el sistema de limpieza, pueden reutilizarse para la descripción de los enjuagues logrando una disminución en el consumo; siendo estas propiedades conductividad, pH, alcalinidad M, alcalinidad P, turbidez de

sólidos, turbidez coloidal y dureza del agua en función del tiempo de descarga.

### **1.3.3. Formulación**

La formulación del diseño experimental y del informe final está basado en las preguntas de los problemas generales y específicos presentados durante la determinación del problema. Estas preguntas son:

Pregunta General:

- ¿Cuáles son los tiempos óptimos de enjuague en el sistema de limpieza en el sitio (*CIP*) que reducen el uso de agua y cumplen con los parámetros de calidad?

Preguntas auxiliares:

- ¿Cómo se comportan los parámetros de calidad del agua utilizada como enjuague en el sistema de limpieza en el sitio (*CIP*) en los equipos?
- ¿En qué momento los parámetros de calidad del agua cumplen con los requerimientos de limpieza?
- ¿Cuánto consumo de agua se puede reducir al utilizar un tiempo de enjuague diferente?

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Elaboración de cerveza**

El proceso de elaboración de la cerveza posee varias etapas, las cuales tienen relación entre sí. Partiendo desde la materia prima y terminando con la cerveza lista para su embotellado, la elaboración de cerveza se consta de los siguientes pasos:

#### **2.1.1. Malteado y molienda**

La primera etapa consiste en la preparación de la cebada para la etapa de la cocción. Para ello, debe realizarse el malteado de los cereales a utilizar. El proceso inicia con el remojo de los granos en agua fría, etapa conocida como reblandecimiento.

Luego se da la etapa de germinación, la cual consiste en que los granos empiezan a germinar, dando como resultado la aparición de pequeñas raíces. Esto se lleva a cabo en un ambiente cálido y húmedo, lo cual provoca que el almidón de la cebada sea bastante soluble, y se le denomina como malta verde.

Luego, el malteado se detiene al tostar la malta verde mediante aire seco y caliente, obteniéndose de esta forma la malta. Esta etapa de tostado influye bastante en el tipo de cerveza que se va a obtener al final. A mayor temperatura de tostado, se obtendrá una tonalidad más oscura en la cerveza.

Luego, se realiza una etapa de limpieza de la malta, con el objetivo de remover cualquier tipo de impureza que esta contenga (espigas, piedras, metales, basura).

Por último, se da la molienda de la malta limpia. Este paso consiste en la destrucción y pulverización del grano de malta, junto con la eliminación de la cáscara. Se obtiene entonces una harina, la cual será sometida a la etapa de maceración. Los cereales adjuntos deben de pasar por la etapa de limpieza y molienda también.

Figura 1. **Harina de malta**



Fuente: ALCUSÓN, Guillermo. *Elaboración de cerveza*. p. 7.

### **2.1.2. Maceración y cocción**

Una vez obtenida la harina de la malta, se inicia la etapa de maceración. Esta etapa consiste en la extracción de los azúcares provenientes de la malta, esto mediante procesos enzimáticos bioquímicos (mediante  $\alpha$ -amilasa y  $\beta$ -amilasa) y la hidrólisis del almidón.

En esta etapa se suelen manejar variables de tiempo, temperatura y composición. En el caso de la composición, se suelen utilizar todo el Gritz (cereales adjuntos) y un 15 % de la malta en relación con estos.

En el caso de las temperaturas y tiempos, estas suelen variar dependiendo del fabricante (aunque se suelen trabajar en rangos de 50 a 75°C), el objetivo es la obtención de sacarosa, también denominado como extracto.

Figura 2. **Producto de maceración**



Fuente: ALCUSÓN, Guillermo. *Elaboración de cerveza*. p. 11.

Este producto de la maceración debe de ser filtrado, debido a la presencia de sólidos provenientes de la harina de malta, denominados como afrecho. Se obtiene entonces un líquido denominado como mosto.

Una vez que se obtiene el mosto filtrado, este debe de ser sometido a una etapa de cocción, es en esta etapa donde se realiza la adición de lúpulo y brindarle así a la cerveza su carácter amargo; a su vez, el lúpulo asegura a la cerveza por sus propiedades asépticas.

Además, la cocción tiene el objetivo de la estabilización enzimática, microbiológica y coagulación de proteínas presentes en el mosto.

Antes de realizar la fermentación del mosto, este se debe de clarificar y enfriar. La clarificación consta de la separación de partículas que han coagulado y sedimentado durante la cocción. Para ello, se pueden realizar distintos tipos de separación, el más común es la centrifugación. Luego, se realiza el enfriamiento del mosto para evitar que la temperatura afecte a las levaduras, por lo general se suele enfriar hasta 5°C.

Figura 3. **Enfriamiento del mosto**



Fuente: RODA, Roberto. *Estudio de los hábitos de consumo de cerveza artesanal de los habitantes de Pamplona*. p. 52.

### **2.1.3. Fermentación y maduración**

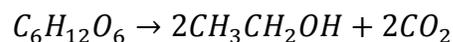
Cuando se alcanza una temperatura lo suficientemente baja para las levaduras, se puede llevar a cabo la fermentación del mosto. El mosto se traslada hacia un fermentador y es aireado.

Luego de haber realizado estos pasos, se puede empezar con la fermentación. Se añaden las levaduras, las cuales son *saccharomyces cerevisiae*. El objetivo de la fermentación es la conversión de la sacarosa en alcohol etílico y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

La cantidad de levadura inoculada varía en función de la cantidad de mosto a fermentar; si se inocula poca levadura, la fermentación será lenta, por el contrario, si se inocula demasiada levadura, puede conducir a la formación excesiva de ésteres (lo que le daría un mal sabor a la cerveza).

Durante la fermentación, la temperatura del mosto aumenta debido a la actividad de las levaduras y su acción anaerobia. Es aquí donde se pueden obtener varios tipos de cervezas (las cuales fueron mencionadas anteriormente). Sin embargo, debe tenerse el cuidado de que el mosto alcance temperaturas demasiado altas porque se producirían subproductos indeseables, los cuales afectan el sabor y calidad de la cerveza.

La reacción principal de la fermentación anaerobia, llevada a cabo por las levaduras, es:



Los bioproductos de la fermentación son ésteres, los cuales brindan aromaticidad frutal a la cerveza, fenoles (taninos, clorofenoles, entre otros), alcoholes superiores y aldehídos.

La fermentación suele durar alrededor de 7 días, y se obtiene una cerveza denominada como cerveza verde. Debe de realizarse entonces la etapa de maduración de esta cerveza. Se extrae la levadura y se deja reposar la cerveza por un aproximado de 1 mes a 0°C, donde la cerveza adquiere sabor y aroma

característicos.

#### **2.1.4. Filtración**

Luego de terminar con la etapa de maduración de la cerveza, se procede a realizar una filtración con el objetivo de filtrar toda materia insoluble presente en ella (levaduras y proteínas coaguladas). Se pueden utilizar equipos especializados para esta filtración.

Además, se suele realizar una etapa de carbonatación, utilizando CO<sub>2</sub>. Esto con el objetivo de evitar ingreso de oxígeno (O<sub>2</sub>) a la cerveza. Terminada esta etapa, se tiene como producto final, cerveza dependiente de la etapa de fermentación (cervezas de fermentación superior, cervezas de fermentación inferior y cervezas de fermentación espontánea).

## **2.2. Importancia de la limpieza y desinfección en las industrias alimenticias**

Asegurar la calidad de los alimentos implica tener implementado un plan de limpieza y desinfección que coadyuve, conjuntamente con las buenas prácticas de la persona manipuladora, a reducir al mínimo el peligro de contaminación y por lo tanto, permita garantizar la inocuidad de los productos. Por ello es importante recordar que es diferente limpiar que desinfectar.

En todo servicio de alimentos debe establecerse un sistema de limpieza y desinfección programado y periódico, que incluya todas las instalaciones, maquinaria y demás equipos, determinando aquellos equipos y materiales considerados como más críticos, con el objeto de prestarles una mayor atención.

Cabe destacar que el término “limpieza” se define como un proceso en el que la suciedad se disuelve o suspende, generalmente en agua ayudada de detergentes, para su respectiva eliminación; la desinfección consiste en la eliminación de agentes patógenos o microorganismos, aunque no necesariamente todas las formas de vida microbianas, de las superficies mediante agentes químicos.

Limpiar y desinfectar se vuelve importante debido a:

- Minimiza el riesgo de que los alimentos se contaminen durante el proceso de producción.
- Aumenta la vida útil y la eficiencia de los equipos utilizados en la cadena de producción.
- Se amplía la vida de anaquel del producto.
- Minimización de las plagas en la producción de los alimentos.
- Mejora de la imagen del producto.
- Aumento en la confianza en la empresa.

Figura 4. **Limpieza de equipos mediante aspersores**



Fuente: CONSUELO, Prinal. *Técnicas de limpieza profesional en centros de producción de alimentos*. p. 11.

### **2.3. Sistemas automatizados**

Se define a la automatización como la sustitución de la mano de obra por dispositivos (los cuales pueden ser mecánicos, eléctricos, neumáticos, hidráulicos, entre otros) que operan de forma parcial o totalmente solos.

Otra definición de automatización es el uso de tecnología, donde se pueden aplicar sistemas del tipo eléctrico, mecánico y de carácter computarizado, con el objetivo de poder controlar y operar la producción, con una parcial o nula intervención del ser humano.

La automatización se remonta bastantes años en el pasado. Se tienen registros y menciones de autómatas en civilizaciones antiguas (como los egipcios), pero sobretodo en la Edad Media. Varios de estos autómatas se podrían clasificar como “juguetes”, los cuales consistían en imitar actos aislados de seres vivos. Se cataloga a la era moderna de la automatización, desde el

momento en que hace su aparición la máquina de vapor de simple efecto, inventada por James Watt en el año de 1775.

Un sistema automatizado funciona mediante la confrontación de la información de mando con la información de estado, lo cual provoca que las órdenes de mando se dirijan hacia los accionadores o activadores que actúan sobre el sistema, alterando su estado. Esta secuencia asegura un comportamiento adecuado de las instalaciones.

Figura 5. **Células flexibles de fabricación**



Fuente: CANTELI, José. *Sistemas de producción y fabricación automatizados*. p. 6.

Por lo general, un sistema automatizado se encuentra conformado por fuentes de energía (ejecución de procesos y controles), la cual suele ser corrientes eléctricas; programas, los cuales indican las instrucciones a realizar; infraestructura de equipos, los cuales realizan las instrucciones dadas; sistemas de control, los cuales ejecutan los programas en función de variables de procesos y herramientas de arquitectura de control, los cuales suelen cumplir requerimientos de sensores o PLC's.

### **2.3.1. Ventajas y desventajas de los sistemas automatizados**

Las ventajas de los sistemas automatizados son:

- Estabilidad y robustez del sistema.
- Mejores condiciones de trabajo para el personal, teniendo una mejor seguridad industrial.
- Aumento en el ritmo de productividad y consistencia de los productos fabricados.
- No suelen presentar fallos.
- Integración de gestión y producción.
- Realización de operaciones que resultan imposibles físicamente para la mano de obra.
- Mejor disponibilidad y tiempos de entrega de productos.

Las desventajas de los sistemas automatizados son:

- Incapacidad del sistema para interactuar con su entorno.
- Programados para actuar bajo condiciones establecidas, presentando grados en función de las actividades que se realicen.
- Costos de personal cualificado para operar estos sistemas.
- Islas de automatización, es decir, sistemas parcialmente automatizados, en donde el operador realiza la unión de sistemas.
- Falta de visualización de los procesos realizados para poder catalogarlos como correctos o incorrectos.

### **2.3.2. Tipos de automatización**

La automatización se puede dividir en 3 tipos: automatización fija, automatización programable y automatización flexible.

- Automatización fija: fabricación de forma continua y de grandes cantidades de un solo producto.
- Automatización programable: fabricación de lotes pequeños, a bajos costos, de productos. Estos pueden ser programados para realizar distintas tareas.
- Automatización flexible: flexibilidad de las maquinarias, la cual se encuentra condicionada a la planificación de la producción. Las máquinas de control numérico son un ejemplo.

### **2.4. Sistemas de limpieza**

Las consecuencias de un proceso de saneamiento deficiente en la industria alimenticia implican problemas con los sabores, apariencias y calidad de los productos. Es por ello que se realizan programas sobre limpieza. Es esencial el definir las sustancias a utilizar en la etapa de limpieza y la etapa de desinfección.

Los detergentes se suelen utilizar como el producto químico para la limpieza. Son utilizados debido a su capacidad para poder eliminar la suciedad de las superficies, son bastante económicos y solubles en agua.

Los desinfectantes se suelen utilizar como el producto químico para la desinfección. Son utilizados debido a su alta penetrabilidad, estabilidad y rápida acción para la eliminación de microorganismos patógenos y no patógenos.

Para poder llevar a cabo la limpieza y desinfección en industrias cervecera, existen 2 opciones. La primera opción es un método denominado como *FOB*, o limpieza manual, y la segunda opción es un sistema *CIP*.

Se puede clasificar a la limpieza industrial en 4 grados distintos. La limpieza física es el primer grado y corresponde a remover las partículas que son visibles en las superficies. La limpieza química es el segundo grado y corresponde a remover tanto las partículas que son visibles como las microscópicas causantes de alterar el alimento.

La limpieza bacteriológica es el tercer grado y corresponde a la destrucción de cualquier material bacteriológico. La esterilización es el último grado y corresponde a la destrucción total de microorganismos de la superficie.

#### **2.4.1. Método de limpieza *FOB***

También conocido como limpieza manual, consiste en desmontar las piezas que forman el equipo, para poder trasladarlas hacia otra área en donde serán limpiadas y desinfectadas de forma manual. Los operarios que realizan este proceso deben de poseer el equipo de protección adecuado para realizarlo, por lo que guantes, botas, delantales impermeables, máscaras y demás son esenciales.

Este método consiste en la remoción de suciedades de forma mecánica, utilizando sustancias detergentes para ello.

Figura 6. **Metodología FOB**



Fuente: CONSUELO, Prinal. *Técnicas de limpieza profesional en centros de producción de alimentos*. p. 6.

#### **2.4.2. Sistema de limpieza CIP**

En español se le conoce como sistema de Limpieza en el Sitio (*Cleaning In Place, CIP*). Un sistema *CIP* tiene el objetivo de remover cualquier deposición de material orgánico (carbohidratos, proteínas, grasas) y minerales, los cuales son utilizados por microorganismos para su desarrollo y proliferación.

La primera definición de *CIP* se dio en 1990 en un manual de la Sociedad de Tecnología de Lácteos, la cual establece que “la limpieza de equipos de planta o circuitos de tuberías sin desmontarlos o abrir los equipos, con una pequeña o nula involucración manual por parte de los operarios. El proceso incluye el rociado de superficies o circulaciones de soluciones limpiadoras a través de la planta bajo condiciones de alta turbulencia y velocidades de flujo”.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> SPX Corporation Inc. *CIP and Sanitation of Process Plant*. SPX Flow Technology. p.5

*CIP* es entonces un método para poder realizar la limpieza de equipos por los cuales fluye el producto durante el proceso, lo cual incluye tanto el sistema de tuberías (y sus complementos) por donde se transporta el producto, como todos los equipos involucrados (intercambiadores de calor, tanques, bombas y equipos en general).

Debido a su diseño y alcance, un sistema *CIP* se puede implementar en otras industrias además de la alimenticia, por lo que industrias cosméticas, farmacéuticas, biotecnología y toda aquella que requiera de un sistema de limpieza riguroso y efectivo, pueden implementar el sistema.

- **Características de un sistema *CIP***

Un sistema *CIP* se caracteriza por la circulación de sustancias químicas a través de equipos y tuberías empleadas en la producción, el uso de instrumentos de monitoreo utilizado durante el proceso de limpieza y un subsistema de recuperación de las sustancias químicas empleadas.

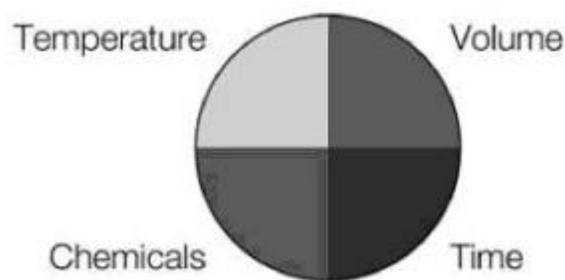
El sistema puede ser completa o parcialmente automatizado, brindándole una adaptabilidad a los procesos realizados en las industrias. Por ejemplo, equipos que puedan ser dañados por las sustancias químicas utilizadas pueden ser removidos, o utilizar sustancias específicas para dichos equipos.

Tiene como condicionante en equipos que permitan la acumulación de sustancias, como tanques, que toda la superficie del equipo, y sus accesorios, deben de mojarse con las sustancias químicas empleadas. Estas sustancias deben de fluir de forma continua fuera del equipo, evitando así acumulaciones (lo cual disminuiría la efectividad), siendo entonces un rociado por ciclos como una opción.

Las variables a tomar en cuenta en el sistema *CIP* son las concentraciones de las sustancias empleadas, temperaturas de operación de las sustancias, velocidades de los flujos, tiempo de circulación.

Se debe de tener presente que el mismo sistema se limpia, debido al paso de las soluciones empleadas. Sin embargo, es recomendado el realizar limpiezas (mayormente de carácter manual) de los tanques de las soluciones para evitar algún tipo de contaminación a las soluciones.

Figura 7. **Variables de un sistema *CIP***



Fuente: ZENDEJAS, Alfredo. *Cleaning-In-Place Process Monitoring*. p. 14.

- **Sustancias químicas empleadas en el sistema *CIP***

Las sustancias químicas empleadas deben de ser escogidas en base a los materiales de elaboración de los equipos, tuberías y accesorios por los cuales circularán y las sustancias a remover con la limpieza.

En el caso de las industrias alimenticias, la gran mayoría utiliza acero inoxidable y la suciedad en las superficies corresponde a acumulaciones de materia orgánica (siendo proteínas las más comunes), por lo que el uso de agentes alcalinos a altas temperaturas es recomendado.

Usualmente se utilizan soluciones de soda cáustica al 2 % o 4 % en volumen a 85°C.

En el caso de acumulaciones de minerales, como calcio, se utilizan agentes ácidos minerales diluidos. Se suelen utilizar ácido nítrico o fosfórico a 50°C y en concentraciones del 0,5 %.

No se debe de pasar por alto la etapa de desinfección, para la cual se pueden emplear desinfectantes específicos a los microorganismos indeseados. Usualmente se suele utilizar agua caliente o esterilizantes basados en hipocloritos o peróxidos.

- **Funcionamiento de un sistema *CIP***

El sistema CIP se trabaja mediante un circuito cerrado de flujo de soluciones, por lo que se tienen etapas de recuperación (utilizar las soluciones para una sola vez suele ser poco frecuente y bastante costoso).

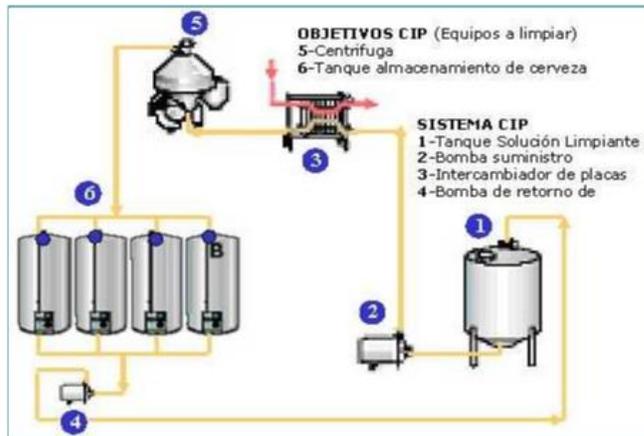
Las etapas de un sistema *CIP*, incluyendo la etapa de desinfección (dependiendo de la naturaleza del proceso de fabricación), son.

- Enjuague inicial: utilizando agua se remueven residuos presentes en las tuberías y equipos. Se realiza con el objetivo de facilitar la limpieza con las soluciones del sistema.
- Solución Alcalina: circuito de solución alcalina caliente, tiene el objetivo de remover las sustancias orgánicas que ensucian las tuberías y equipos.
- Recuperación de solución alcalina: utilizando agua para empujar la solución alcalina de regreso al tanque de esta solución.

- Enjuague intermedio: se utiliza agua para limpiar los residuos de la solución alcalina.
- Solución ácida: circuito de solución ácida, tiene el objetivo de remover sustancias minerales.
- Recuperación de solución ácida: utilizando agua para empujar la solución ácida de regreso al tanque de esta solución.
- Enjuague intermedio: se utiliza agua para limpiar los residuos de la solución ácida.
- Desinfección: circuito de un desinfectante (o agua caliente), tiene el objetivo de eliminar los microorganismos presentes.
- Recuperación de desinfectante: utilizando agua para empujar el desinfectante de regreso a su tanque.
- Enjuague final: circuito de agua para limpiar los residuos de desinfectante, o enfriamiento del equipo.

El sistema *CIP* consta de 10 etapas, cuyo orden fue diseñado para obtener una alta eficiencia en la limpieza. Es un sistema de circuito cerrado (aunque existen sistemas de circuito abierto, sin embargo no son una opción económicamente viable), ya que las soluciones regresan a los tanques que las contienen al finalizar cada etapa.

Figura 8. **Funcionamiento del sistema CIP**



Fuente: RAVE, Andrés. *Sistema de limpieza en el sitio Cleaning-In-Place CIP*. p. 4.

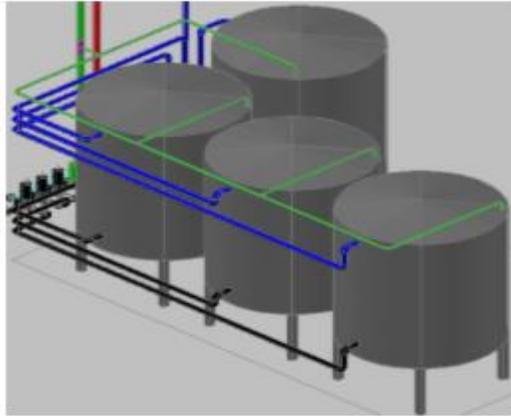
Al finalizar el ciclo de 10 etapas que conforman al sistema, las soluciones utilizadas presentan una disminución en su concentración debido a las etapas de recuperación y su circulación, por lo que se requiere que su concentración inicial sea reestablecida para iniciar con un nuevo ciclo. Para ello se puede añadir una solución más concentrada.

- **Equipo requerido para el empleo del sistema CIP**

Para poder poner en funcionamiento el sistema de limpieza, se requiere la instalación de los siguientes equipos:

- Tanques de soluciones: son tanques que contendrán a las distintas soluciones utilizadas en el sistema. Al constar de 4 sustancias diferentes empleadas, se recomienda el uso de 4 tanques como mínimo.

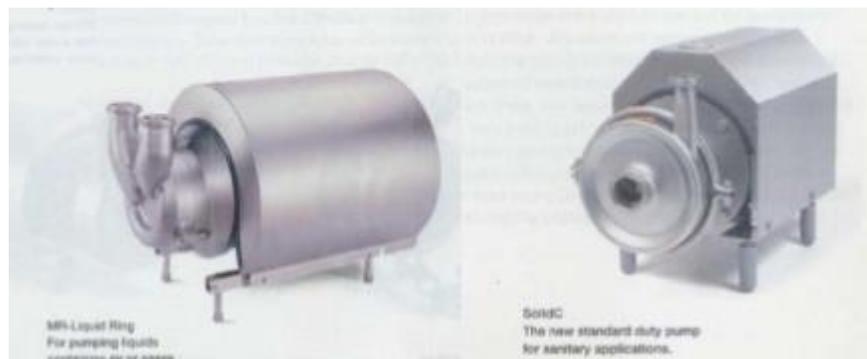
Figura 9. **Tanques de soluciones**



Fuente: ILI, Cristian. *Diseño de sistema de lavado de estanques automatizado CIP (Cleaning In Place)*. p. 6.

- Bombas de suministro y retorno: bombas centrífugas capaces de suministrar las soluciones hacia los equipos requeridos y bombas de retorno de las soluciones hacia sus tanques. Existen bombas específicas para sistemas *CIP*.

Figura 10. **Bombas para CIP**



Fuente: ILI, Cristian. *Diseño de sistema de lavado de estanques automatizado CIP (Cleaning In Place)*. p. 6.

- Instrumentos de medición y válvulas: válvulas que permiten el paso de las soluciones desde los tanques e instrumentos que miden concentraciones y temperaturas de las soluciones empleadas.
- Tuberías: tuberías de suministro y retorno de las soluciones hacia los equipos y hacia los tanques de soluciones, respectivamente.

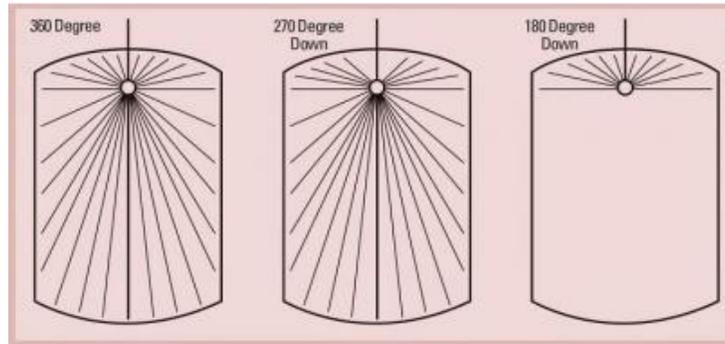
Figura 11. **Tuberías de CIP**



Fuente: ILI, Cristian. *Diseño de sistema de lavado de estanques automatizado CIP (Cleaning In Place)*. p. 7.

- Intercambiador de calor: requerido para el calentamiento de la solución alcalina y agua (en el caso de utilizar agua caliente para la desinfección).
- *Spray balls*: utilizadas para rociar las soluciones en los equipos

Figura 12. **Rociado en tanques**



Fuente: ZENDEJAS, Alfredo. *Cleaning-In-Place Process Monitoring*. p. 18.

- **Ventajas y desventajas del sistema *CIP***

Las ventajas del sistema *CIP* son:

- Reducción de los tiempos de limpieza.
- Reutilización de las soluciones.
- Limpieza de áreas complicadas.
- Alta eficiencia.
- Optimo uso de las soluciones.
- Disminución de los riesgos de algún tipo de contaminación al producto.
- Disminución de los costos, debido a un menor consumo.
- Disminución de contaminación ambiental.

En el caso de las desventajas, solo se presenta:

- Alto costo de instalación y programación del sistema

## 2.5. Propiedades fisicoquímicas evaluadas

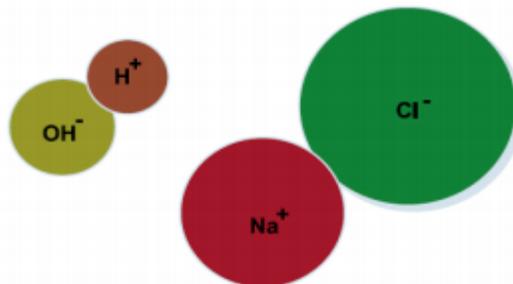
Las propiedades fisicoquímicas que serán evaluadas para determinar si el agua que es descargada hacia los drenajes cumplen con los parámetros registrados de agua limpia dentro de la empresa son: conductividad, pH, alcalinidad M, alcalinidad P, dureza del agua, turbidez de sólidos y turbidez coloidal.

### 2.5.1. Conductividad

La conductividad se define como la capacidad que posee una solución (también denominada como conductor iónico o electrolítico) para poder conducir una corriente eléctrica a través de los iones disueltos en ella. Depende de la concentración de los iones, su valencia, temperatura de la solución y la movilidad de los iones presentes.

La conductividad se puede definir también como el inverso de la resistencia, pudiendo expresar sus dimensionales en microhmios por centímetro ( $\mu\text{ohm/cm}$ ) o mucho más conocidos como microSiemens por centímetro ( $\mu\text{S/cm}$ ).

Figura 13. Iones en una solución



Fuente: HACH Company. *¿Qué es la conductividad?* p. 2.

Es, por tanto, que el primer parámetro fisicoquímico utilizado será la conductividad, ya que las lecturas a realizar indican si hay o no presencia de iones provenientes de las soluciones (tanto alcalina como ácida) en los enjuagues descargados hacia el drenaje. En caso de lecturas mayores a 1 mS/cm, los enjuagues serán desechados al drenaje.

### 2.5.2. pH

Se define al pH, o potencial de la concentración de hidrógeno, como una medida del carácter ácido o básico de las disoluciones. Sorensen, un químico danés, definió al pH como:

$$pH = -\log[H^+]$$

Figura 14. **Escala de pH**

Solución	pH
Ácido clorhídrico (4%)	0
Jugo gástrico	1,6-1,8
Jugo de limón	2,1
Vinagre (4%)	2,5
Bebidas gaseosas	2,0-4,0
Agua de lluvia(de tormenta eléctrica)	3,5-4,2
Leche	6,3-6,6
Orina	5,5-7,0
Agua de lluvia (no contaminada)	5,6
Saliva	6,2-7,4
Agua pura	7,0
Sangre	7,4
Clara de huevo fresca	7,6-8,0
Bilis	7,8-8,6
Leche de magnesia	10,5
Sosa para lavar	12,0
Hidróxido de sodio (4%)	13,0

Fuente: ROMERO, Xiomara. *Acidez y pH*. p. 48.

El pH es el segundo parámetro fisicoquímico utilizado, este nos indicará el

carácter ácido o básico provocado por las soluciones (alcalina y ácida) a los enjuagues que son descargados hacia el drenaje. En caso de que las lecturas de pH no se encuentren en el rango de 6,50 a 8,20 (parámetros establecidos por la empresa), los enjuagues serán desechados al drenaje.

### **2.5.3. Alcalinidad P**

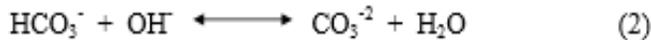
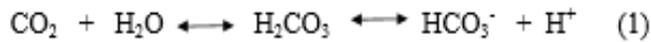
La alcalinidad es la capacidad que posee el agua para poder neutralizar ácidos. Esta se determina por la presencia de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos en el agua, aunque también pueden contribuir otras especies como boratos, fosfatos o silicatos.

Actúa como regulador o *buffer* de aguas dulces de origen natural y fuente de CO<sub>2</sub> para su uso por las plantas en la fotosíntesis. Esta se presenta en las aguas de pozo o del manto freático, debido al contacto con minerales y sales contenidas en la tierra.

La alcalinidad se divide en 2 tipos, alcalinidad P y alcalinidad M. La alcalinidad P se refiere a la presencia de carbonatos ( $CO_3^{2-}$ ) e hidróxidos (OH), los cuales se detectan con fenolftaleína por su carácter básico. Se utilizan métodos volumétricos para poder cuantificar la alcalinidad P utilizando ácido clorhídrico (HCl) 0.2N, presentándose en mg/L (ppm) de CaCO<sub>3</sub>.

Los equilibrios de alcalinidad del agua son:

Figura 15. **Equilibrios de alcalinidad en agua**



Fuente: CERON, Andrés. *Importancia del pH y alcalinidad en el tratamiento anaerobio de las aguas residuales del proceso de extracción de almidón de yuca*. p. 243.

La alcalinidad P es el tercer parámetro fisicoquímico utilizado, este nos permite cuantificar la presencia de carbonatos, hidróxidos y especies de carácter alcalino en los enjuagues descargados hacia el drenaje. Dicha cuantificación debe ser menor a 0 ppm (nula presencia) (parámetros establecidos por la empresa); en caso contrario, los enjuagues serán desechados al drenaje.

#### 2.5.4. **Alcalinidad M**

La alcalinidad M se refiere a la presencia de bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^{1-}$ ), los cuales se detectan con naranja de metilo por su carácter ácido, siendo cuantificados mediante métodos volumétricos utilizando ácido clorhídrico (HCl) 0,2 N, expresándose en mg/L (ppm) de  $\text{CaCO}_3$ .

La suma de ambas alcalinidades nos brinda la alcalinidad total del agua. Esta alcalinidad total puede determinarse mediante métodos volumétricos, utilizando naranja de metilo y verde bromocresol, utilizando como titulante ácido sulfúrico.

La alcalinidad M es el cuarto parámetro fisicoquímico utilizado, este nos permite cuantificar la presencia de bicarbonatos y especies de carácter ácido en los enjuagues descargados hacia el drenaje. Dicha cuantificación debe encontrarse en un rango de 120 ppm a 160 ppm (parámetros establecidos por la empresa); en caso contrario, los enjuagues serán desechados al drenaje.

### **2.5.5. Dureza del agua**

Se define a la dureza del agua como la presencia de cationes metálicos (exceptuando metales alcalinos). Estos cationes se presentan como sales, de carbonatos, bicarbonatos y sulfatos. Son los iones divalentes del calcio, magnesio, bario, hierro y estroncio. Sin embargo, se presenta en mayor concentración los bicarbonatos de calcio y de magnesio ( $\text{CaCO}_3$  y  $\text{MgCO}_3$  respectivamente). Al cuantificar estos iones, se suelen expresar como carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ).

El agua adquiere la dureza debido a su contacto con minerales o formaciones geológicas que contienen minerales. La dureza del agua se divide en 2 tipos: dureza permanente y dureza temporal.

La dureza temporal es la dureza que se considera cuando carbonatos y bicarbonatos de calcio y magnesio están presentes en el agua. Se puede eliminar esta dureza mediante la ebullición del agua, provocando una precipitación de los iones de calcio y de magnesio en forma de carbonato de calcio e hidróxido de magnesio. Otra forma de eliminar la dureza temporal es mediante su tratamiento con cal apagada ( $\text{Ca(OH)}_2$ ).

La dureza permanente, también denominada como no carbónica, es la dureza residual provocada por la presencia de sulfatos de calcio y magnesio

junto con cloruros que están presentes en el agua. No son posibles de eliminar mediante la ebullición (es por ello que se denomina como dureza residual), pero si son tratados con sulfato de sodio.

Figura 16. **Clasificación del agua en función de su dureza**

<b>Tipo de agua</b>	<b>ppm CaCO<sub>3</sub></b>
Muy blanda	0 – 15
Blanda	16 – 75
Semidura	76 – 150
Dura	151 – 300
Muy dura	> 300

Fuente: MILLAN, Fernando. *Estudio comparativo de la Dureza del agua en el Estado Mérida y algunas localidades del Centro y Occidente de Venezuela*. p. 40.

La dureza del agua se puede cuantificar mediante métodos volumétricos con compuestos complejos, al titular una muestra con EDTA en presencia de negro de ericromo T y un buffer amoniacal.

La dureza del agua (específicamente la dureza temporal) es el quinto parámetro fisicoquímico utilizado, este nos permite cuantificar la presencia de cationes de calcio y magnesio en los enjuagues descargados hacia el drenaje. Dicha cuantificación debe encontrarse en un rango de 100 ppm a 120 ppm (parámetros establecidos por la empresa); en caso contrario, los enjuagues serán desechados al drenaje.

#### **2.5.6. Turbidez de sólidos**

La turbidez se interpreta como el grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a sustancias presentes en ella. Por ejemplo, el agua de

ríos de aspecto sucio, con presencia de tierra, es agua con un alto grado de turbidez.

Se tiene a la turbidez, junto con sabor y olor, como una de las propiedades que indican la calidad de agua que se está tratando. La turbidez de sólidos se interpreta como la presencia de sólidos no disueltos en el agua, los cuales son arrastrados.

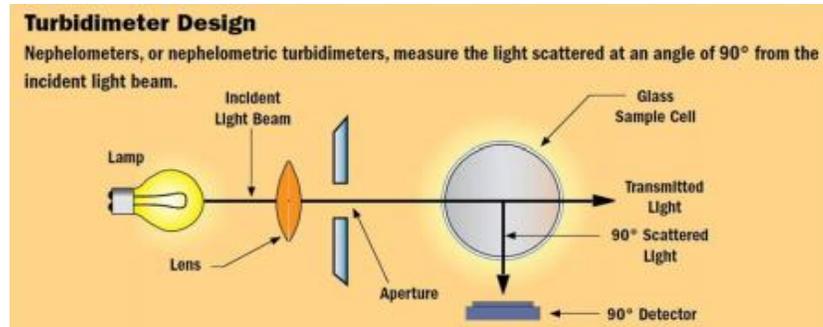
Figura 17. **Muestras con distintos grados de turbidez**



Fuente: *Metrólogos y Asociados. Medición de turbidez en la calidad del agua. p. 5.*

Para poder cuantificar la turbidez, se hace uso de métodos ópticos mediante instrumentos llamados turbidímetros o nefelómetros. Estos equipos inciden una luz proveniente de alguna fuente y a ángulos de incidencia, se realizan las lecturas.

Figura 18. **Diseño de un turbidímetro**



Fuente: Metrólogos y Asociados. *Medición de turbidez en la calidad del agua*. p. 3.

Las lecturas realizadas se expresan en Unidades Neferométricas de Turbidez (*NTU*, por sus siglas en inglés) o en Unidades Neferométricas de Formazina (*NFU*, por sus siglas en inglés). Siendo más común el uso de *NTU*. Las *NTU* miden la luz que se dispersa en un ángulo de 90°.

Se tiene normado que en turbideces mayores a 5 *FTU* provocan problemas de salud provocados por microorganismos y su proliferación, o el arrastre de sustancias químicas, como metales pesados u organoclorados.

La turbidez de sólidos es el sexto parámetro fisicoquímico utilizado, este nos permite cuantificar la presencia de sólidos no disueltos presentes en los enjuagues descargados hacia el drenaje. Dicha cuantificación debe encontrarse menor a 4 *FTU* (parámetros establecidos por la empresa); en caso contrario, los enjuagues serán desechados al drenaje.

### 2.5.7. **Turbidez coloidal**

En el caso de la turbidez de coloides, esta se interpreta como la presencia de coloides causantes de la pérdida de transparencia en el agua

(en contraposición a la turbidez provocada por la presencia de sólidos no disueltos).

Estos coloides pueden provenir de aglomeraciones de partículas de compuestos orgánicos, iones de las soluciones utilizadas (solución alcalina, ácida y desinfectante), por lo que pueden cuantificarse mediante lecturas en turbidímetros.

La turbidez de coloides es el séptimo parámetro fisicoquímico utilizado, este nos permite cuantificar la presencia de coloides presentes en los enjuagues descargados hacia el drenaje. Dicha cuantificación debe encontrarse menor a 1 *FTU* (parámetros establecidos por la empresa); en caso contrario, los enjuagues serán desechados al drenaje.

#### **2.5.8. Evaluación combinada de los parámetros fisicoquímicos**

Luego de cuantificar los 7 parámetros fisicoquímicos, anteriormente expuestos, en los enjuagues descargados hacia el drenaje, se procede a caracterizarlos en función del tiempo con el objetivo de observar su comportamiento y poder determinar el momento en el cual el agua se puede catalogar como limpia, con base en base los parámetros.

El agua debe de cumplir con los 7 parámetros simultáneamente para poder catalogarse como agua limpia y puede ser optimizada al recortar su tiempo de descarga, posterior a la aplicación de un factor de seguridad que nos asegura que los equipos han sido enjuagados lo suficiente.

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Variables

Se presentan a continuación las variables tratadas en el informe de investigación:

##### 3.1.1. Variables independientes

Se presentan a continuación las variables independientes:

Tabla I. **Variables independientes de la investigación**

No.	Variable	Dimensionales	Descripción
1	Tiempo	min	Tiempo transcurrido entre las muestras a analizar de los enjuagues realizados entre las soluciones del sistema CIP descargados hacia el drenaje

Fuente: elaboración propia.

##### 3.1.2. Variables dependientes

Se presentan a continuación las variables dependientes:

Tabla II. **Variables dependientes de la investigación**

No.	Variable	Dimensionales	Descripción
1	Volumen de agua empleada	m <sup>3</sup>	Reducción del volumen de agua empleada luego de aplicar el tiempo de enjuague de los equipos.

Fuente: elaboración propia.

### 3.1.3. Indicadores

Se presentan a continuación los indicadores:

Tabla III. **Indicadores de la investigación**

No.	Variable	Dimensionales	Descripción
1	Conductividad del agua	mS	Conductividad de una corriente eléctrica mediante los iones presentes en las muestras tomadas.
2	pH	---	Carácter ácido o alcalino de las muestras tomadas.
3	Alcalinidad P	ppm	Presencia de carbonatos, hidróxidos y sustancias de carácter alcalino presente en las muestras tomadas.
4	Alcalinidad M	ppm	Presencia de bicarbonatos y sustancias de carácter ácido presentes en las muestras tomadas.
5	Dureza del agua	ppm	Presencia de cationes divalentes de calcio y magnesio presentes en las muestras tomadas.
6	Turbidez de sólidos	<i>FTU</i>	Presencia de sólidos arrastrados no disueltos que provocan turbidez en las muestras tomadas.
7	Turbidez de coloides	<i>FTU</i>	Presencia de coloides que provocan turbidez en las muestras tomadas.

Fuente: elaboración propia.

### 3.2. Delimitación de campo de estudio

- Área: industria de elaboración de cerveza.
- Proceso: optimización del agua utilizada en los enjuagues de un sistema de limpieza *CIP*.
- Ubicación: área de producción de una empresa de cerveza ubicada dentro de la Ciudad de Guatemala.

### 3.3. Recursos humanos disponibles

Investigador: Br. Carlos Alberto Figueroa Rosales

Asesora: Inga. Qca. Mercedes Esther Roquel Chávez

### 3.4. Recursos materiales disponibles

Se presentan a continuación los recursos materiales disponibles:

#### 3.4.1. Equipo

Se presenta a continuación los equipos:

Tabla IV. **Equipo a utilizar**

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>
Cronómetro	1
Sensores de conductividad	1
Potenciómetro	1
Turbidímetro	1

Fuente: elaboración propia.

### 3.4.2. Cristalería

Se presenta a continuación la cristalería:

Tabla V. **Cristalería a utilizar**

<b>Cristalería</b>	<b>Cantidad</b>
Frascos de muestras	60
Beackers de 250 mL	3
Beackers de 100 mL	1
Probetas	1
Matraz Earlenmeyer	2
Pipetas volumétricas	2
Botellas de turbidímetro	3
Espátulas de reactivos	1

Fuente: elaboración propia.

### 3.4.3. Reactivos

- Agua muestreada
- Fenolftaleína
- Ácido clorhídrico (HCl)
- Agua destilada
- Naranja de metilo
- Negro de ericromo T
- Solución tampón de amonio
- EDTA

### 3.5. Técnicas cuantitativas y cualitativas

La técnica utilizada en el estudio fue cuantitativa, debido a que se deseaba conocer la relación existente entre la variable dependiente con el tiempo de descarga a drenaje, para poder determinar el momento en el cual comenzaba a

pasar agua limpia, la cual puede ser ahorrada mediante recortes al tiempo de circulación.

### **3.5.1. Elaboración de gráficas que caracterizan el comportamiento de las propiedades fisicoquímicas de los enjuagues descargados hacia el drenaje**

Luego de haber realizado las mediciones de las propiedades fisicoquímicas, estas fueron caracterizadas en función del tiempo de descarga al drenaje, por lo que se realizaron gráficas de cada una ellas.

En las gráficas se pudo observar el momento en que cada propiedad evaluada cumple con los parámetros establecidos para catalogar al enjuague como agua limpia.

### **3.5.2. Estimación de las incertezas de las mediciones de las propiedades fisicoquímicas de los enjuagues descargados hacia el drenaje**

Luego de obtener las mediciones de las distintas propiedades evaluadas, se determinaron las incertezas de dichas mediciones. Para ello, se observó cuál es la unidad más pequeña que es medible mediante el instrumento utilizado y se divide entre 2; en algunos casos, el mismo equipo indica la incerteza de las mediciones (pipetas volumétricas).

- Ecuación No. 1

$$I = \pm \frac{UMPM}{2}$$

Donde:

I: incerteza de la propiedad evaluada

UMPM: unidad más pequeña medible

### 3.5.3. Estimación del tiempo a recortar en los enjuagues

Para estimar el tiempo a recortar en los enjuagues de agua entre soluciones del sistema CIP, se hace uso de la ecuación:

- Ecuación No. 2

$$TNE = FS * To + Tal$$

Donde:

FS: factor de seguridad (15 % del tiempo de enjuague sin optimizar)

TNE: Tiempo nuevo de enjuague, luego de aplicar el recorte (min)

To: tiempo de enjuague sin optimizar (min)

Tal: Tiempo donde empieza fluir agua limpia en el enjuague (min)

### 3.5.4. Estimación de la reducción de consumo de agua al implementar nuevos tiempos de enjuague

Para estimar la reducción de consumo de agua, se hace uso de la ecuación:

- Ecuación No. 3

$$RCA = (To - TNE) * \dot{Q}$$

Donde:

RCA: Reducción de consumo de agua (m<sup>3</sup>)

TNE: Tiempo nuevo de enjuague, luego de aplicar el recorte (min)

To: tiempo de enjuague sin optimizar (min)

### **3.5.5. Método para la toma de muestras de los enjuagues de agua entre soluciones del sistema CIP**

Identificar el equipo a muestrear y preparar los frascos de muestras a analizar. Luego identificar la toma de muestras en las tuberías de drenaje y esperar a que la programación del sistema CIP inicie los enjuagues entre las soluciones. Al momento en que se empieza a descargar el enjuague al drenaje, se inicia el conteo del tiempo y se toma la muestra inicial; continuar con el muestreo cada 0,50 min en enjuagues cortos (2 min), 1,00 min en los normales (10 min) o 2,00 min en los largos (30 min). Finalmente cerrar y numerar los frascos en el orden en que fueron tomados.

### **3.5.6. Método para la determinación de la conductividad en los enjuagues de agua entre las soluciones de CIP**

Esperar a que la programación del sistema CIP inicie los enjuagues entre las soluciones. Al momento de comenzar la descarga al drenaje, se inicia la toma del tiempo con el cronómetro y la anotación de las lecturas de conductividad medidas por el sensor ubicado en la tubería. Si se toma muestra de enjuague, se anota la lectura de conductividad.

### **3.5.7. Método para la determinación del pH en los enjuagues de agua entre las soluciones de CIP**

Se ordenan los frascos de muestras en orden de su numeración y se prepara un *beacker* de 100 ml. Luego, se llenan estos *beackers* e introduce el sensor del potenciómetro y se espera a que la lectura de pH se estabilice, siendo la lectura estable la que se anota. Para finalizar, se vacía el *beacker* y se repite el procedimiento hasta finalizar las muestras.

### **3.5.8. Método para la determinación de la alcalinidad P y M en los enjuagues de agua entre las soluciones de CIP**

Con los frascos ordenados por numeración, se prepara un *beacker* de 250 ml y se aforan las buretas con HCl 0,2 N para iniciar la titulación. Se miden 100 ml de muestra con una probeta, los cuales son vertidos en el *beacker*. Se añaden 4 gotas de fenolftaleína y se titula hasta que la coloración rosa vire a una transparente, luego se añaden 4 gotas de naranja de metilo y se continua la titulación hasta que la coloración amarille vire a naranja. Se anotan ambas lecturas y se desecha la muestra analizada para continuar con las demás.

### **3.5.9. Método para la determinación de la dureza del agua entre las soluciones de CIP**

Con los frascos ordenados por numeración, se prepara otro *beacker* de 250 ml y afora otra bureta con EDTA 0.2N. Se miden 100 ml de muestra con una probeta y se vierte en el *beacker*, al cual se añaden 10 mg de negro de ericromo T y añaden 4 gotas de buffer amoniacal. Se procede a agitar e inicia la titulación, la cual finaliza hasta que el indicador vire de una coloración morada a azul. Se anota esta lectura, se desecha la muestra y se repite el procedimiento con las demás.

### **3.5.10. Método para la determinación de la turbidez de sólidos y coloidal en los enjuagues de agua entre las soluciones de CIP**

Con los frascos ordenados por numeración, se preparan las botellas de análisis y se enciende el turbidímetro llenándolo con agua. Se llenan las botellas con la muestra e introducen al turbidímetro. Luego, con el turbidímetro cerrado, se inicia el comando de medición y se anota la lectura de turbidez de sólidos y coloidal. Para finalizar, se vacían las botellas y se repite el procedimiento con las demás muestras.

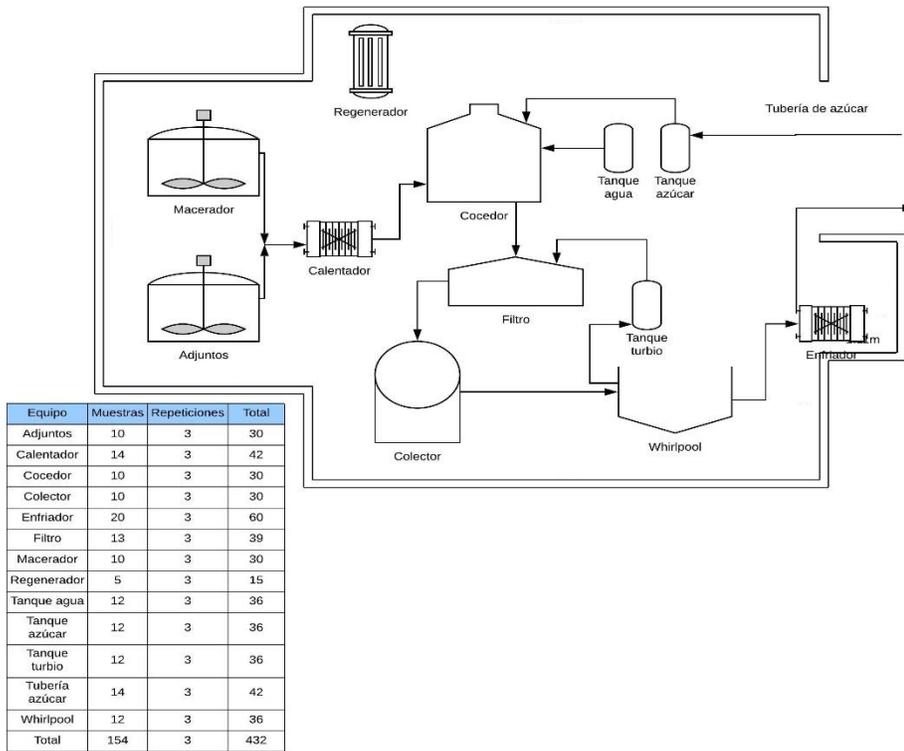
## **3.6. Análisis estadístico**

Se presentan a continuación los análisis realizados:

### **3.6.1. Croquis del muestreo**

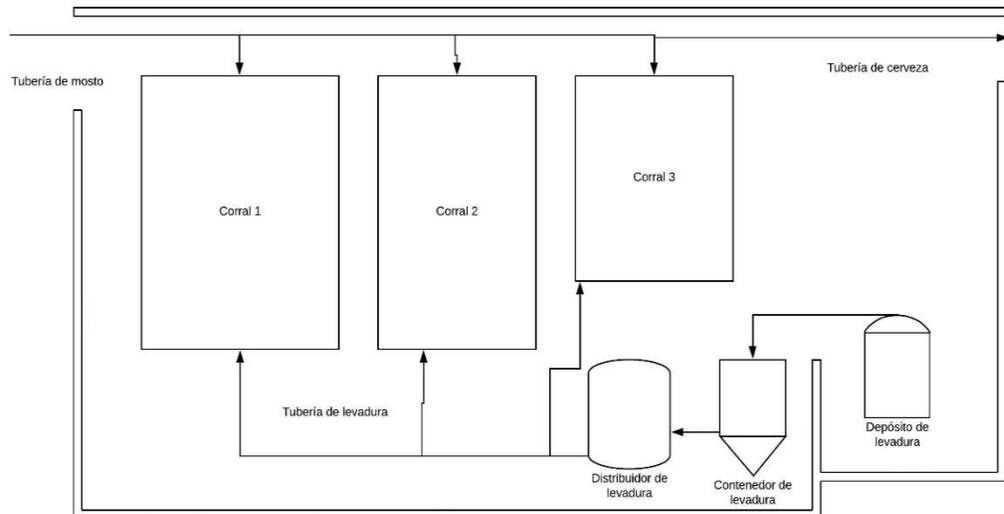
Se presentan a continuación los croquis para el muestreo en las distintas áreas:

Figura 19. Croquis del muestreo del área de cocimientos



Fuente: elaboración propia.

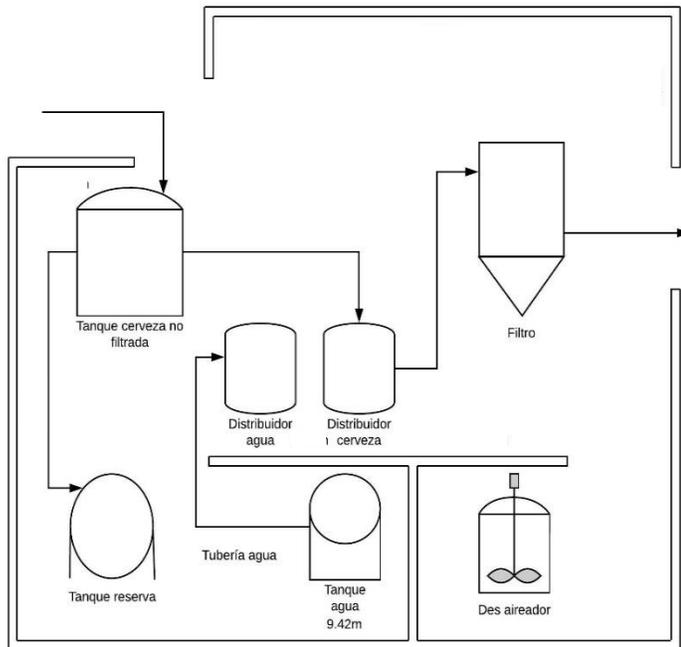
Figura 20. Croquis del muestreo del área de fermentaciones



Equipo	Muestras	Repeticiones	Total
Contenedor levadura	33	3	99
Corral 1	21	3	63
Corral 2	18	3	54
Corral 3	15	3	45
Depósito levadura	27	3	81
Distribuidor levadura	25	3	75
Tubería cerveza	12	3	36
Tubería levadura	21	3	63
Tubería mosto	18	3	54
Total	190	3	570

Fuente: elaboración propia.

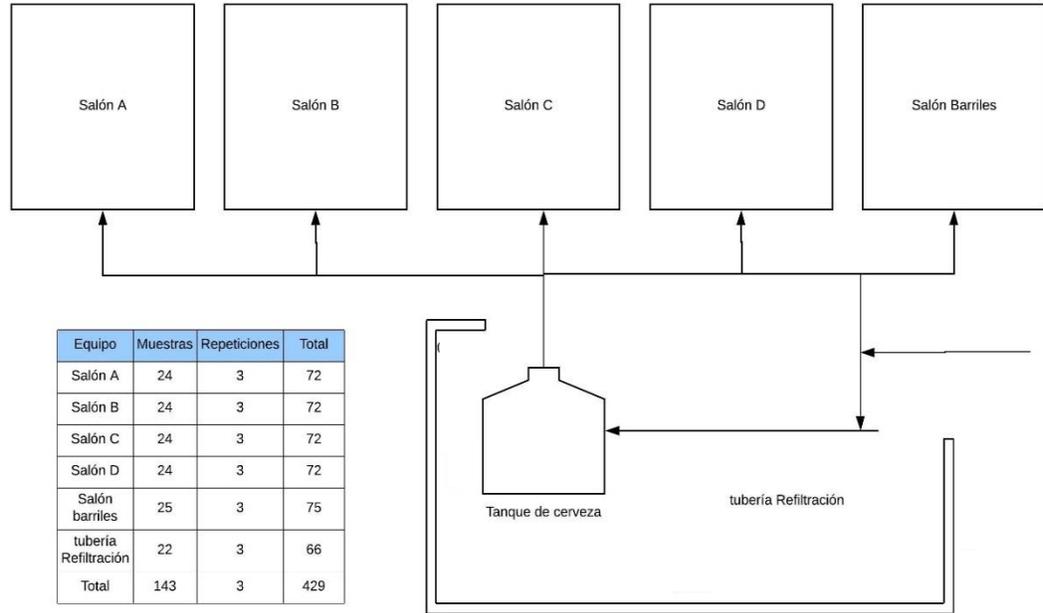
Figura 21. Croquis del muestreo del área de filtraciones



Equipo	Muestras	Repeticiones	Total
Desaireador	20	3	60
Distribuidor agua	18	3	54
Distribuidor cerveza	18	3	54
Tanque agua	29	3	87
Tanque cerveza no filtrada	18	3	54
Tanque reserva	18	3	54
Tubería agua	16	3	48
Total	137	3	411

Fuente: elaboración propia.

Figura 22. Croquis del muestreo del área de distribución



Fuente: elaboración propia.

### 3.6.2. Bandas de predicción

Se utilizarán las bandas de predicción de cada propiedad fisicoquímica caracterizada, para poder determinar las tendencias y los comportamientos esperados de las mismas. Estas se determinan mediante la ecuación:

- Ecuación No. 4

$$\hat{y}_0 \pm T_{1-\alpha/2} \sqrt{S^2 \left[ 1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_0 - \bar{x})^2}{\sum x_i^2 - \frac{\sum x_i^2}{n}} \right]}$$

Donde  $\hat{y}_0$  es el valor predicho por las bandas de predicción,  $T_{1-\alpha/2}$  es el cuantil correspondiente a una distribución T de student con n-2 grados de libertad,  $S^2$  es la varianza,  $\bar{x}$  es el valor promedio, n es el tamaño de la muestra,  $x_i$  el valor de la muestra tomada y  $x_0$  el valor predicho del tiempo.

### 3.6.3. Hipótesis

- Hipótesis Nula ( $H_0$ ):
  - $H_{01}$ : La conductividad de los enjuagues de agua realizados que son descargados hacia el drenaje, es mayor a los parámetros de agua limpia:  $C > 1\text{mS}$ .
  - $H_{02}$ : El pH de los enjuagues de agua realizados que son descargados hacia el drenaje, no se encuentra entre los parámetros de agua limpia:  $\text{pH} < 6,5$  o  $\text{pH} > 8,2$ .
  - $H_{03}$ : La alcalinidad P de los enjuagues de agua realizados que son descargados hacia el drenaje, es mayor a los parámetros de agua limpia:  $AP > 0$  ppm.
  - $H_{04}$ : La alcalinidad M de los enjuagues de agua realizados que son descargados hacia el drenaje, no se encuentra entre los parámetros de agua limpia:  $AM < 120$  ppm o  $AM > 160$  ppm.
  - $H_{05}$ : La dureza del agua de los enjuagues de agua realizados que son descargados hacia el drenaje, no se encuentra entre los parámetros de agua limpia:  $D < 100$  ppm o  $D > 120$  ppm.
  - $H_{06}$ : La turbidez de sólidos de los enjuagues de agua que son descargados hacia el drenaje, es mayor a los parámetros de agua limpia:  $TS > 1$  NTU.

- $H_{07}$ : La turbidez coloidal de los enjuagues de agua realizados que son descargados hacia el drenaje, es mayor a los parámetros de agua limpia:  $TC > 4 \text{ NTU}$ .
- Hipótesis Alternativa ( $H_a$ ):
  - $H_{i1}$ : La conductividad de los enjuagues de agua realizados que son descargados hacia el drenaje, es menor a los parámetros de agua limpia:  $C \leq 1 \text{ mS}$ .
  - $H_{i2}$ : El pH de los enjuagues de agua realizados que son descargados hacia el drenaje, se encuentra entre los parámetros de agua limpia:  $6,5 \leq \text{pH} \leq 8,2$ .
  - $H_{i3}$ : La alcalinidad P de los enjuagues de agua realizados que son descargados hacia el drenaje, es menor a los parámetros de agua limpia:  $AP \leq 0 \text{ ppm}$ .
  - $H_{i4}$ : La alcalinidad M de los enjuagues de agua realizados que son descargados hacia el drenaje, se encuentra entre los parámetros de agua limpia:  $120 \text{ ppm} \leq AM \leq 160 \text{ ppm}$ .
  - $H_{i5}$ : La dureza del agua de los enjuagues de agua realizados que son descargados hacia el drenaje, se encuentra entre los parámetros de agua limpia:  $100 \text{ ppm} \leq D \leq 120 \text{ ppm}$ .
  - $H_{i6}$ : La turbidez de sólidos de los enjuagues de agua realizados que son descargados hacia el drenaje, es menor a los parámetros de agua limpia:  $TS \leq 1 \text{ NTU}$ .

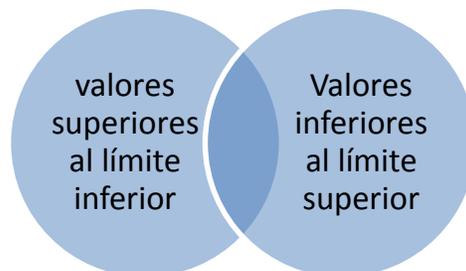
- $H_{i7}$ : La turbidez coloidal de los enjuagues de agua realizados que son descargados hacia el drenaje, es menor a los parámetros de agua limpia:  $TC \leq 4 \text{ NTU}$ .

### 3.6.4. Pruebas de hipótesis

Para poder comprobar, de manera estadística, las hipótesis alternativas planteadas de las diferentes pruebas realizadas, se hace uso de una comparación entre los comportamientos predichos por las bandas de predicción con los parámetros de control establecidos para el agua limpia.

Todos aquellos valores que son menores a los parámetros de control se clasifican como agua limpia a partir del momento en que cumplan con dicha condición. Todos aquellos valores que son menores al límite superior y los valores que son mayores al límite inferior de los parámetros de control de cada propiedad fisicoquímica evaluada se clasifican como agua limpia al cumplir con ambas condiciones, siendo la intersección de ambos conjuntos.

Figura 23. **Valores catalogados como agua limpia**



Fuente: elaboración propia.

Los 7 parámetros que cumplan esta condición al mismo tiempo, permiten catalogar al enjuague que está siendo descargado hacia el drenaje como agua limpia, y es a partir de este momento en que se puede realizar un recorte de tiempo del enjuague.

### **3.7. Plan de análisis de los resultados**

Se presenta el plan de análisis de los resultados.

#### **3.7.1. Programas a utilizar para análisis de datos**

Se presentan los programas a utilizar para análisis de datos.

- **Microsoft Excel 2016**

Se utilizó este programa como una hoja de cálculos para ordenar los resultados obtenidos y como base de datos.

- **Infostat**

Se utilizó este programa para la caracterización de las propiedades fisicoquímicas evaluadas, análisis estadísticos, pruebas de hipótesis planteadas y cálculos relacionados.



## 4. RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados del trabajo de investigación, en donde se dan a conocer la caracterización de los comportamientos de las diversas propiedades fisicoquímicas evaluadas, los nuevos tiempos de enjuague para cada equipo y la reducción del volumen de agua empleada luego de aplicar el nuevo tiempo de enjuague. Los resultados se presentan en orden de áreas que conforman el proceso de elaboración de cerveza.

### 4.1. Descripción del comportamiento de la composición química del agua utilizada para enjuague en el sistema de limpieza *CIP*

- Cocimientos:

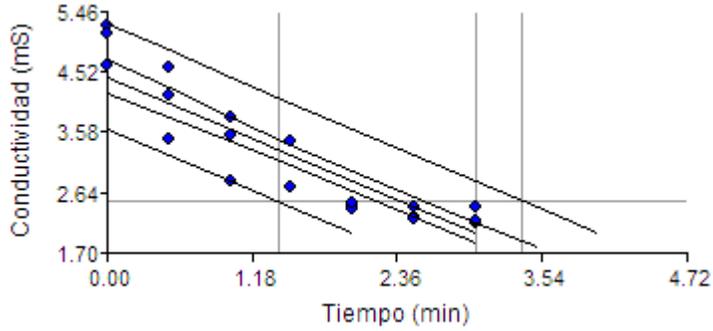
Los *CIP* de cocimientos se dividen en 2 tipos: *CIP* entre semana o cortos y *CIP* de fin de semana o largos.

En el caso de los *CIP* cortos, estos abarcan los siguientes equipos (junto con su frecuencia de limpieza entre semana):

- Enfriador (limpieza cada 5 cocimientos)
- Calentador (limpieza cada 5 cocimientos)
- Cocedor (limpieza cada 5 cocimientos)

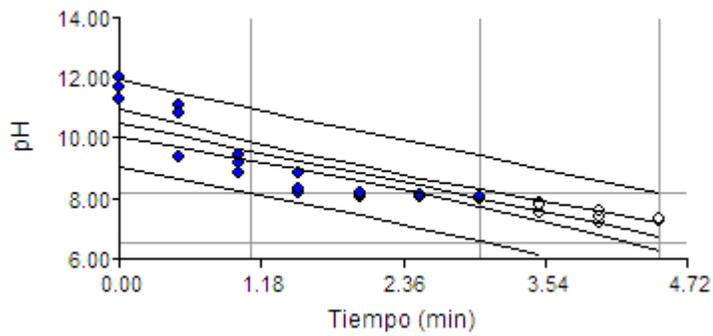
Los resultados se presentan a continuación:

Figura 24. **Conductividad del enfriador en EDS**



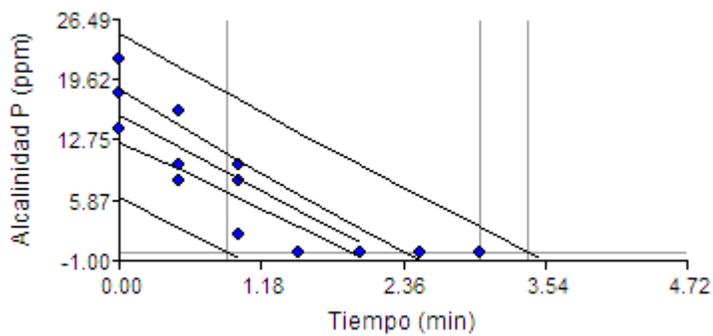
Fuente: elaboración propia.

Figura 25. **pH del enfriador en EDS**



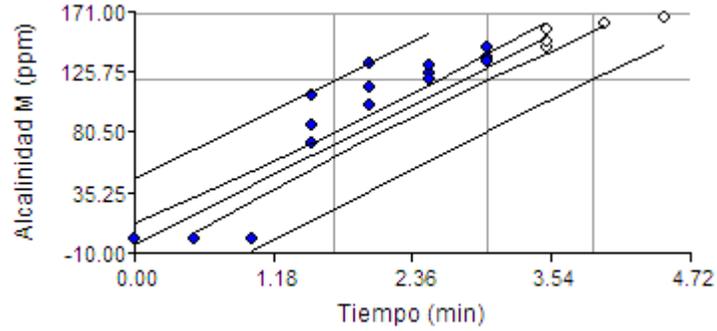
Fuente: elaboración propia.

Figura 26. **Alcalinidad P del enfriador en EDS**



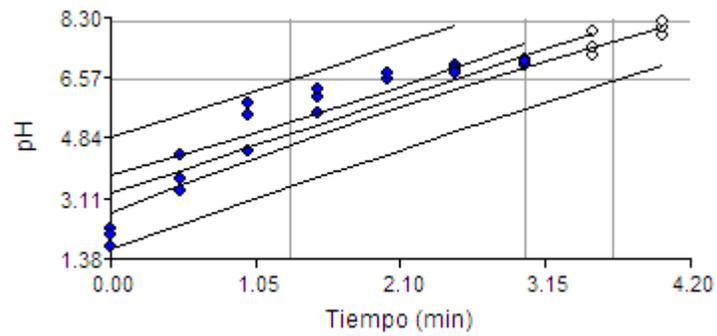
Fuente: elaboración propia.

Figura 27. **Alcalinidad M del enfriador en EDS**



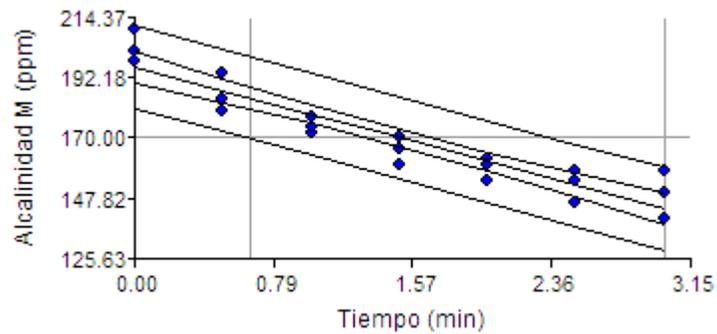
Fuente: elaboración propia.

Figura 28. **pH del enfriador en EDA**



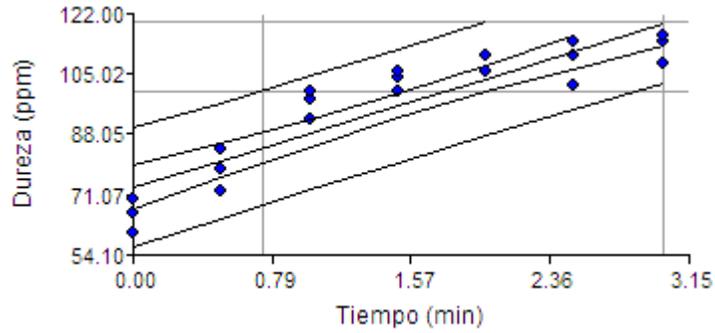
Fuente: elaboración propia.

Figura 29. **Alcalinidad M del enfriador en EDA**



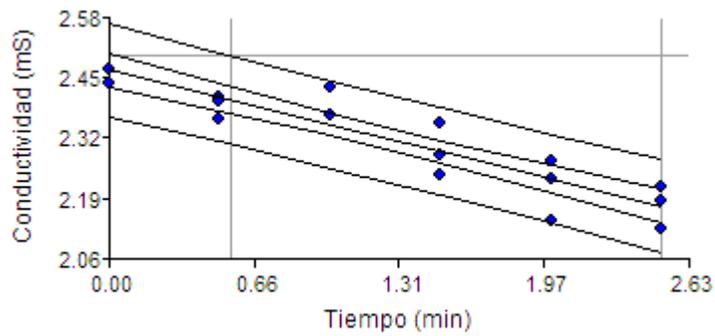
Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **Dureza del enfriador en EDA**



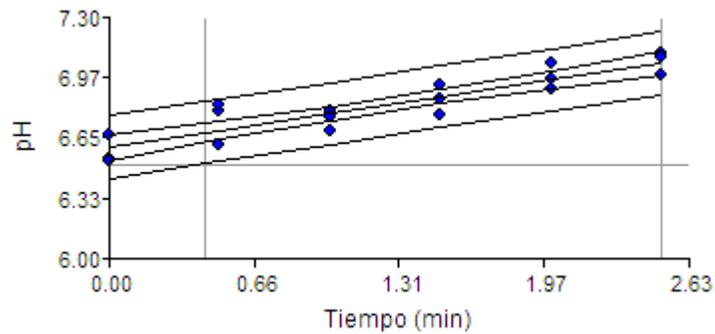
Fuente: elaboración propia.

Figura 31. **Conductividad del enfriador en EDC**



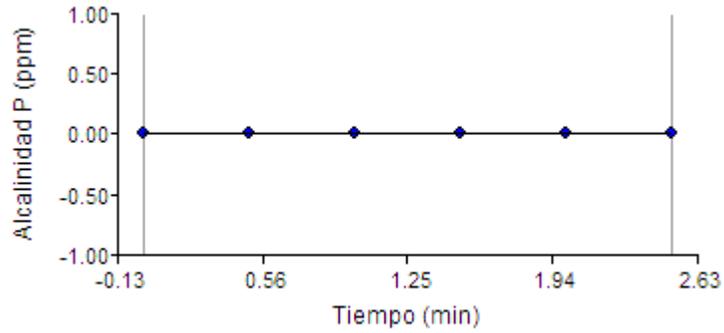
Fuente: elaboración propia.

Figura 32. **pH del enfriador en EDC**



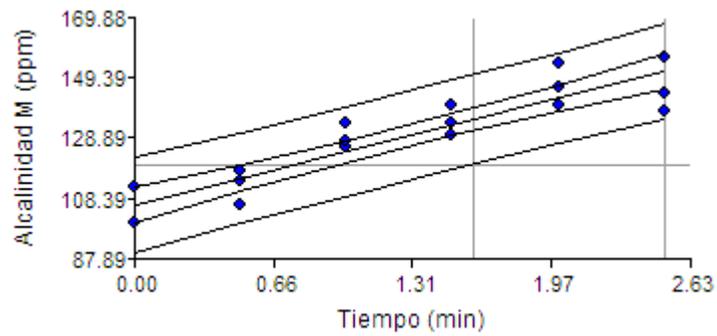
Fuente: elaboración propia.

Figura 33. **Alcalinidad P del enfriador en EDC**



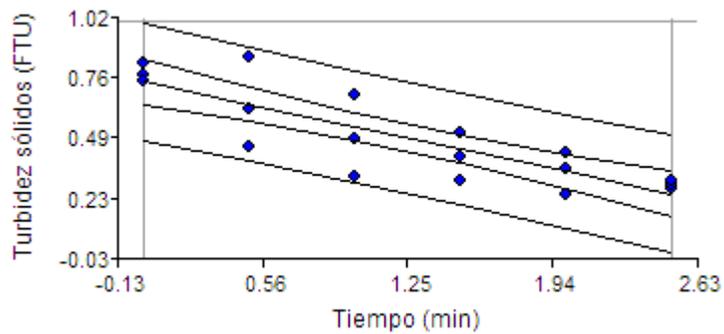
Fuente: elaboración propia.

Figura 34. **Alcalinidad M del enfriador en EDC**



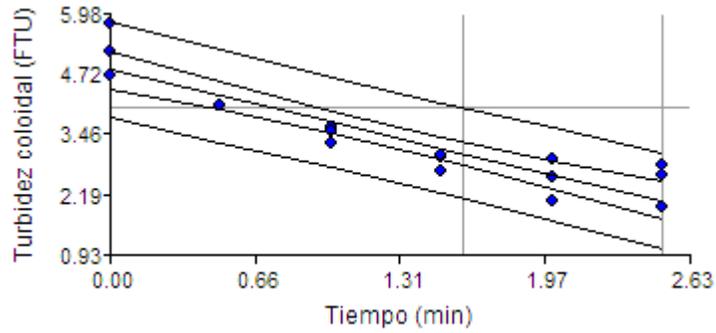
Fuente: elaboración propia.

Figura 35. **Turbidez de sólidos del enfriador en EDC**



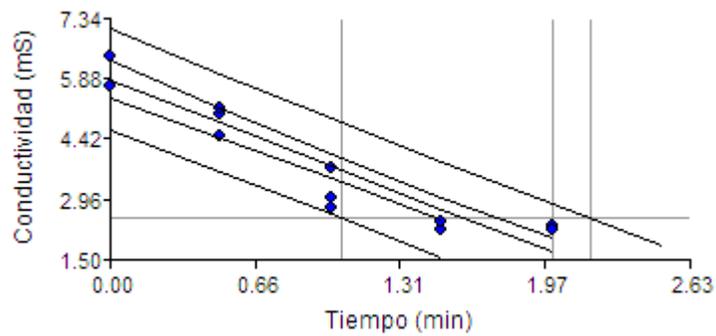
Fuente: elaboración propia.

Figura 36. **Turbidez coloidal del enfriador en EDC**



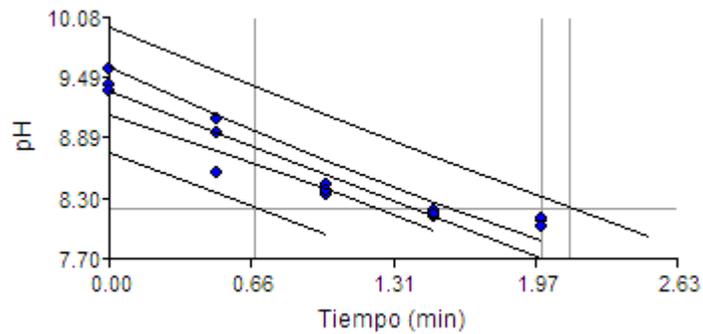
Fuente: elaboración propia.

Figura 37. **Conductividad del calentador en EDS**



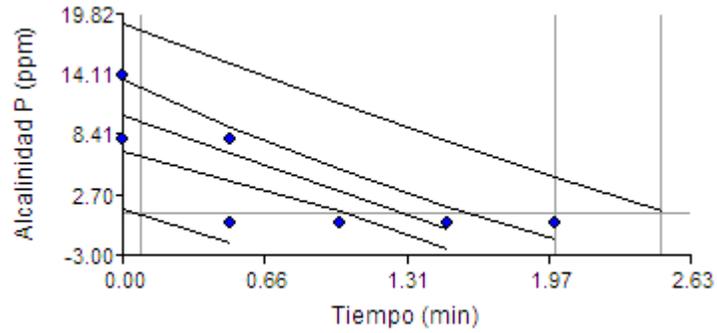
Fuente: elaboración propia.

Figura 38. **pH del calentador en EDS**



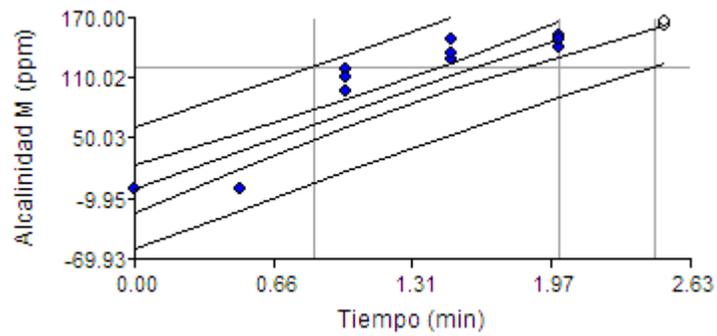
Fuente: elaboración propia.

Figura 39. **Alcalinidad P del calentador en EDS**



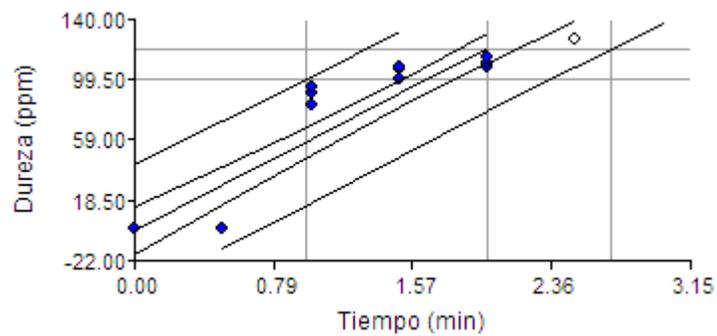
Fuente: elaboración propia.

Figura 40. **Alcalinidad M del calentador en EDS**



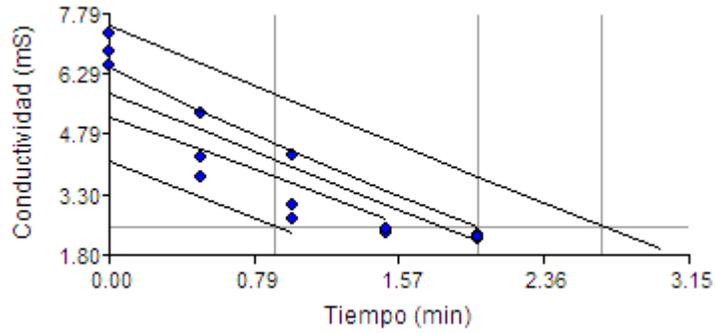
Fuente: elaboración propia.

Figura 41. **Dureza del calentador en EDS**



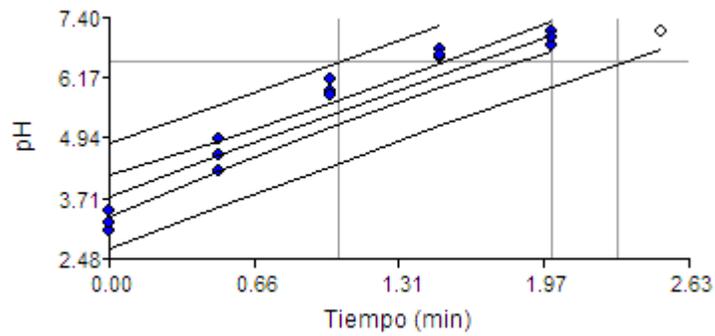
Fuente: elaboración propia.

Figura 42. **Conductividad del calentador en EDA**



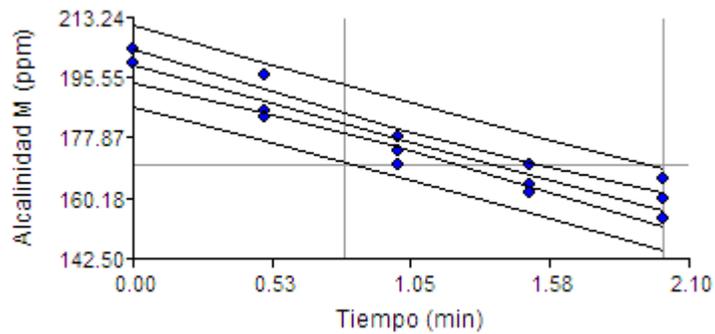
Fuente: elaboración propia.

Figura 43. **pH del calentador en EDA**



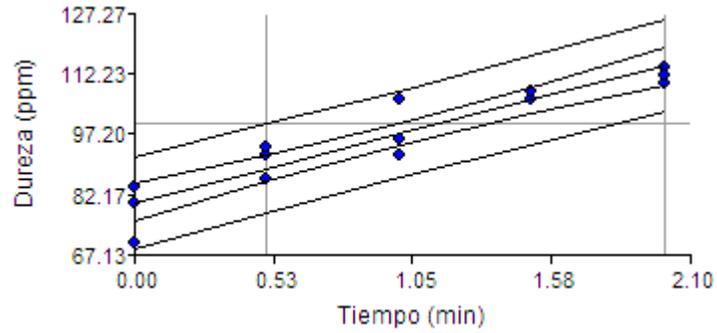
Fuente: elaboración propia.

Figura 44. **Alcalinidad M del calentador en EDA**



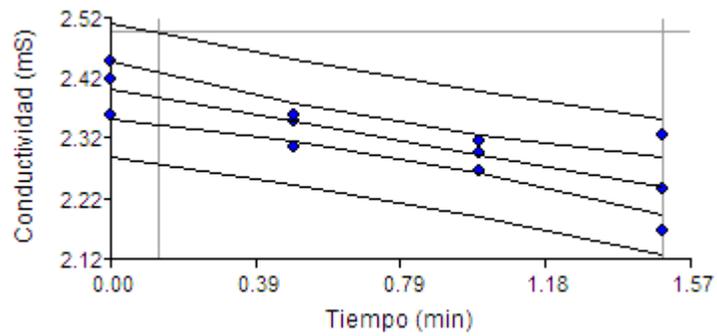
Fuente: elaboración propia.

Figura 45. **Dureza del calentador en EDA**



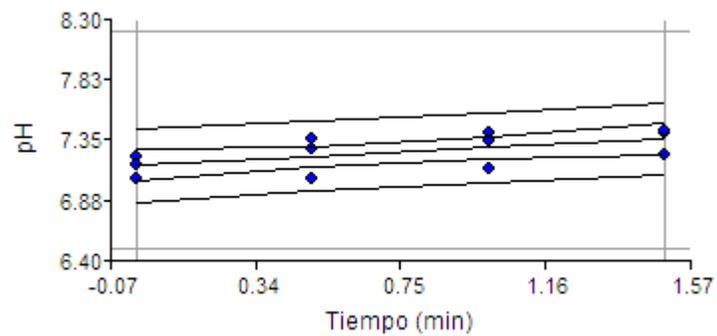
Fuente: elaboración propia.

Figura 46. **Conductividad del calentador en EDC**



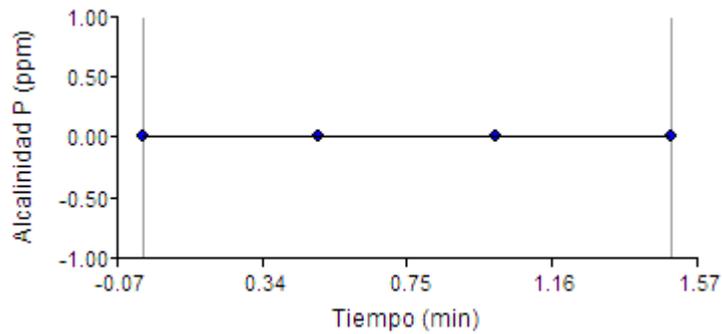
Fuente: elaboración propia.

Figura 47. **pH del calentador en EDC**



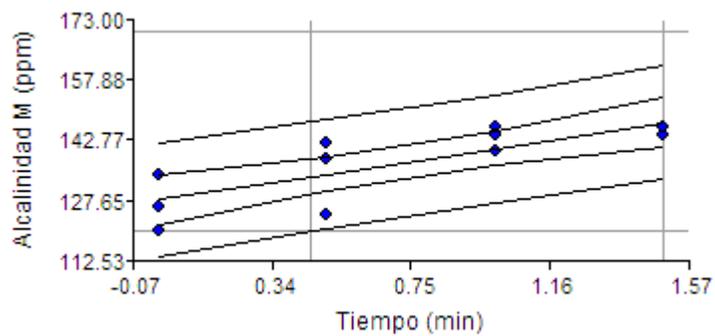
Fuente: elaboración propia.

Figura 48. **Alcalinidad P del calentador en EDC**



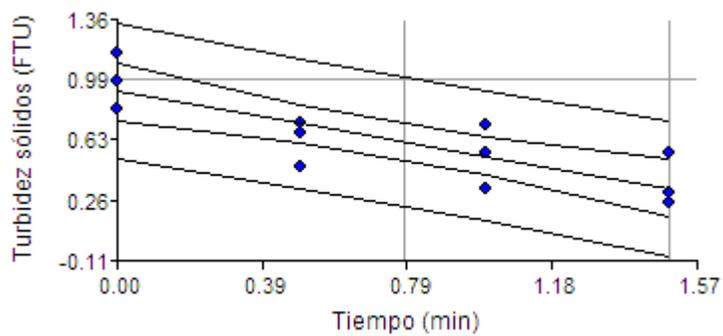
Fuente: elaboración propia.

Figura 49. **Alcalinidad M del calentador en EDC**



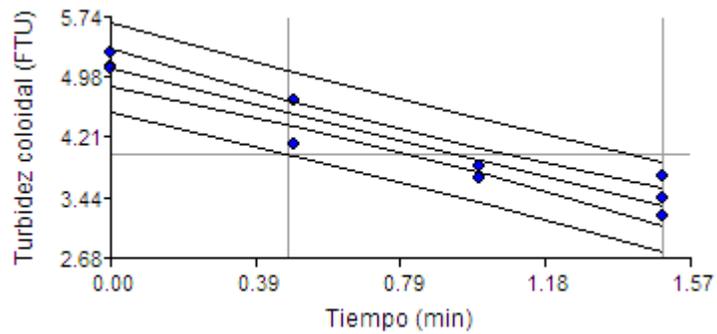
Fuente: elaboración propia.

Figura 50. **Turbidez de sólidos del calentador en EDC**



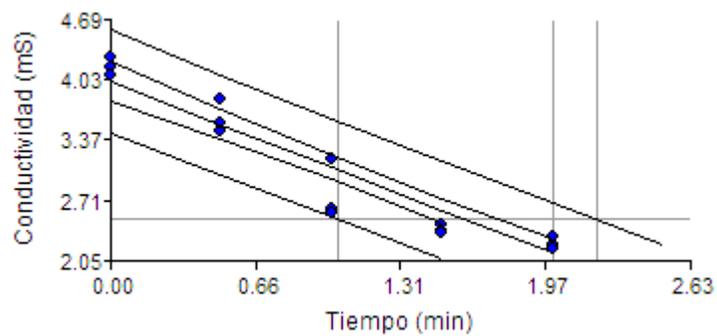
Fuente: elaboración propia.

Figura 51. **Turbidez coloidal del calentador en EDC**



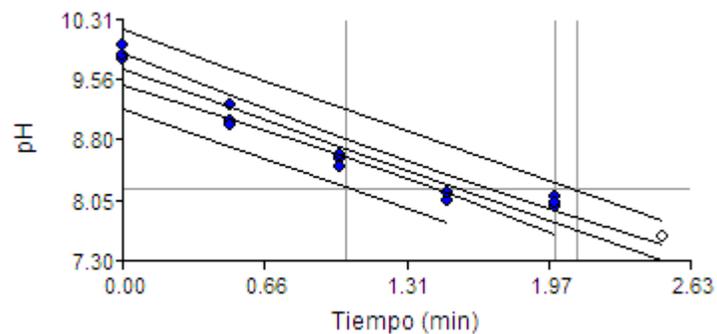
Fuente: elaboración propia.

Figura 52. **Conductividad del cocedor en EDS**



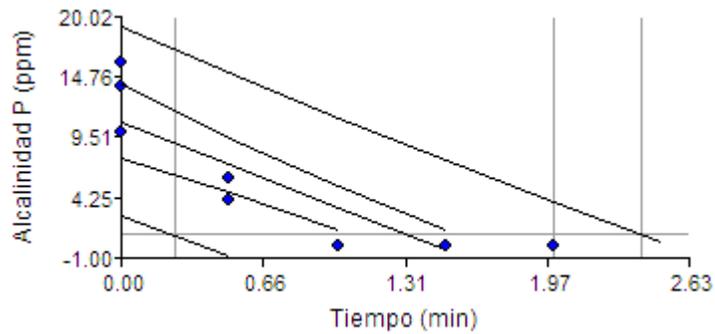
Fuente: elaboración propia.

Figura 53. **pH del cocedor en EDS**



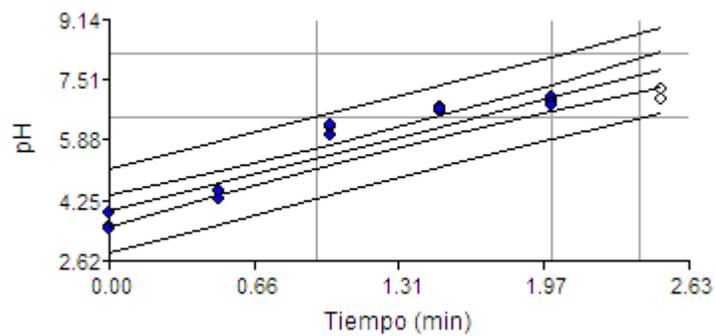
Fuente: elaboración propia.

Figura 54. **Alcalinidad P del cocedor en EDS**



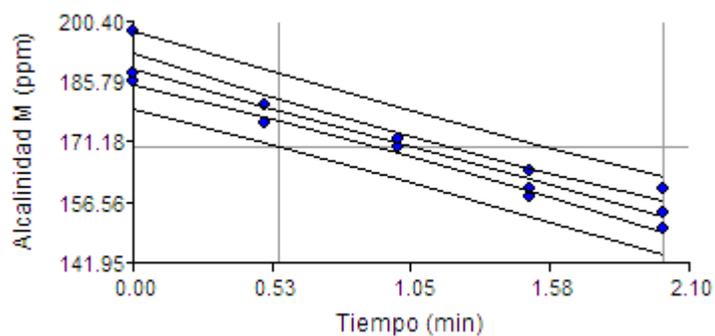
Fuente: elaboración propia.

Figura 55. **pH del cocedor en EDA**



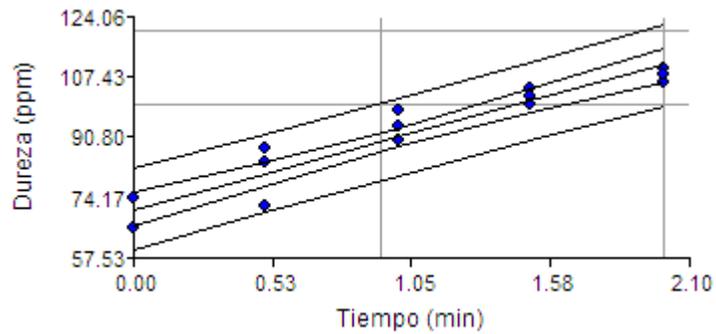
Fuente: elaboración propia.

Figura 56. **Alcalinidad M del cocedor en EDA**



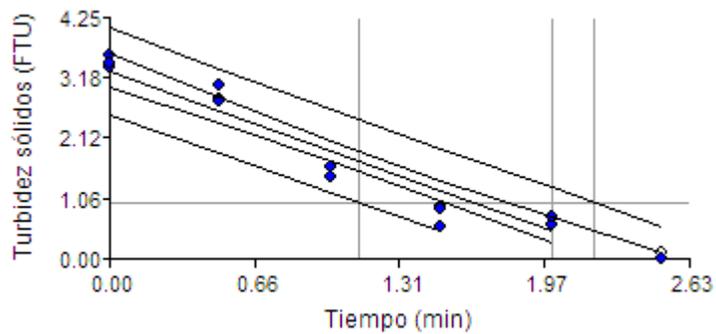
Fuente: elaboración propia.

Figura 57. Dureza del cocedor en EDA



Fuente: elaboración propia.

Figura 58. Turbidez de sólidos del cocedor en EDA



Fuente: elaboración propia.

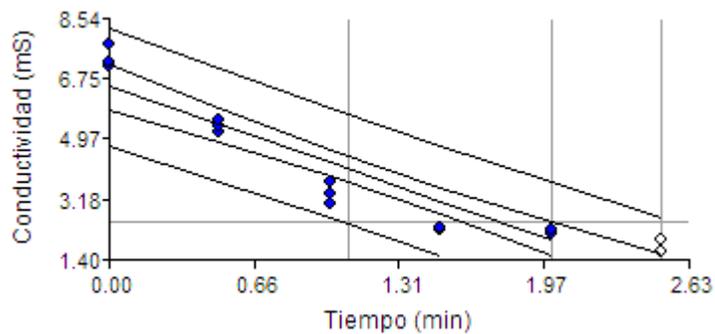
En el caso de los *CIP* largos, estos abarcan los siguientes equipos:

- *Whirlpool*
- Regenerador
- Filtro
- Colector
- Tanque agua
- Tubería azúcar
- Tanque azúcar

- Tanque turbio
- Macerador
- Adjuntos

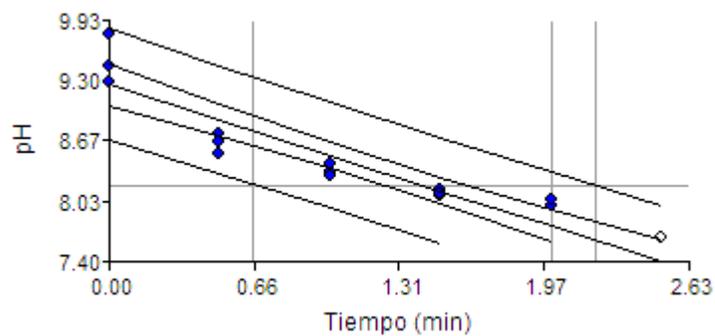
Los resultados de la caracterización de las distintas propiedades fisicoquímicas evaluadas se presentan a continuación:

Figura 59. **Conductividad *Whirlpool* en EDS**



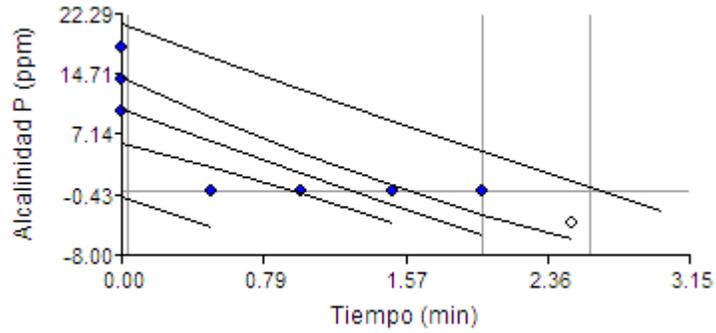
Fuente: elaboración propia.

Figura 60. **pH *Whirlpool* en EDS**



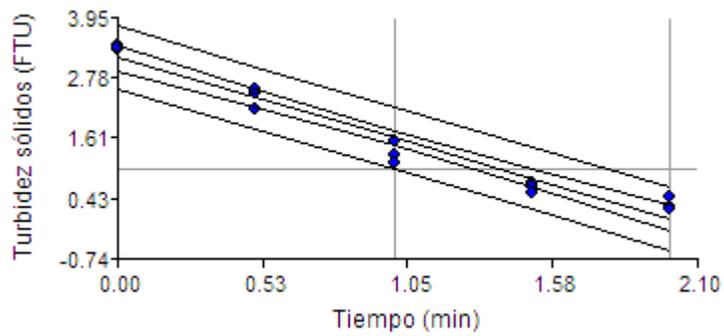
Fuente: elaboración propia.

Figura 61. **Alcalinidad P *Whirlpool* en EDS**



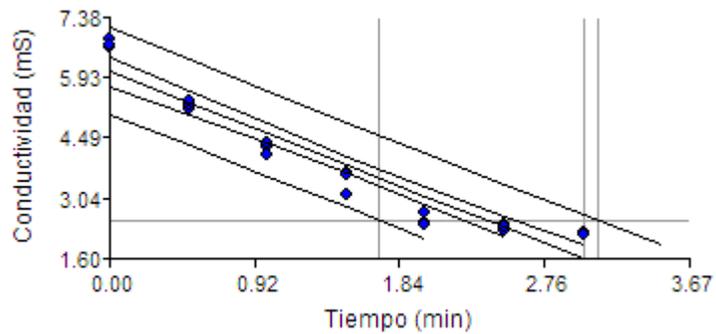
Fuente: elaboración propia.

Figura 62. **Turbidez de sólidos *Whirlpool* en EDS**



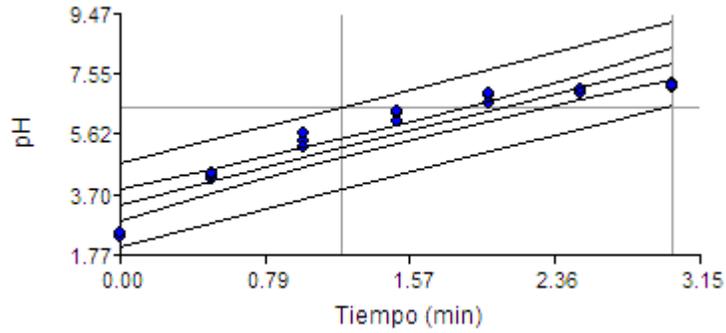
Fuente: elaboración propia.

Figura 63. **Conductividad del *Whirlpool* en EDA**



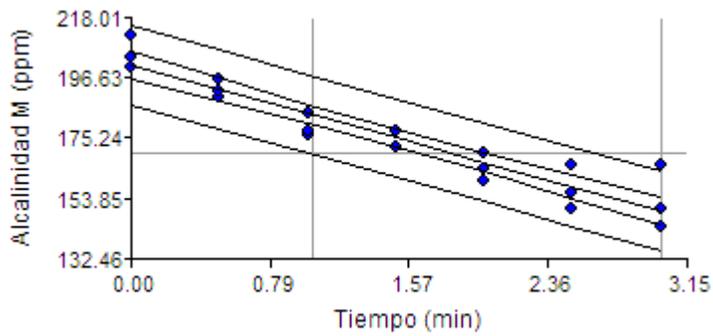
Fuente: elaboración propia.

Figura 64. **pH del *Whirlpool* en EDA**



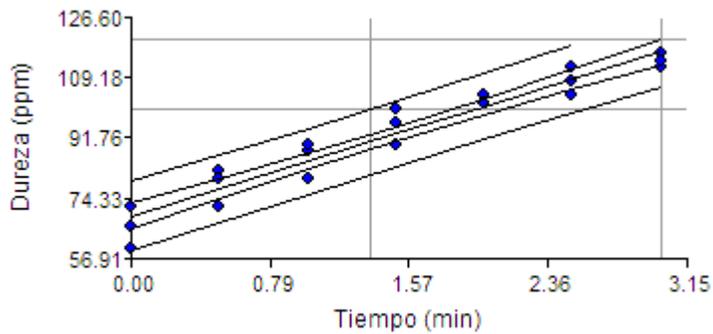
Fuente: elaboración propia.

Figura 65. **Alcalinidad M del *Whirlpool* en EDA**



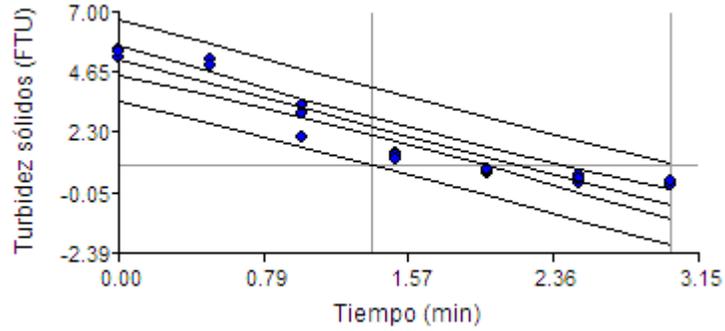
Fuente: elaboración propia.

Figura 66. **Dureza del *Whirlpool* en EDA**



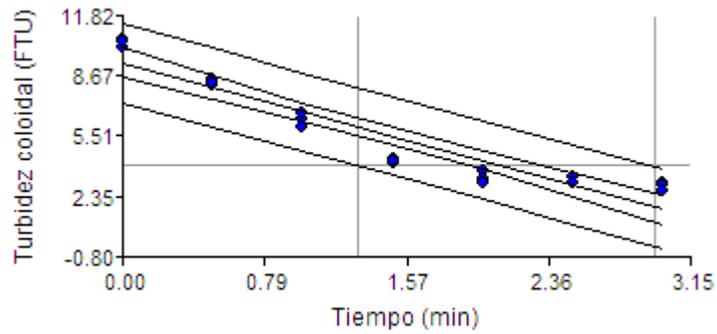
Fuente: elaboración propia.

Figura 67. **Turbidez de sólidos del *Whirlpool* en EDA**



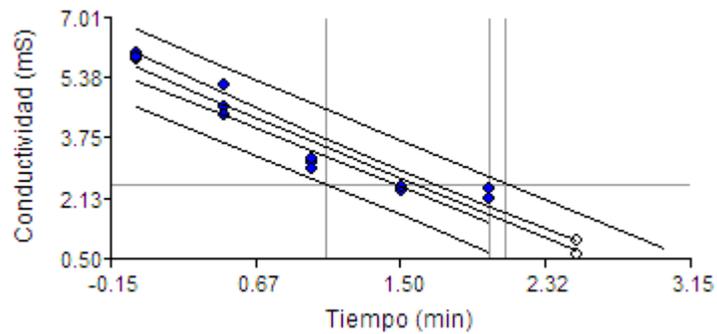
Fuente: elaboración propia.

Figura 68. **Turbidez coloidal del *Whirlpool* en EDA**



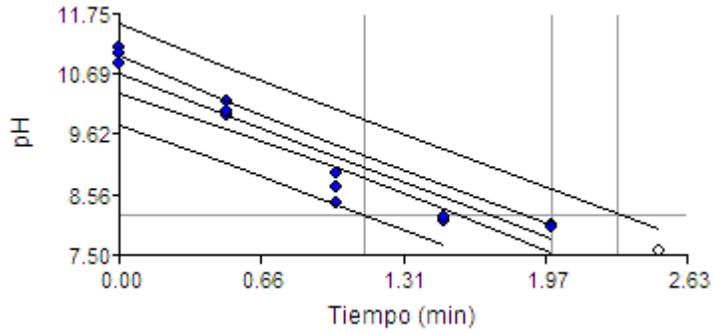
Fuente: elaboración propia.

Figura 69. **Conductividad del regenerador en EDS**



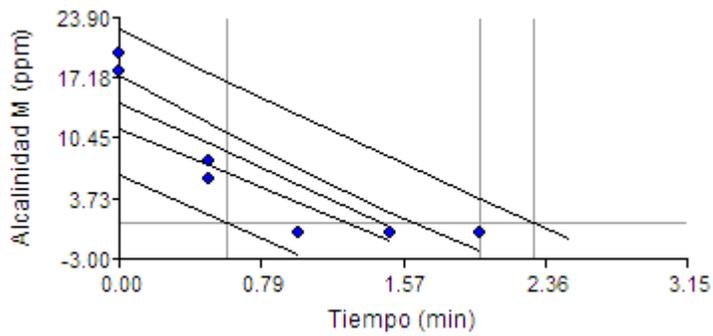
Fuente: elaboración propia.

Figura 70. **pH del regenerador en EDS**



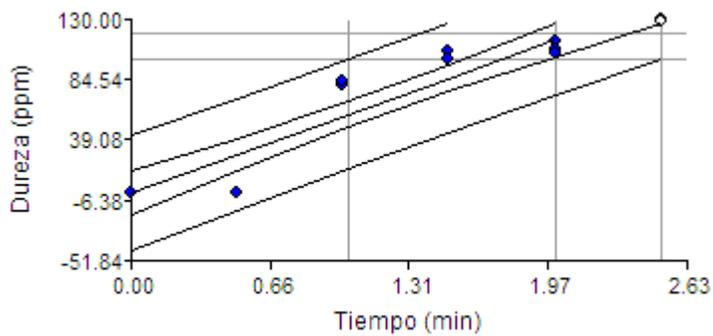
Fuente: elaboración propia.

Figura 71. **Alcalinidad P del regenerador en EDS**



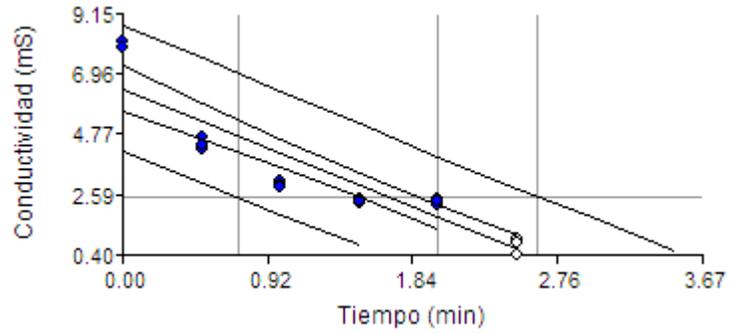
Fuente: elaboración propia.

Figura 72 **Dureza del regenerador en EDS**



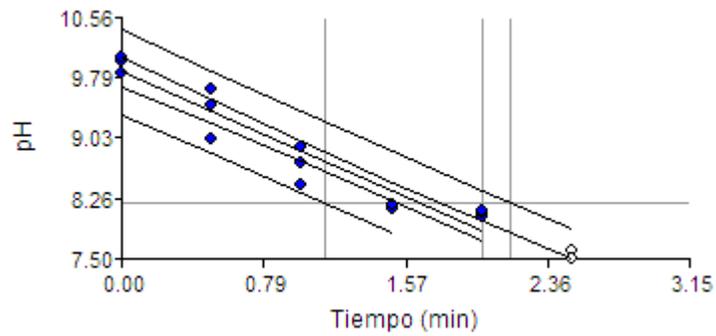
Fuente: elaboración propia.

Figura 73. **Conductividad del filtro en EDS**



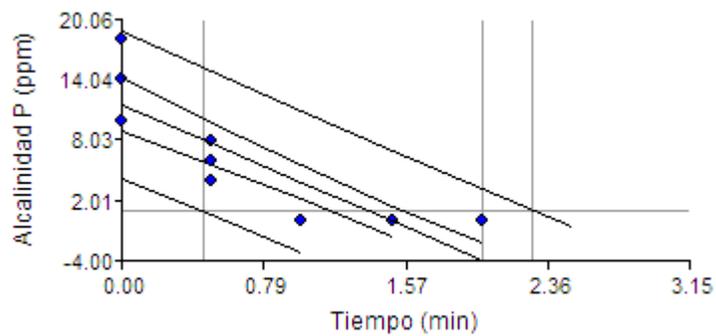
Fuente: elaboración propia.

Figura 74. **pH del filtro en EDS**



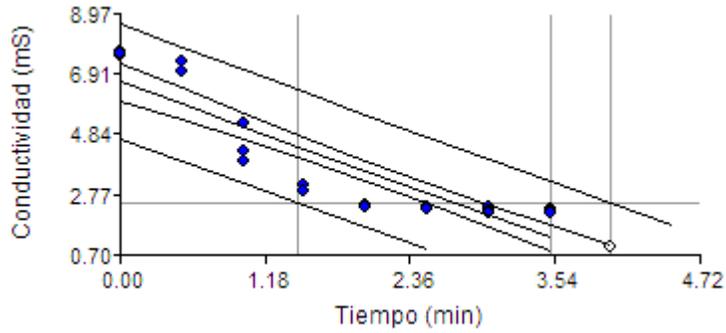
Fuente: elaboración propia.

Figura 75. **Alcalinidad P del filtro en EDS**



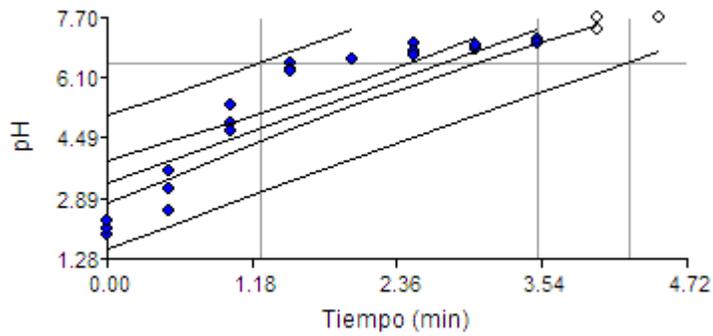
Fuente: elaboración propia.

Figura 76. **Conductividad del filtro en EDA**



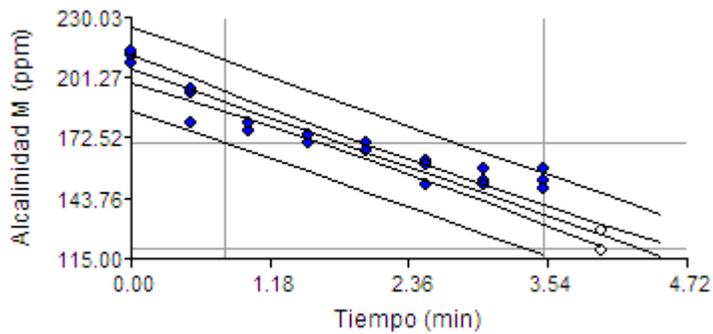
Fuente: elaboración propia.

Figura 77. **pH del filtro en EDA**



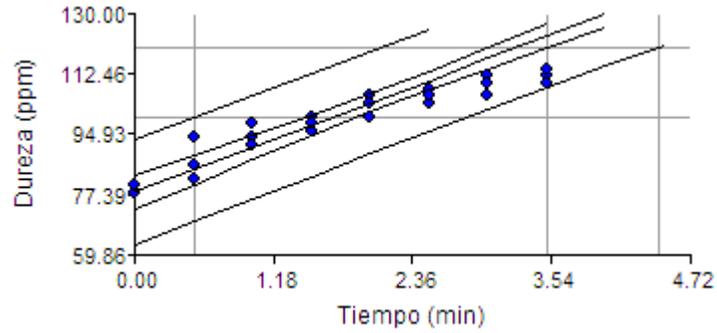
Fuente: elaboración propia.

Figura 78. **Alcalinidad M del filtro en EDA**



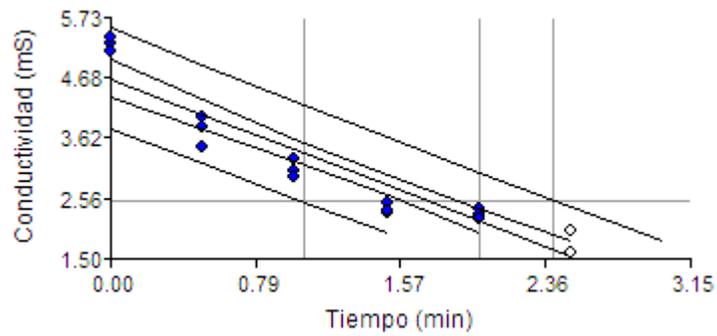
Fuente: elaboración propia.

Figura 79. Dureza del filtro en EDA



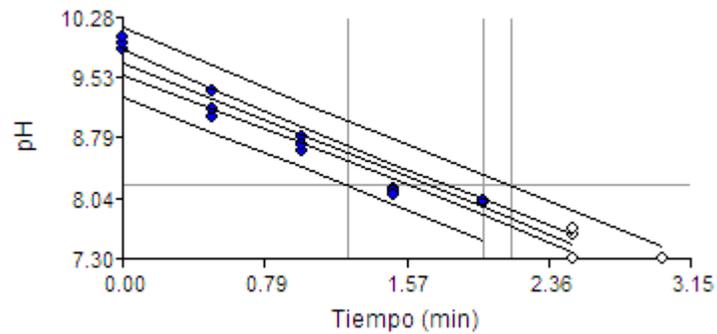
Fuente: elaboración propia.

Figura 80. Conductividad del colector en EDS



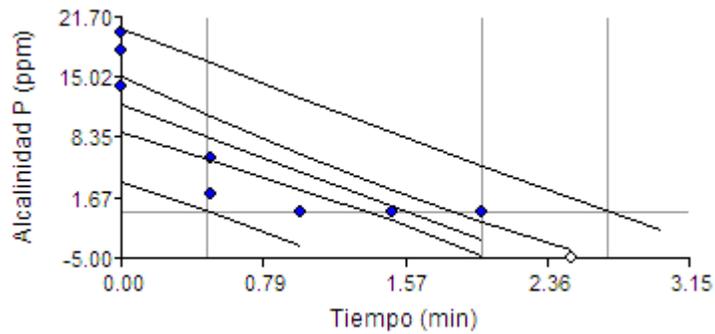
Fuente: elaboración propia.

Figura 81. pH del colector en EDS



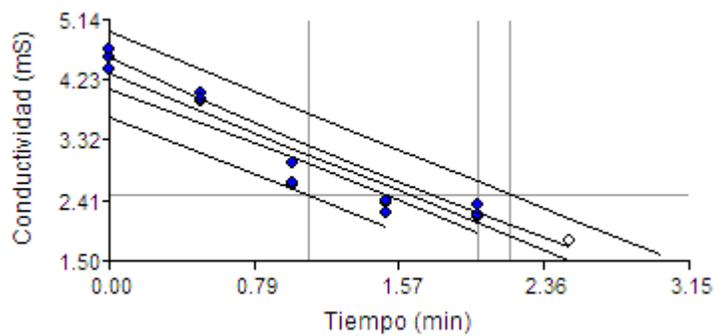
Fuente: elaboración propia.

Figura 82. **Alcalinidad P del colector en EDS**



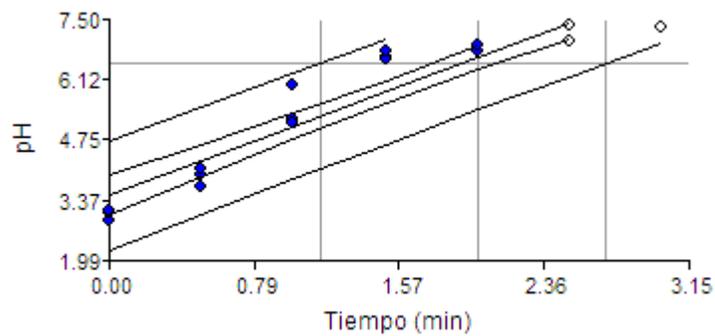
Fuente: elaboración propia.

Figura 83. **Conductividad del colector en EDA**



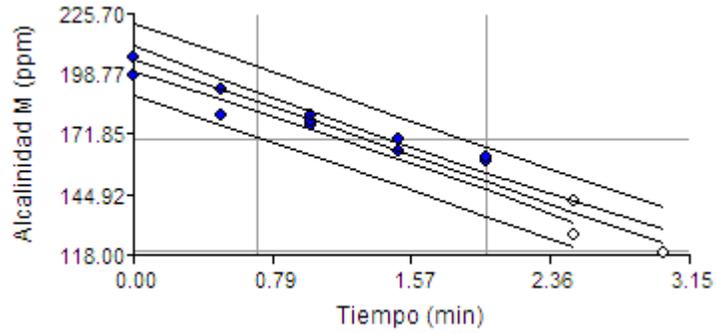
Fuente: elaboración propia.

Figura 84. **pH del colector en EDA**



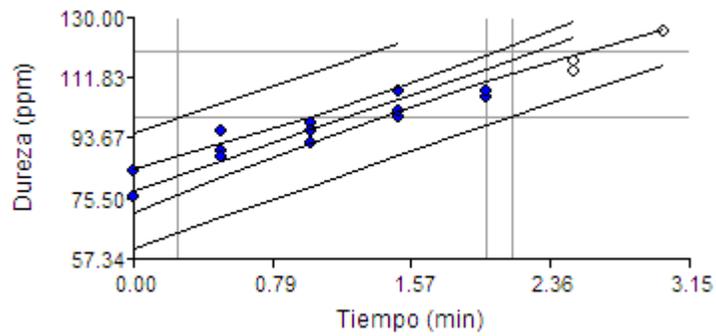
Fuente: elaboración propia.

Figura 85. Alcalinidad M del colector en EDA



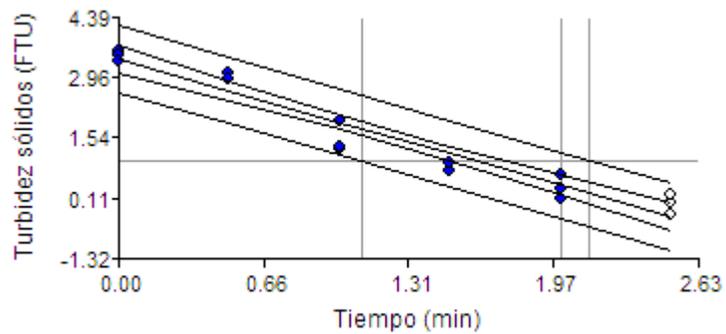
Fuente: elaboración propia.

Figura 86. Dureza del colector en EDA



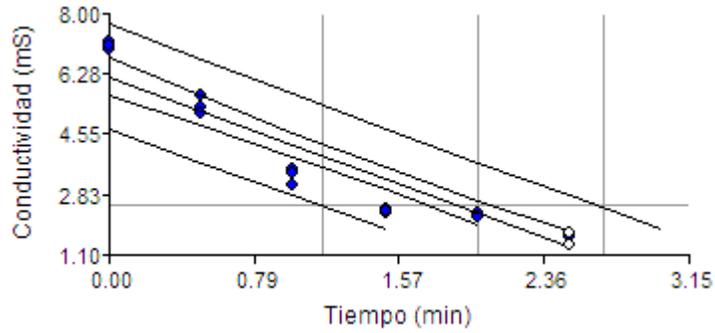
Fuente: elaboración propia.

Figura 87. Turbidez de sólidos del colector en EDA



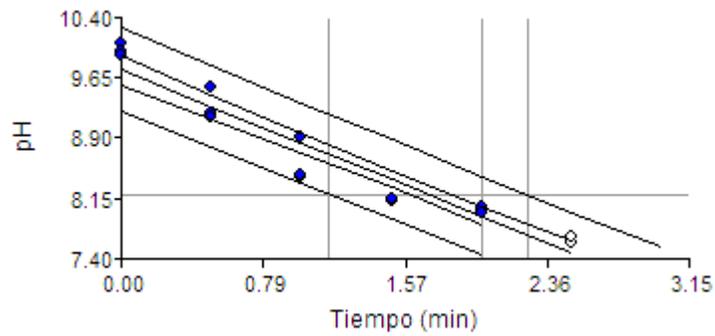
Fuente: elaboración propia.

Figura 88. **Conductividad del tanque de agua en EDS**



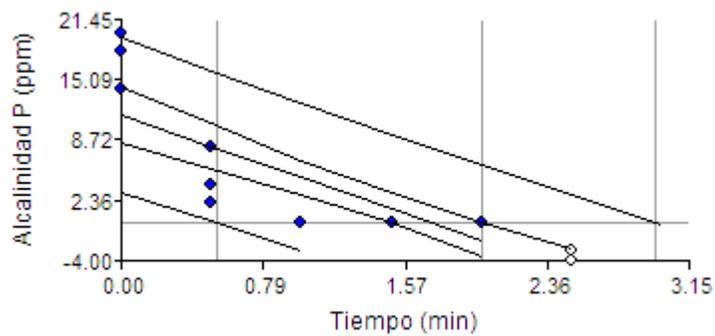
Fuente: elaboración propia.

Figura 89. **pH del tanque de agua en EDS**



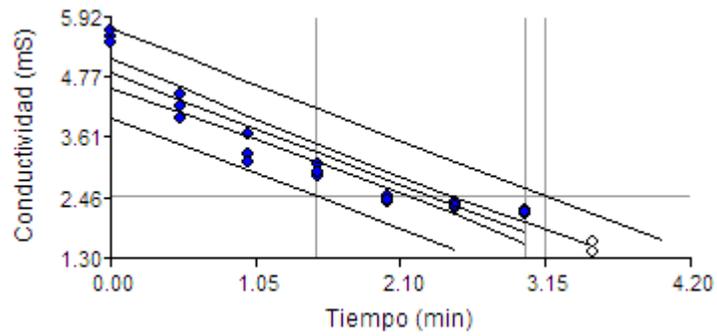
Fuente: elaboración propia.

Figura 90. **Alcalinidad P del tanque de agua en EDS**



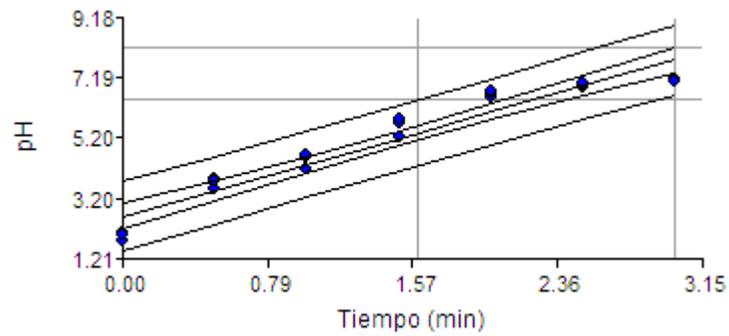
Fuente: elaboración propia.

Figura 91. **Conductividad del tanque de agua en EDA**



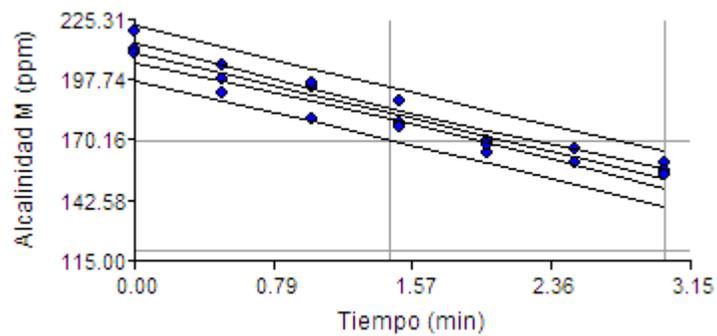
Fuente: elaboración propia.

Figura 92. **pH del tanque de agua en EDA**



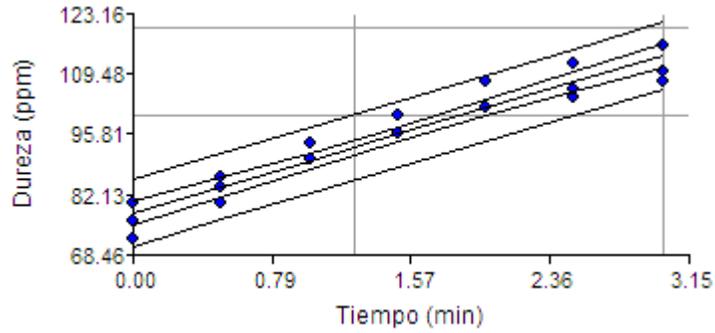
Fuente: elaboración propia.

Figura 93. **Alcalinidad M del tanque de agua en EDA**



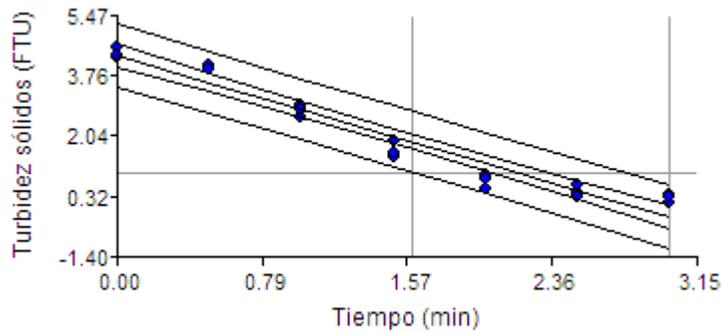
Fuente: elaboración propia.

Figura 94. **Dureza del tanque de agua en EDA**



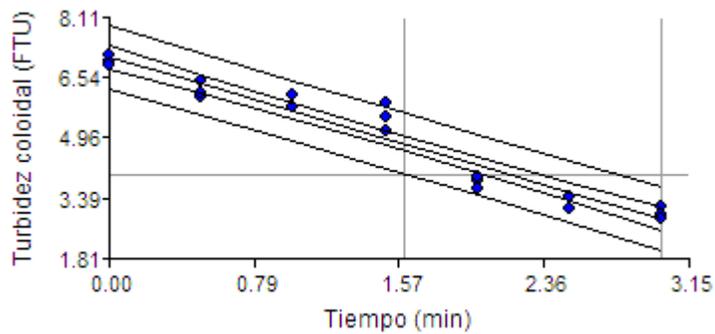
Fuente: elaboración propia.

Figura 95. **Turbidez de sólidos del tanque de agua en EDA**



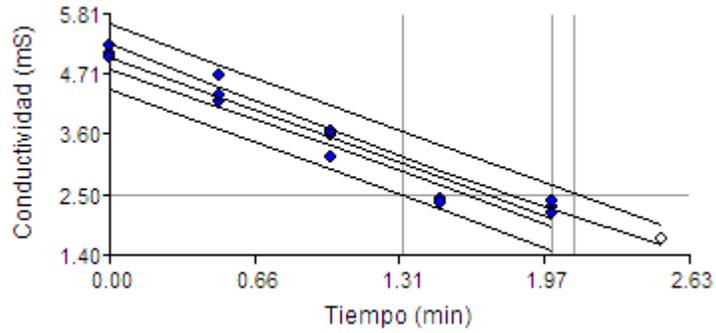
Fuente: elaboración propia.

Figura 96. **Turbidez coloidal del tanque de agua en EDA**



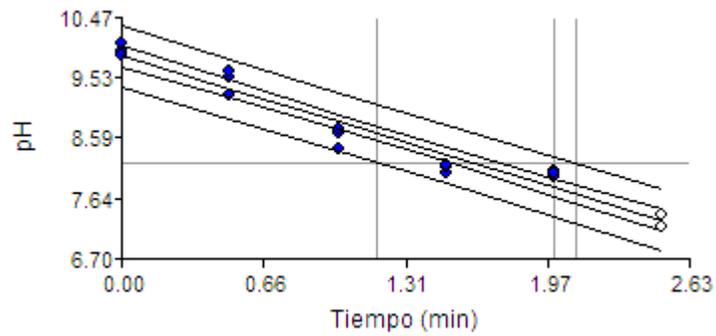
Fuente: elaboración propia.

Figura 97. **Conductividad del tanque de azúcar en EDS**



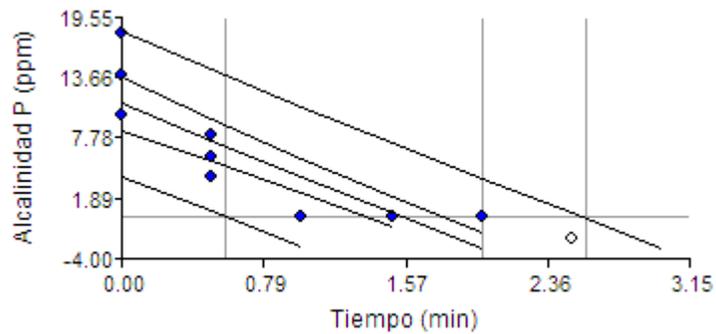
Fuente: elaboración propia.

Figura 98. **pH del tanque de azúcar en EDS**



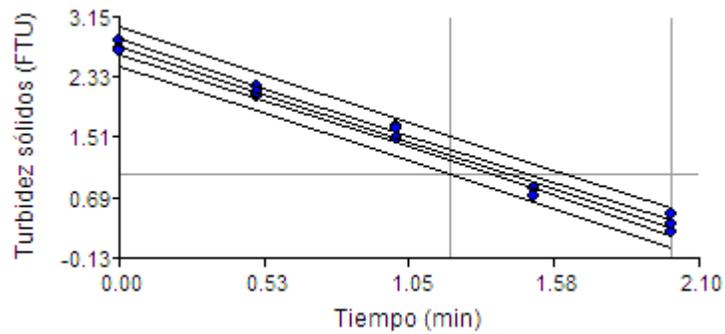
Fuente: elaboración propia.

Figura 99. **Alcalinidad P del tanque de azúcar en EDS**



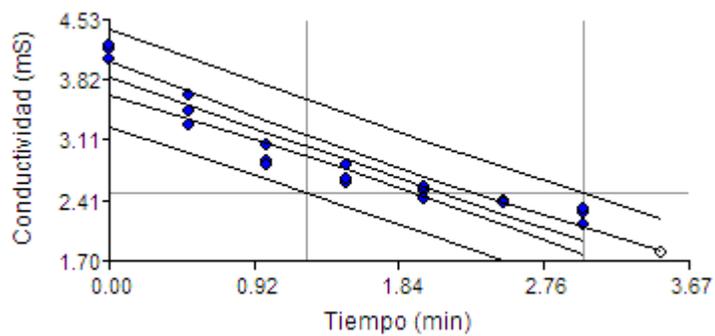
Fuente: elaboración propia.

Figura 100. **Turbidez de sólidos del tanque de azúcar en EDS**



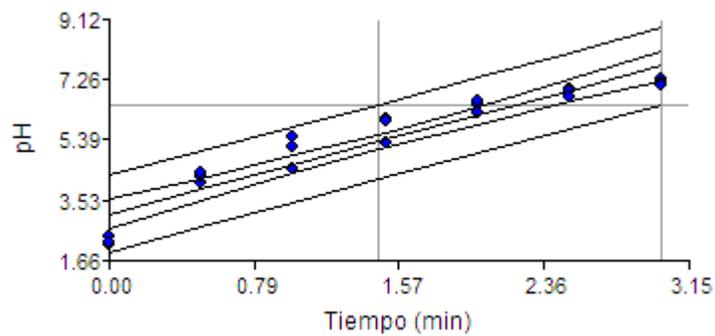
Fuente: elaboración propia.

Figura 101. **Conductividad del tanque de azúcar en EDA**



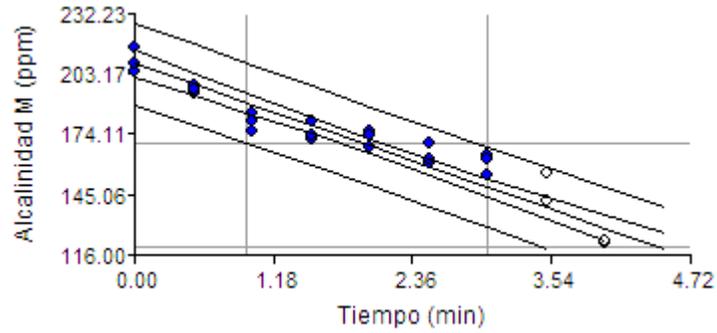
Fuente: elaboración propia.

Figura 102. **pH del tanque de azúcar en EDA**



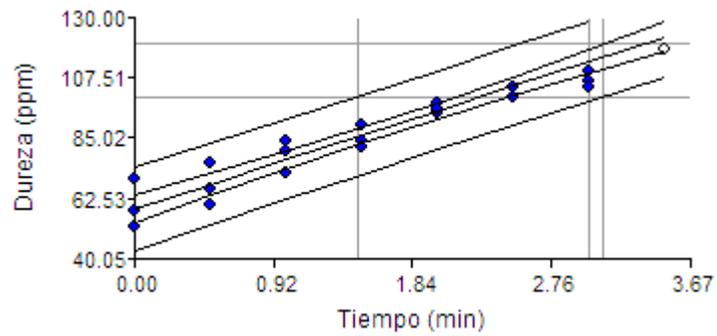
Fuente: elaboración propia.

Figura 103. **Alcalinidad M del tanque de azúcar en EDA**



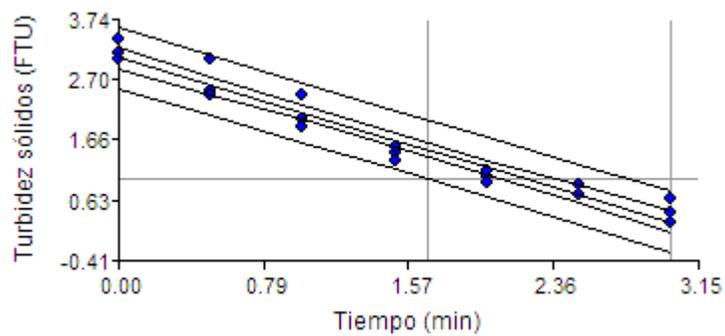
Fuente: elaboración propia.

Figura 104. **Dureza del tanque de azúcar en EDA**



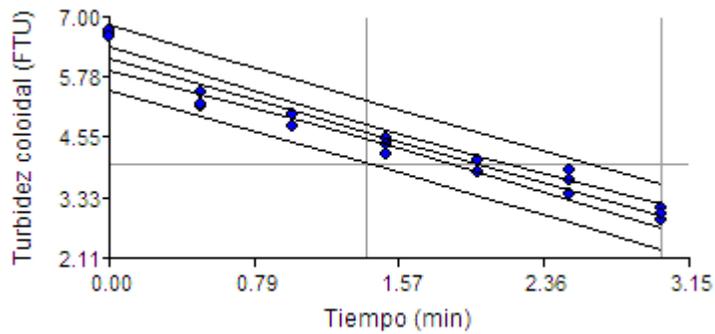
Fuente: elaboración propia.

Figura 105. **Turbidez de sólidos del tanque de azúcar en EDA**



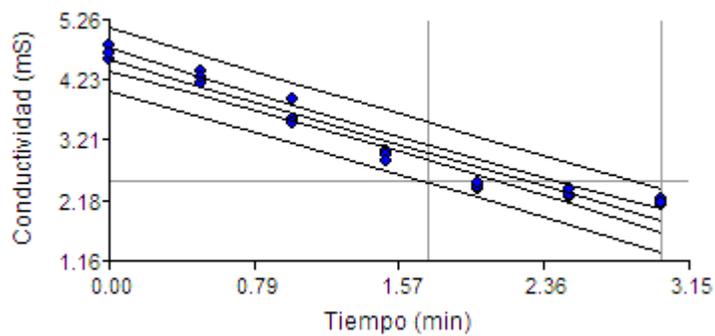
Fuente: elaboración propia.

Figura 106. **Turbidez coloidal del tanque de azúcar en EDA**



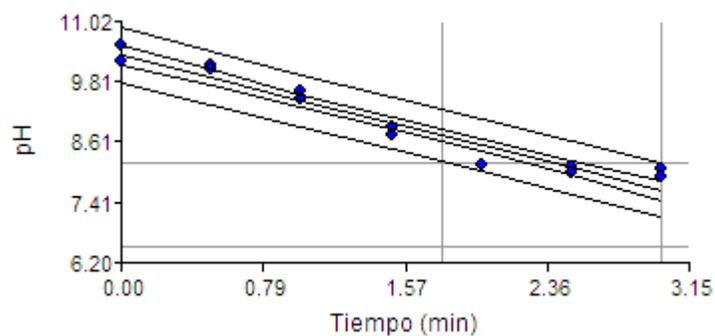
Fuente: elaboración propia.

Figura 107. **Conductividad de la tubería de azúcar en EDS**



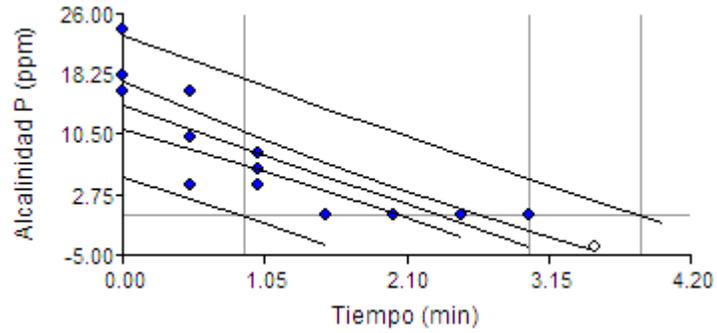
Fuente: elaboración propia.

Figura 108. **pH de la tubería de azúcar en EDS**



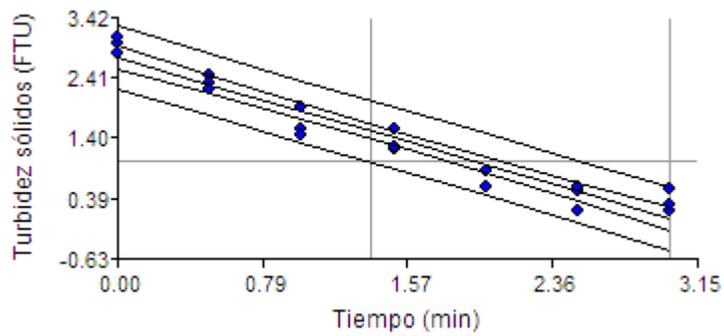
Fuente: elaboración propia.

Figura 109. **Alcalinidad P de la tubería de azúcar en EDS**



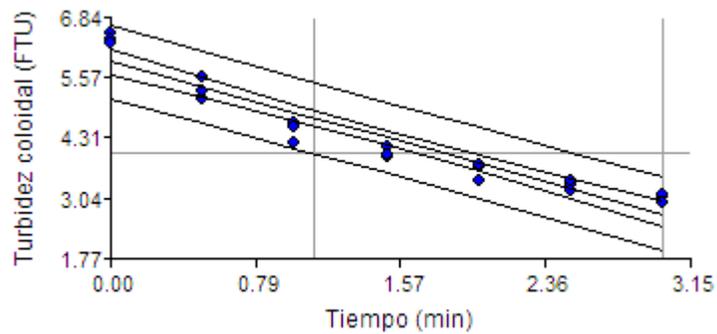
Fuente: elaboración propia.

Figura 110. **Turbidez de sólidos de tubería de azúcar en EDS**



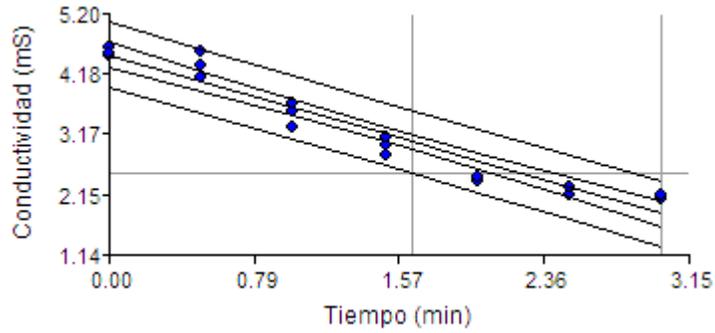
Fuente: elaboración propia.

Figura 111. **Turbidez coloidal de la tubería de azúcar en EDS**



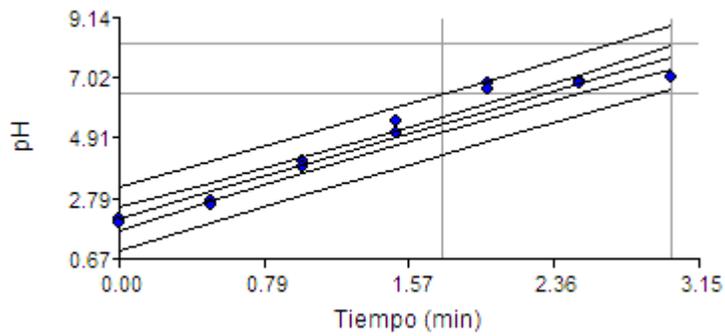
Fuente: elaboración propia.

Figura 112. **Conductividad de la tubería de azúcar en EDA**



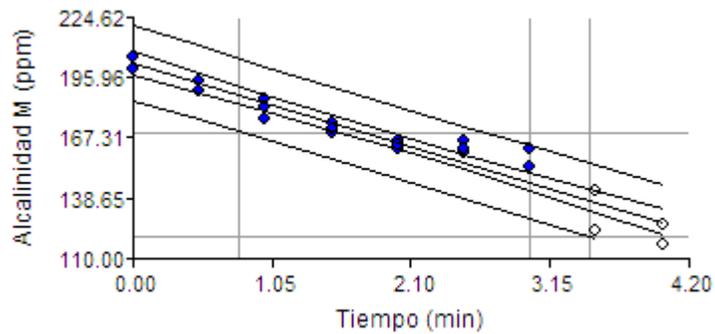
Fuente: elaboración propia.

Figura 113. **pH de la tubería de azúcar en EDA**



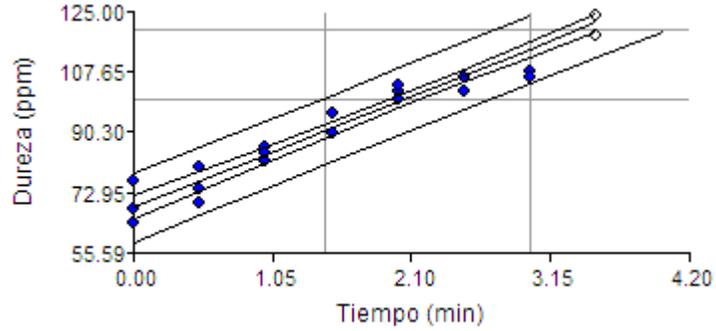
Fuente: elaboración propia.

Figura 114. **Alcalinidad M de la tubería de azúcar en EDA**



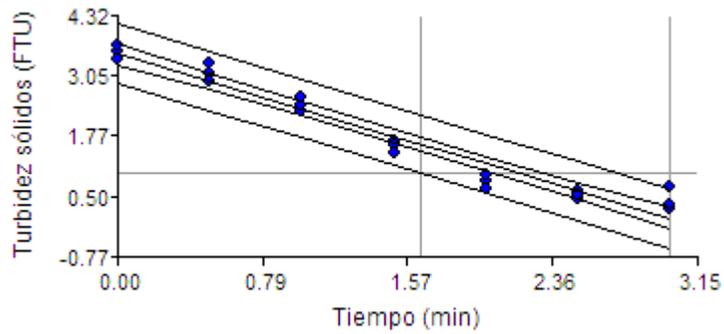
Fuente: elaboración propia.

Figura 115. Dureza de la tubería de azúcar en EDA



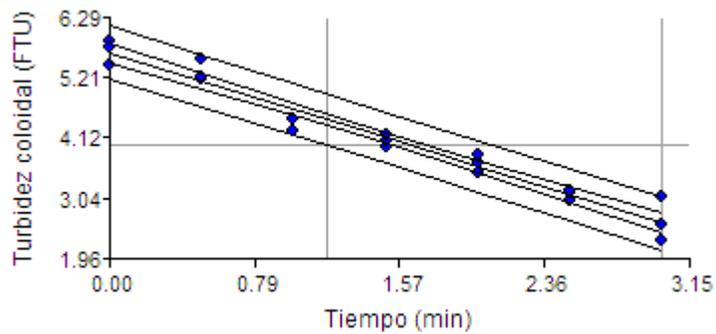
Fuente: elaboración propia.

Figura 116. Turbidez de sólidos de tubería de azúcar en EDA



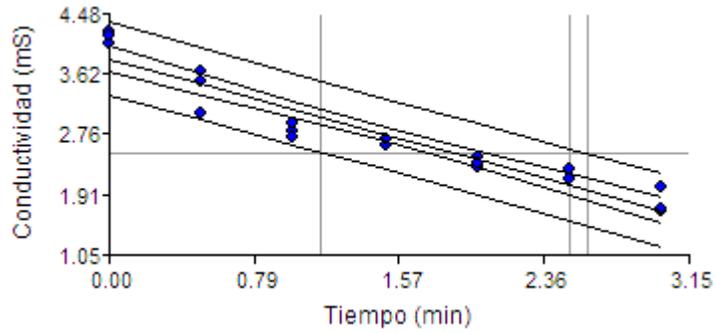
Fuente: elaboración propia.

Figura 117. Turbidez coloidal de la tubería de azúcar en EDA



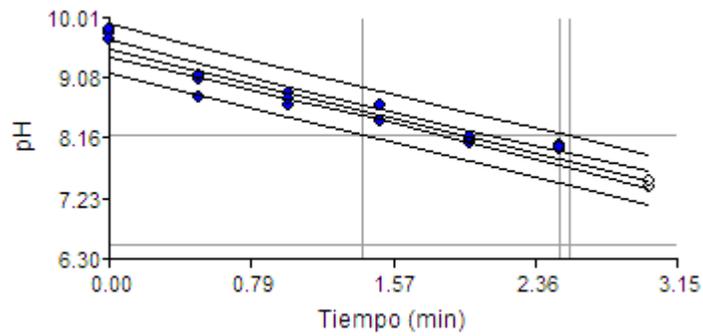
Fuente: elaboración propia.

Figura 118. **Conductividad del tanque turbio en EDS**



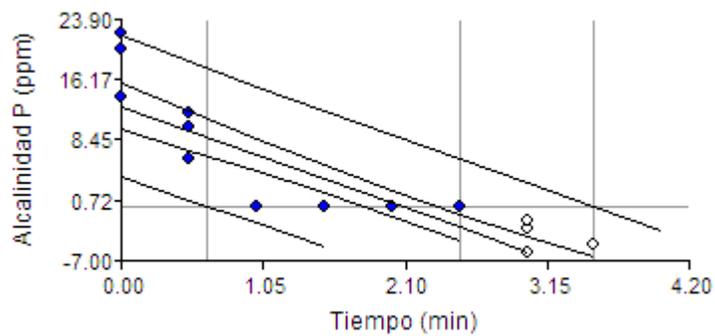
Fuente: elaboración propia.

Figura 119. **pH del tanque turbio en EDS**



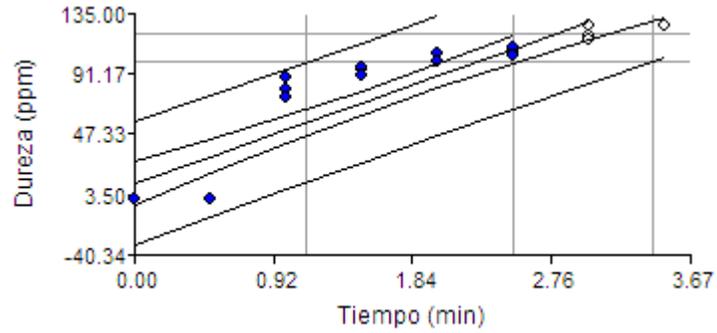
Fuente: elaboración propia.

Figura 120. **Alcalinidad P del tanque turbio en EDS**



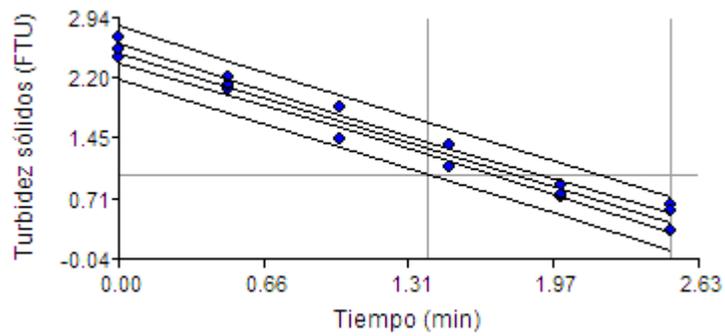
Fuente: elaboración propia.

Figura 121. Dureza del tanque turbio en EDS



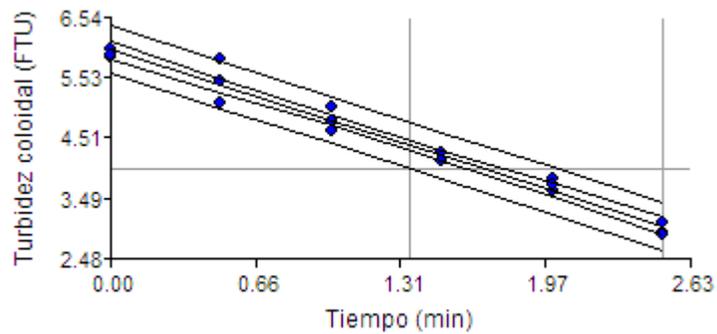
Fuente: elaboración propia.

Figura 122. Turbidez de sólidos del tanque turbio en EDS



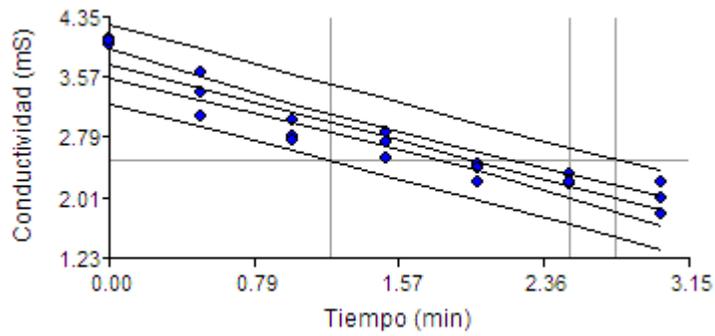
Fuente: elaboración propia.

Figura 123. Turbidez coloidal del tanque turbio en EDS



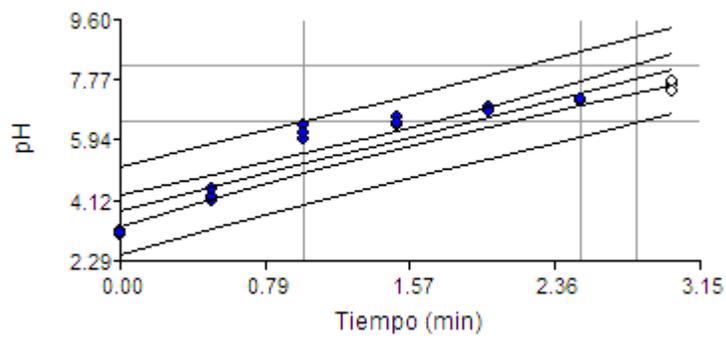
Fuente: elaboración propia.

Figura 124. **Conductividad del tanque turbio en EDA**



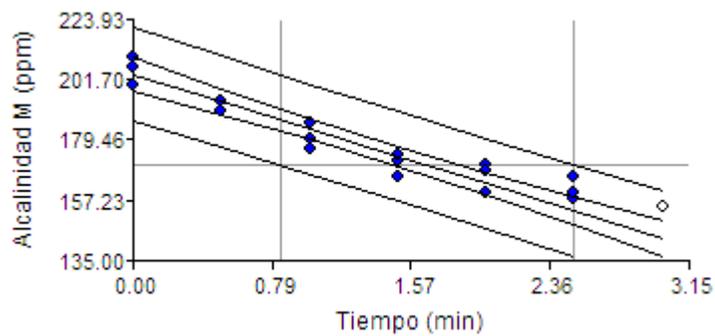
Fuente: elaboración propia.

Figura 125. **pH del tanque turbio en EDA**



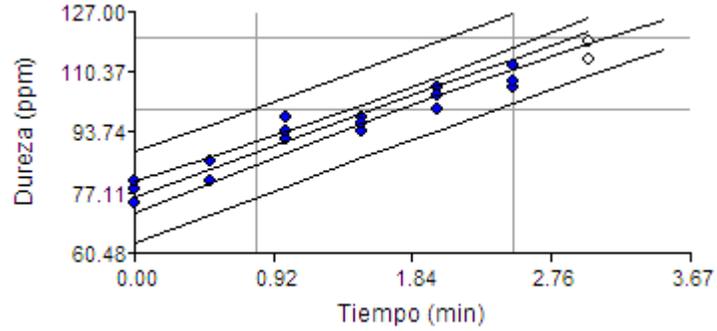
Fuente: elaboración propia.

Figura 126. **Alcalinidad M del tanque turbio en EDA**



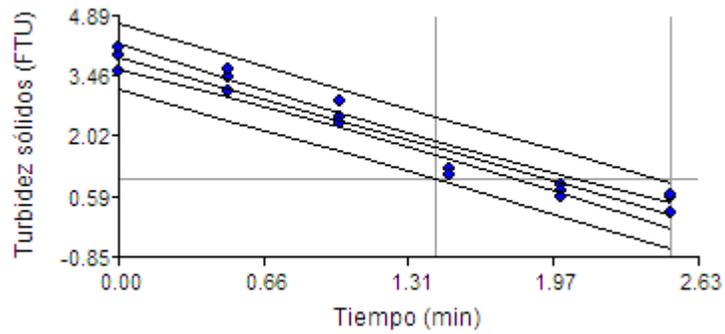
Fuente: elaboración propia.

Figura 127. Dureza del tanque turbio en EDA



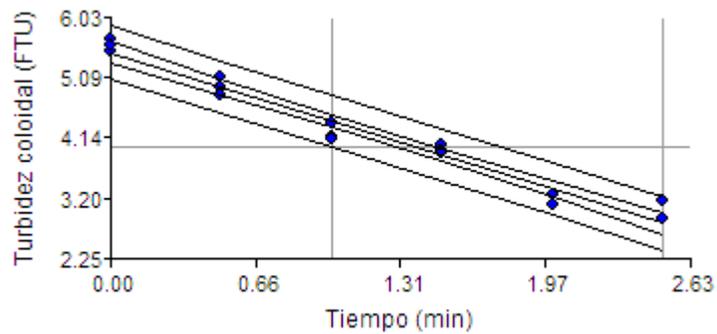
Fuente: elaboración propia.

Figura 128. Turbidez de sólidos del tanque turbio en EDA



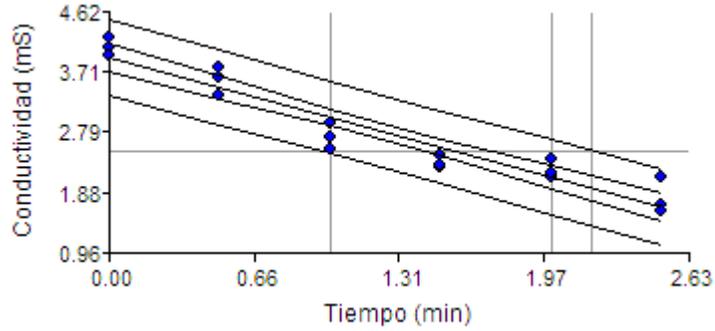
Fuente: elaboración propia.

Figura 129. Turbidez coloidal del tanque turbio en EDA



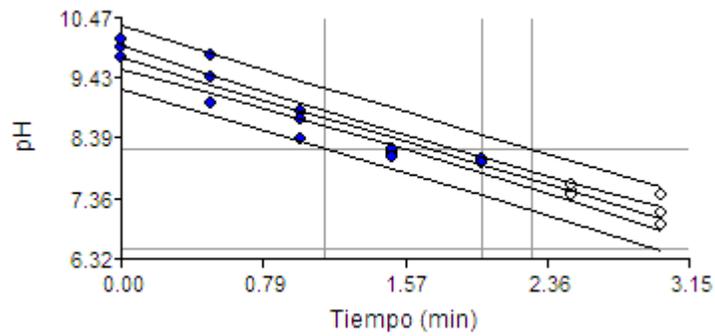
Fuente: elaboración propia.

Figura 130. **Conductividad del macerador en EDS**



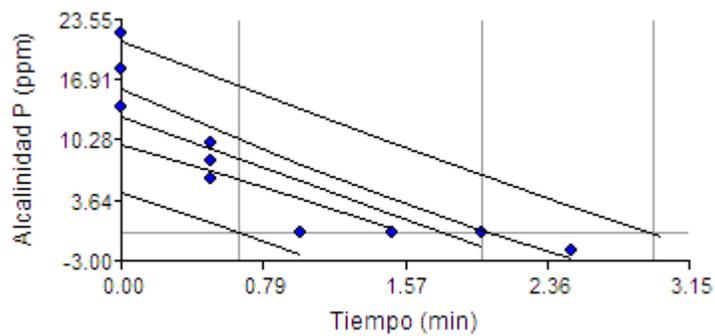
Fuente: elaboración propia.

Figura 131. **pH del macerador en EDS**



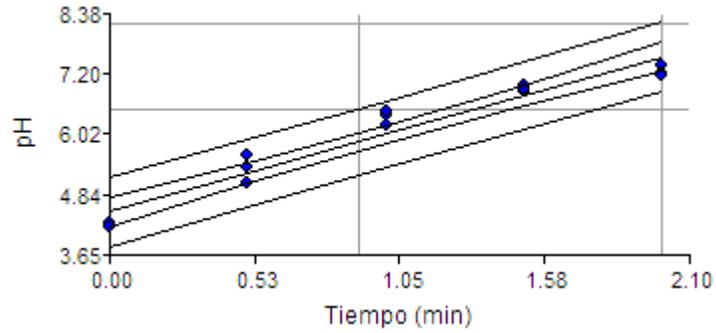
Fuente: elaboración propia.

Figura 132. **Alcalinidad P del macerador en EDS**



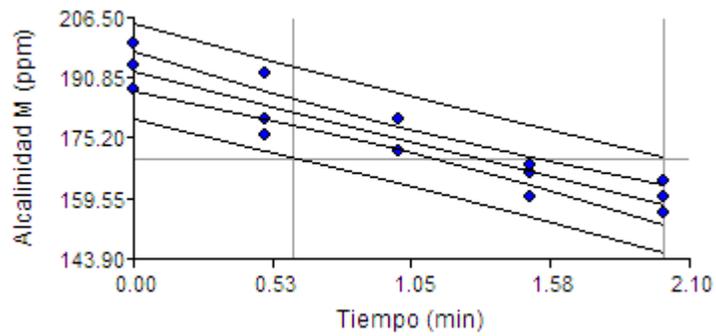
Fuente: elaboración propia.

Figura 133. **pH del macerador en EDA**



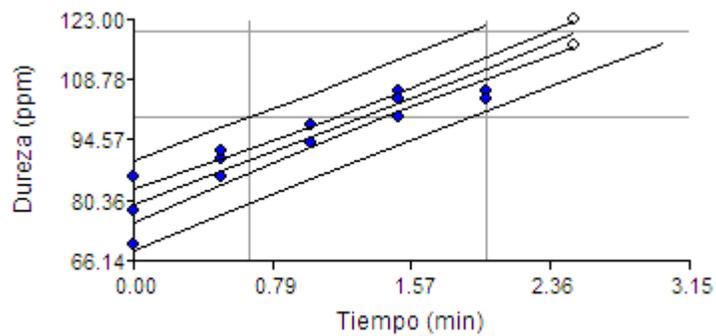
Fuente: elaboración propia.

Figura 134. **Alcalinidad M del macerador en EDA**



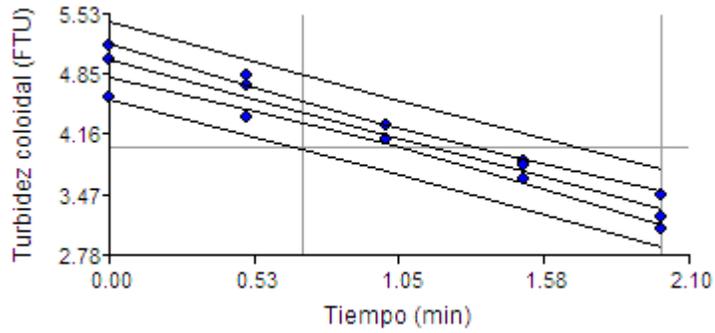
Fuente: elaboración propia.

Figura 135. **Dureza del macerador en EDA**



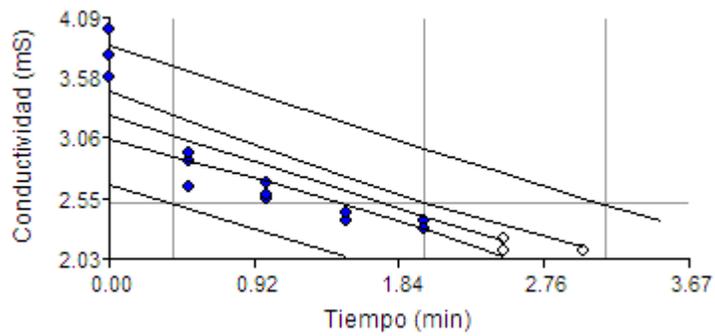
Fuente: elaboración propia.

Figura 136. **Turbidez coloidal del macerador en EDA**



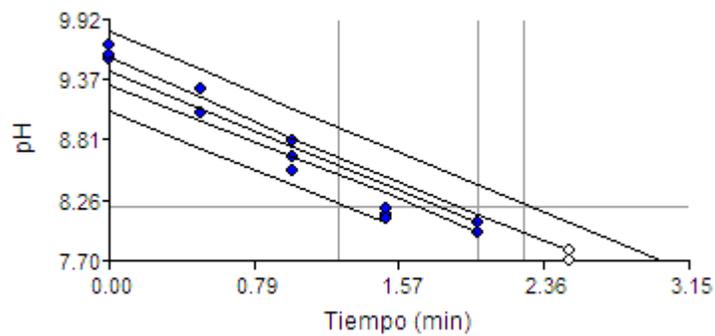
Fuente: elaboración propia.

Figura 137. **Conductividad de adjuntos en EDS**



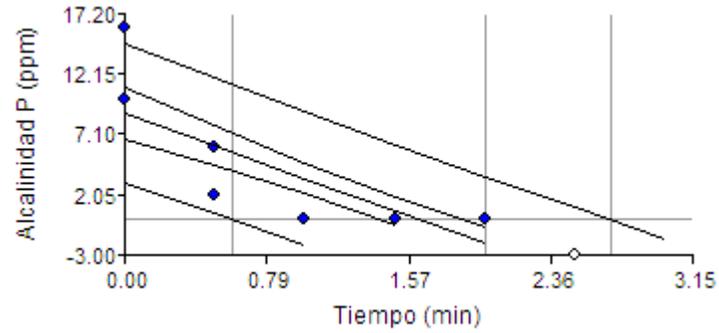
Fuente: elaboración propia.

Figura 138. **pH de adjuntos en EDS**



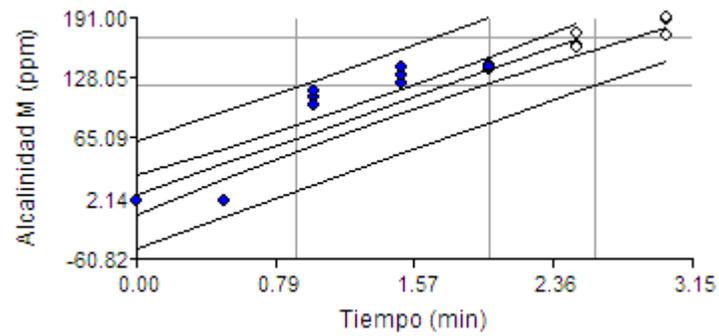
Fuente: elaboración propia.

Figura 139. **Alcalinidad P de adjuntos en EDS**



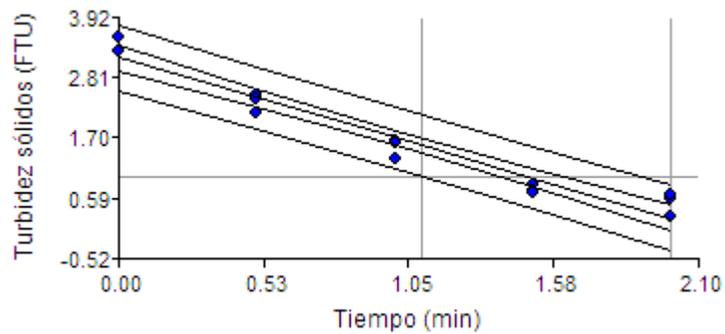
Fuente: elaboración propia.

Figura 140. **Alcalinidad M de adjuntos en EDS**



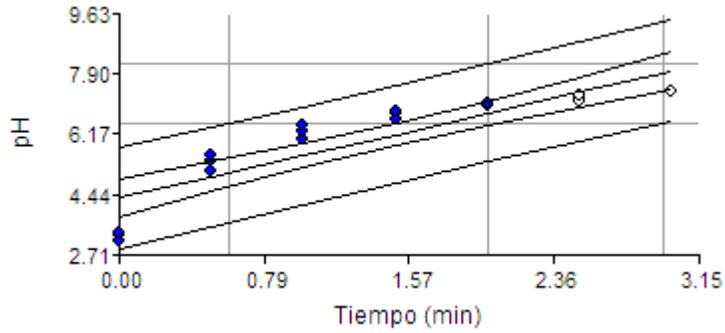
Fuente: elaboración propia.

Figura 141. **Turbidez de sólidos de adjuntos en EDS**



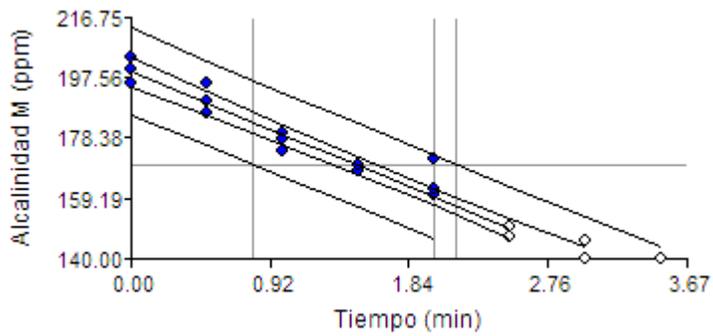
Fuente: elaboración propia.

Figura 142. **pH de adjuntos en EDA**



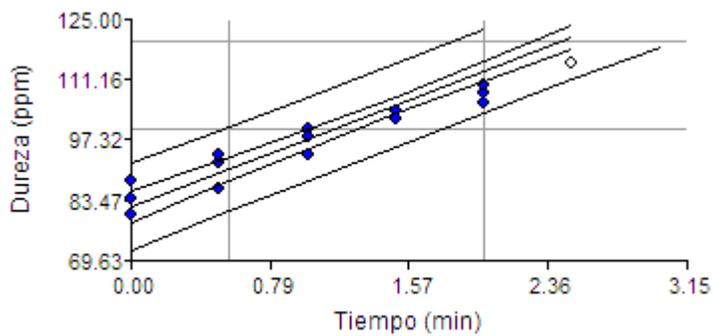
Fuente: elaboración propia.

Figura 143. **Alcalinidad M de adjuntos en EDA**



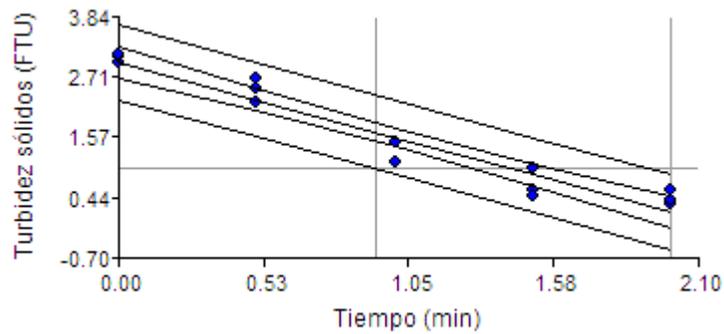
Fuente: elaboración propia.

Figura 144. **Dureza de adjuntos en EDA**



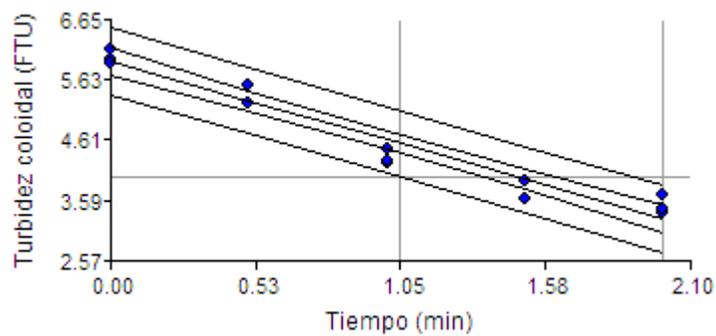
Fuente: elaboración propia.

Figura 145. **Turbidez de sólidos de adjuntos en EDA**



Fuente: elaboración propia.

Figura 146. **Turbidez coloidal de adjuntos en EDA**



Fuente: elaboración propia.

- Fermentaciones:

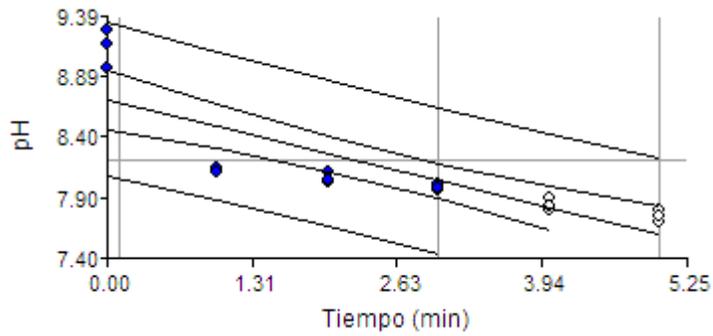
Los *CIP* del área fermentación abarcan los siguientes equipos:

- Corral de tanques de fermentación 1
- Corral de tanques de fermentación 2
- Corral de tanques fermentación 3
- Tubería de cerveza
- Tubería de mosto

- Contenedor de levadura
- Tubería de levadura
- Distribuidor de levadura
- Depósito de levadura

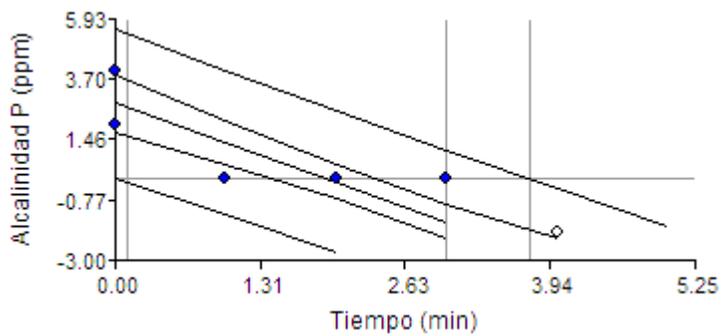
Los resultados de la caracterización de las distintas propiedades fisicoquímicas evaluadas se presentan a continuación:

Figura 147. **pH de la tubería de cerveza en EDS**



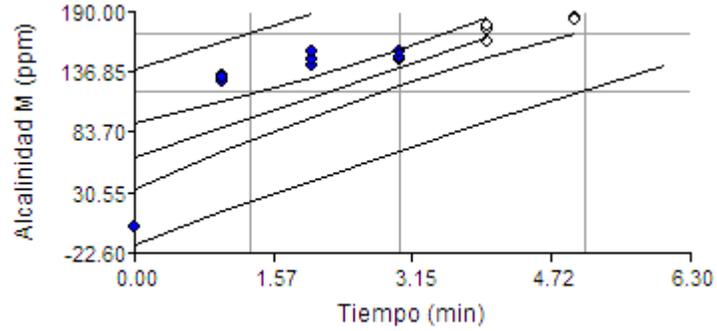
Fuente: elaboración propia.

Figura 148. **Alcalinidad P de la tubería de cerveza en EDS**



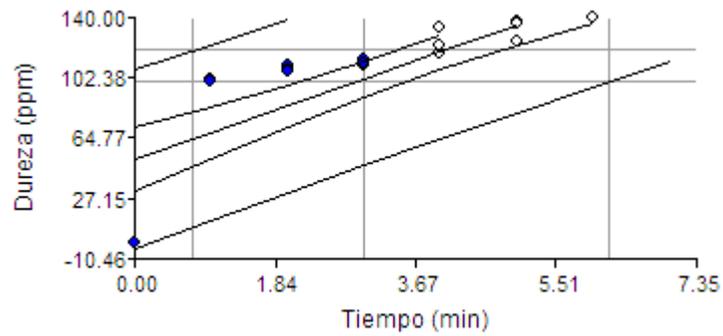
Fuente: elaboración propia.

Figura 149. **Alcalinidad M de la tubería de cerveza en EDS**



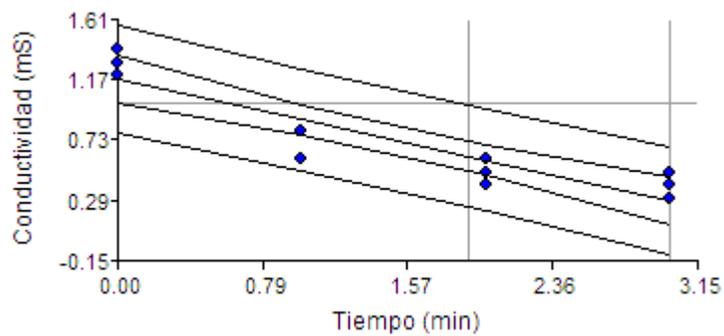
Fuente: elaboración propia.

Figura 150. **Dureza de la tubería de cerveza en EDS**



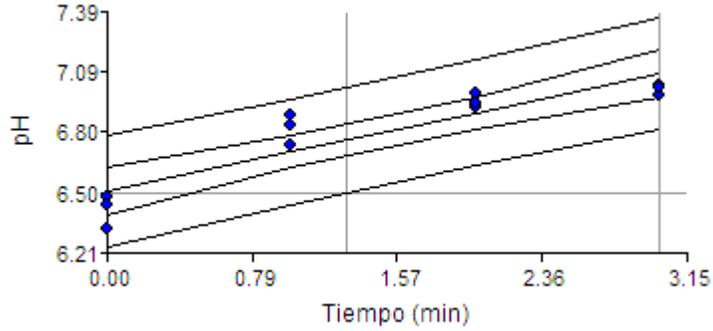
Fuente: elaboración propia.

Figura 151. **Conductividad de la tubería de cerveza en EDA**



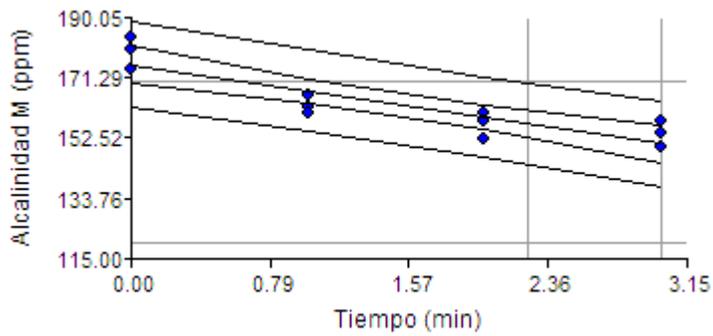
Fuente: elaboración propia.

Figura 152. **pH de la tubería de cerveza en EDA**



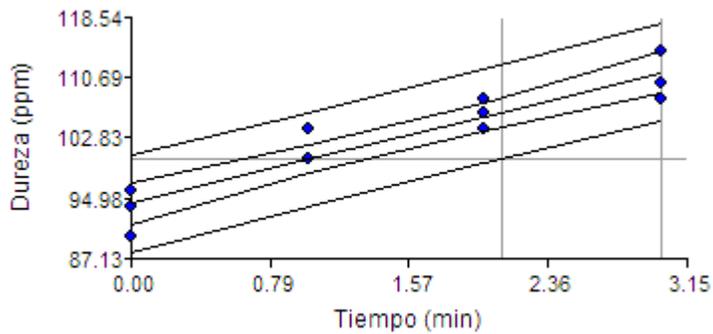
Fuente: elaboración propia.

Figura 153. **Alcalinidad M de la tubería de cerveza en EDA**



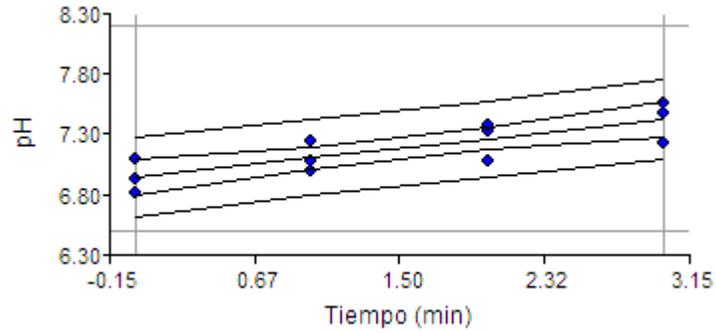
Fuente: elaboración propia.

Figura 154. **Dureza de la tubería de cerveza en EDA**



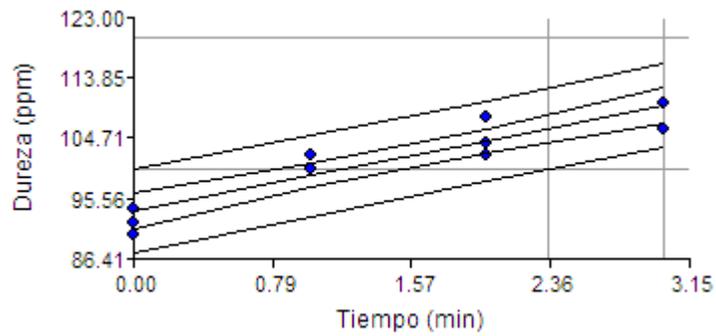
Fuente: elaboración propia.

Figura 155. **pH de la tubería de cerveza en EDD**



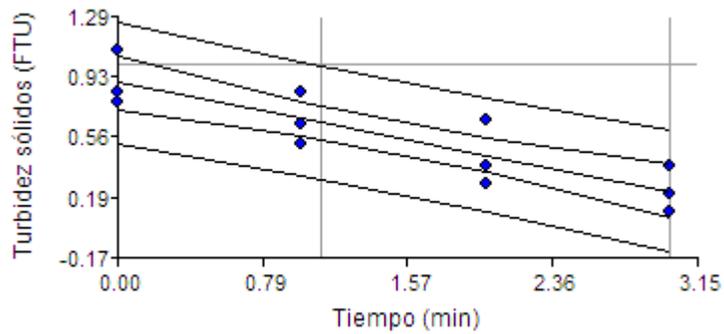
Fuente: elaboración propia.

Figura 156. **Dureza de la tubería de cerveza en EDD**



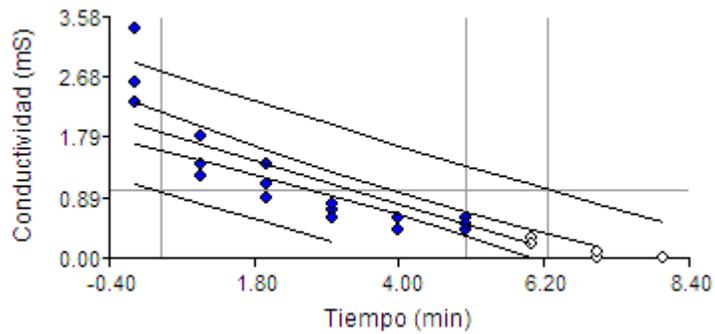
Fuente: elaboración propia.

Figura 157. **Turbidez de sólidos de tubería de cerveza en EDD**



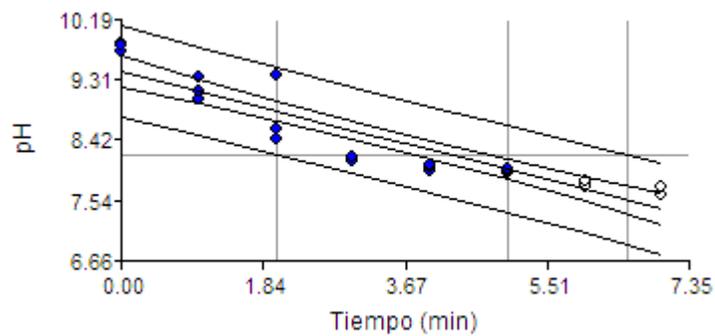
Fuente: elaboración propia.

Figura 158. **Conductividad de la tubería de mosto en EDS**



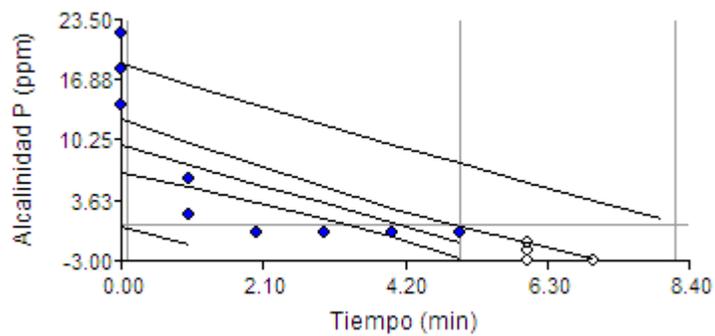
Fuente: elaboración propia.

Figura 159. **pH de la tubería mosto en EDS**



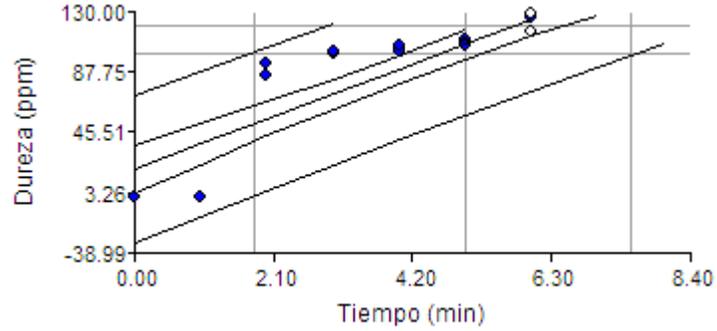
Fuente: elaboración propia.

Figura 160. **Alcalinidad P de la tubería de mosto en EDS**



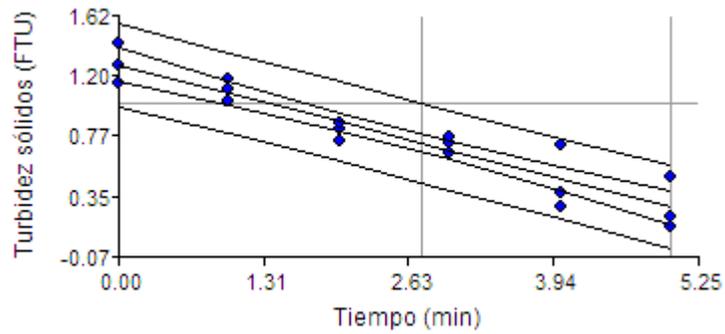
Fuente: elaboración propia.

Figura 161. **Dureza de la tubería de mosto en EDS**



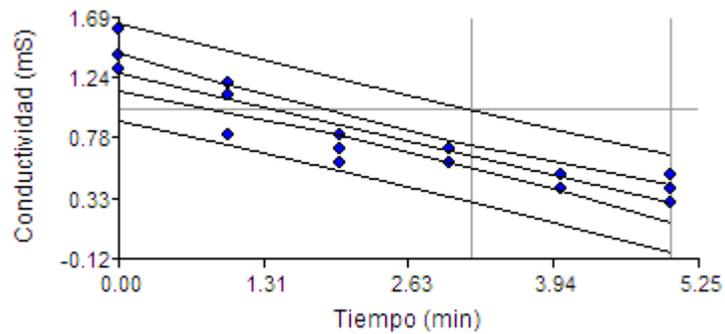
Fuente: elaboración propia.

Figura 162. **Turbidez de sólidos de tubería de mosto en EDS**



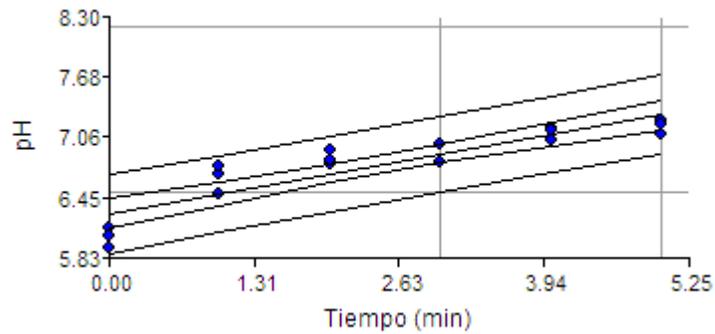
Fuente: elaboración propia.

Figura 163. **Conductividad de la tubería de mosto en EDA**



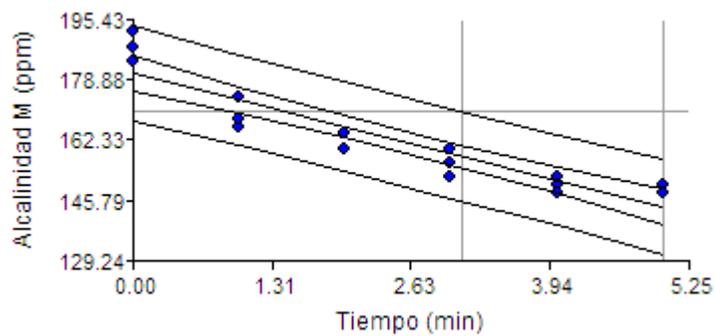
Fuente: elaboración propia.

Figura 164. **pH de la tubería de mosto en EDA**



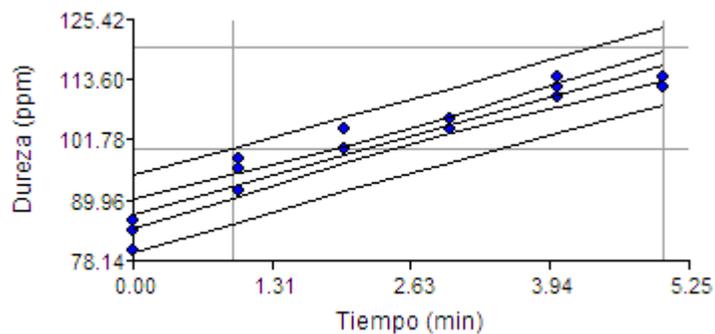
Fuente: elaboración propia.

Figura 165. **Alcalinidad M de la tubería de mosto en EDA**



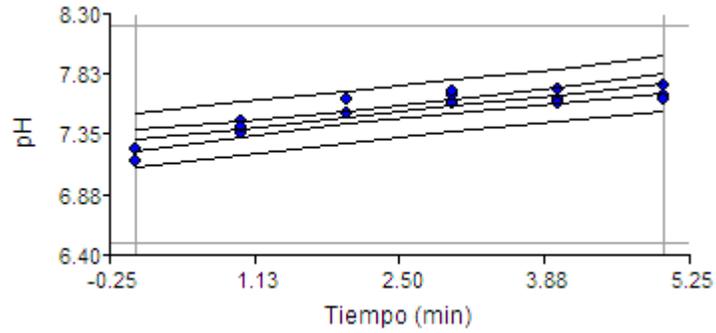
Fuente: elaboración propia.

Figura 166. **Dureza de la tubería de mosto en EDA**



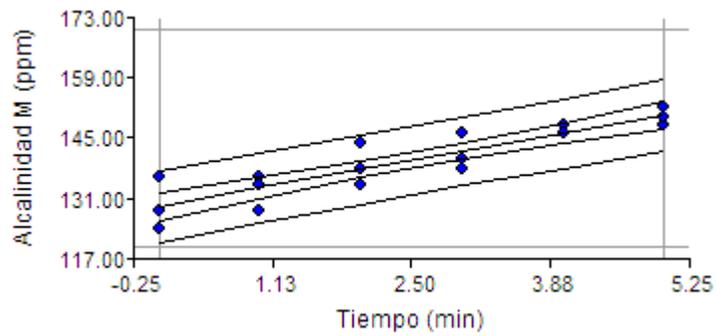
Fuente: elaboración propia.

Figura 167. **pH de la tubería de mosto en EDD**



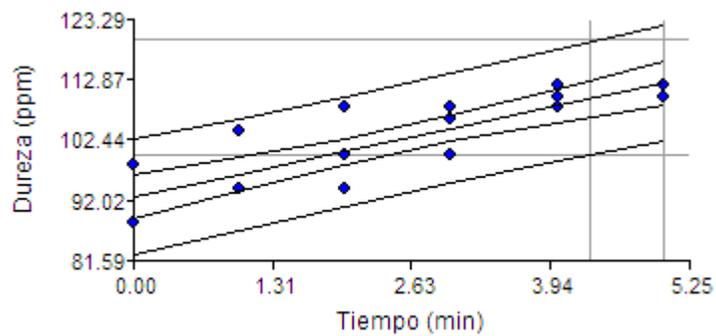
Fuente: elaboración propia.

Figura 168. **Alcalinidad M de la tubería de mosto en EDD**



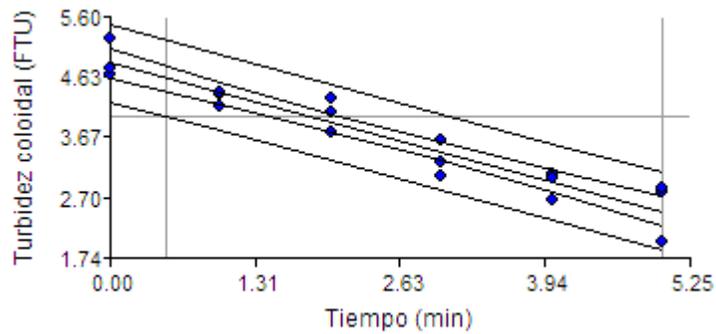
Fuente: elaboración propia.

Figura 169. **Dureza de la tubería de mosto en EDD**



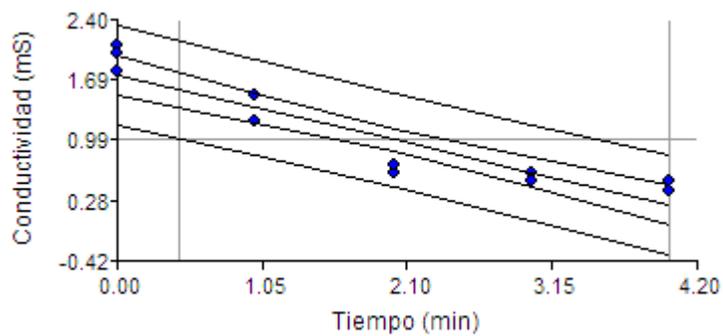
Fuente: elaboración propia.

Figura 170. **Turbidez coloidal de la tubería de mosto en EDD**



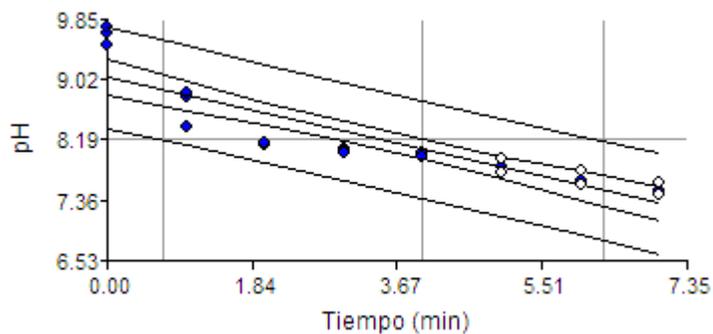
Fuente: elaboración propia.

Figura 171. **Conductividad de la tubería de levadura en EDS**



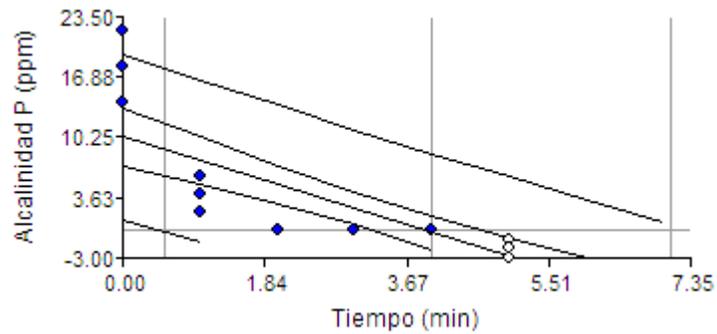
Fuente: elaboración propia.

Figura 172. **pH de la tubería de levadura en EDS**



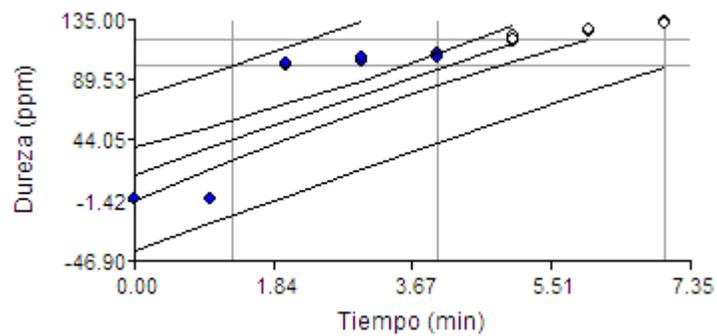
Fuente: elaboración propia.

Figura 173. **Alcalinidad P de la tubería de levadura en EDS**



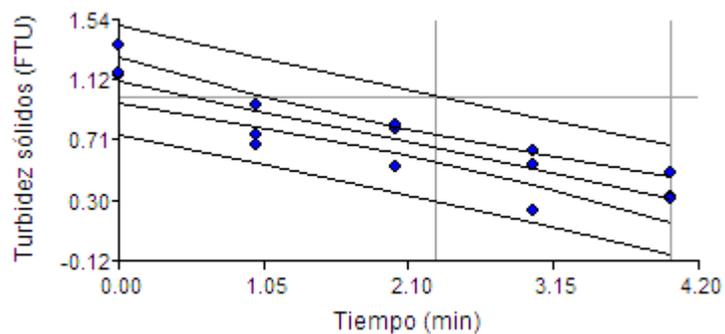
Fuente: elaboración propia.

Figura 174. **Dureza de la tubería de levadura en EDS**



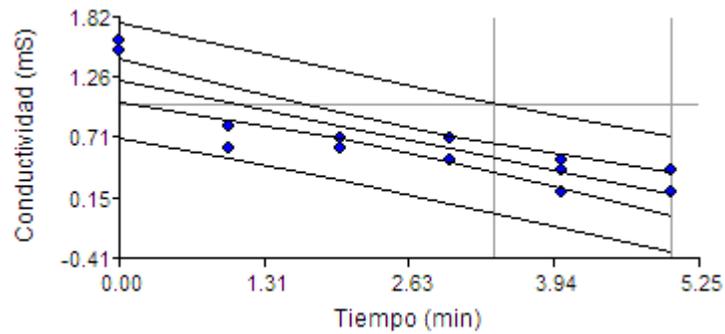
Fuente: elaboración propia.

Figura 175. **Turbidez de sólidos de tubería de levadura en EDS**



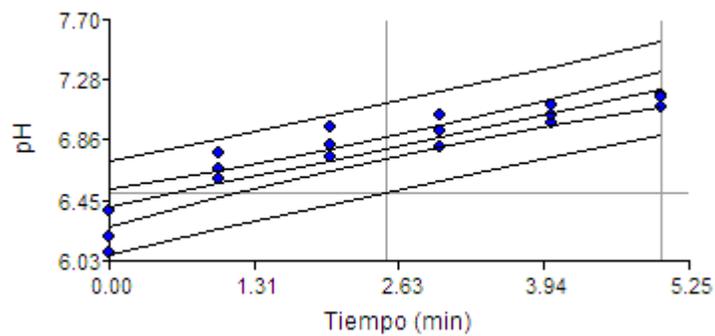
Fuente: elaboración propia.

Figura 176. **Conductividad de la tubería de levadura en EDA**



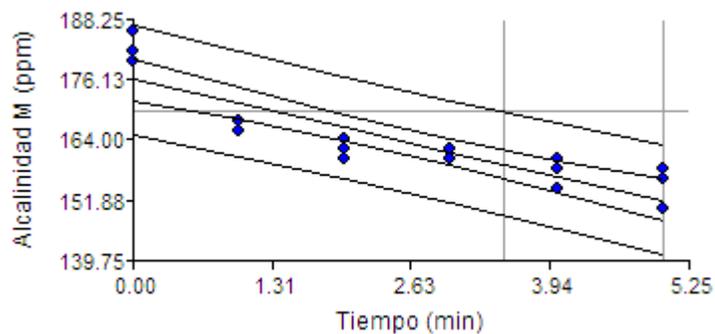
Fuente: elaboración propia.

Figura 177. **pH de la tubería de levadura en EDA**



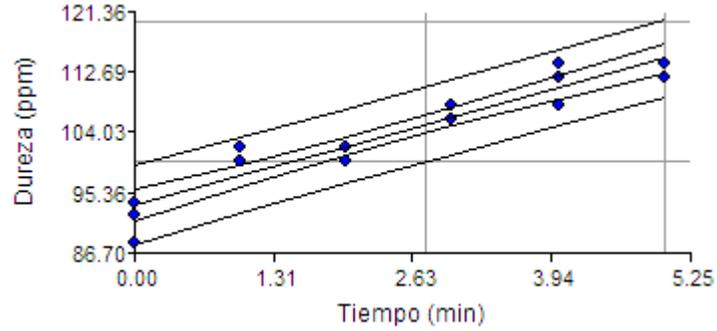
Fuente: elaboración propia.

Figura 178. **Alcalinidad M de la tubería de levadura en EDA**



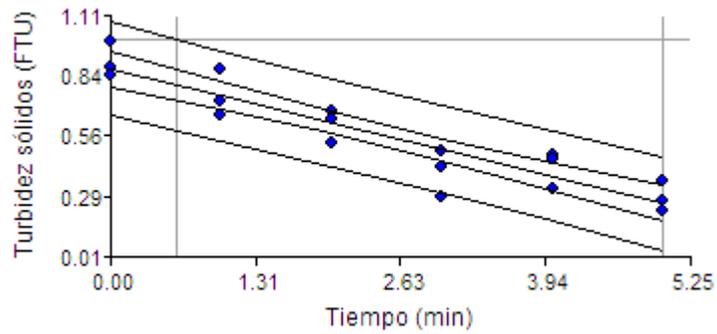
Fuente: elaboración propia.

Figura 179. Dureza de la tubería de levadura en EDA



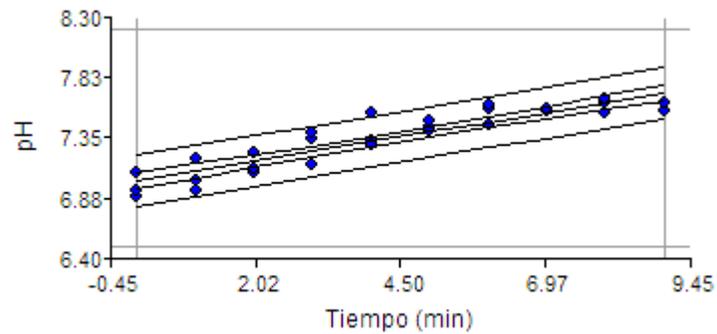
Fuente: elaboración propia.

Figura 180. Turbidez de sólidos de tubería de levadura en EDA



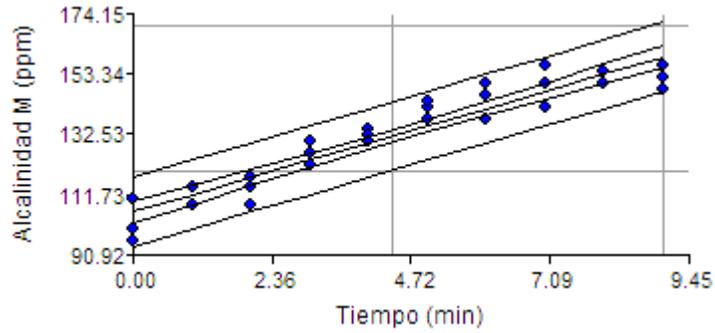
Fuente: elaboración propia.

Figura 181. pH de la tubería de levadura en EDD



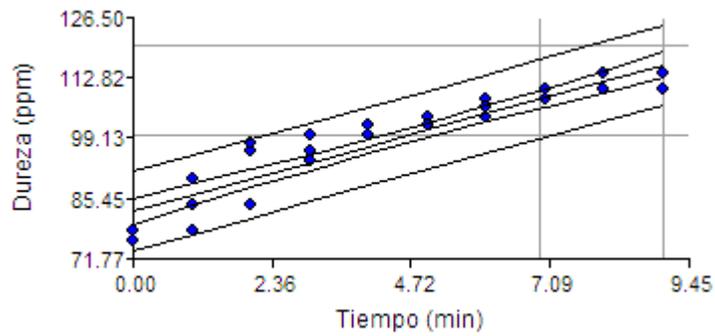
Fuente: elaboración propia.

Figura 182. **Alcalinidad M de la tubería de levadura en EDD**



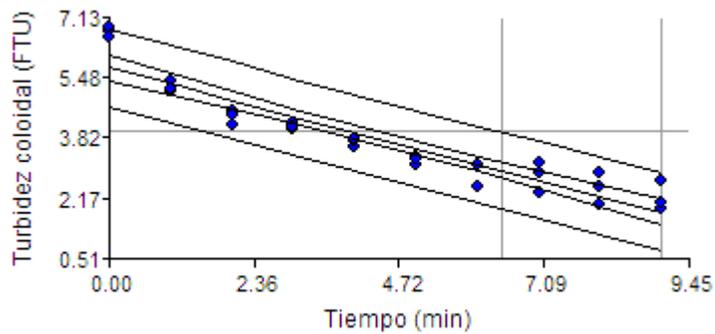
Fuente: elaboración propia.

Figura 183. **Dureza de la tubería de levadura en EDD**



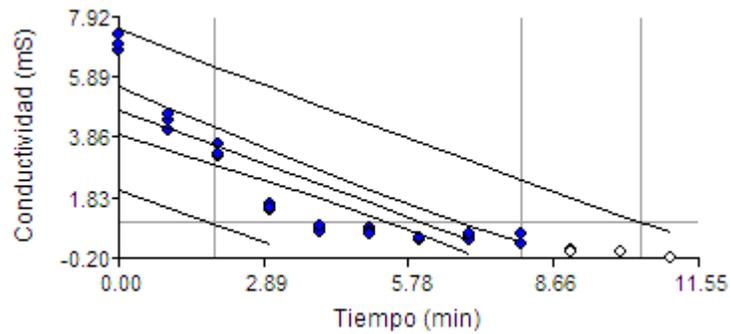
Fuente: elaboración propia.

Figura 184. **Turbidez coloidal de tubería de levadura en EDD**



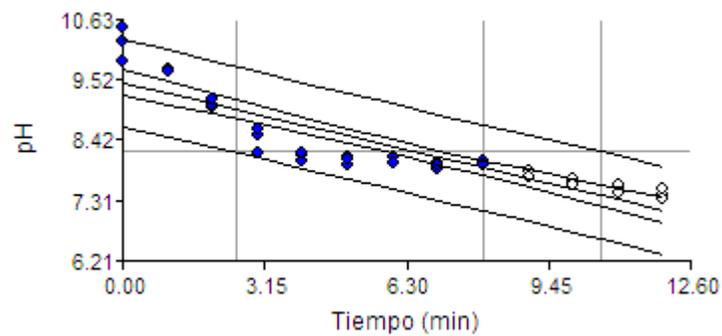
Fuente: elaboración propia.

Figura 185. **Conductividad del contenedor de levadura en EDS**



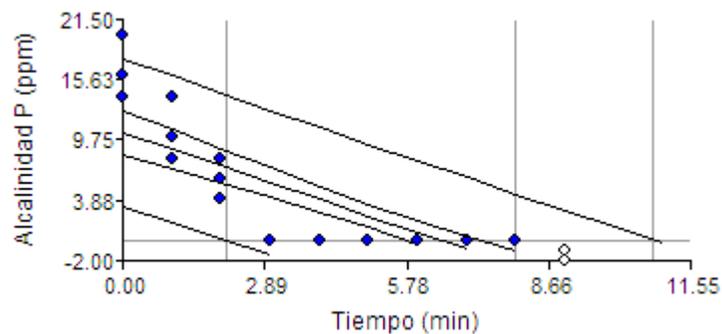
Fuente: elaboración propia.

Figura 186. **pH del contenedor de levadura en EDS**



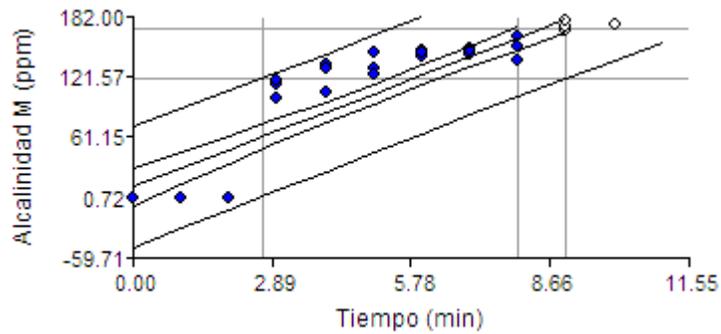
Fuente: elaboración propia.

Figura 187. **Alcalinidad P del contenedor de levadura en EDS**



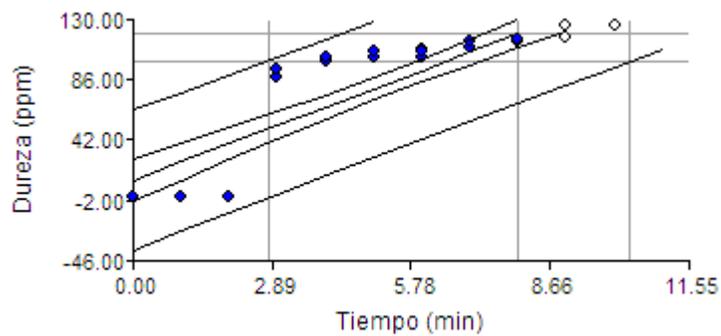
Fuente: elaboración propia.

Figura 188. **Alcalinidad M del contenedor de levadura en EDS**



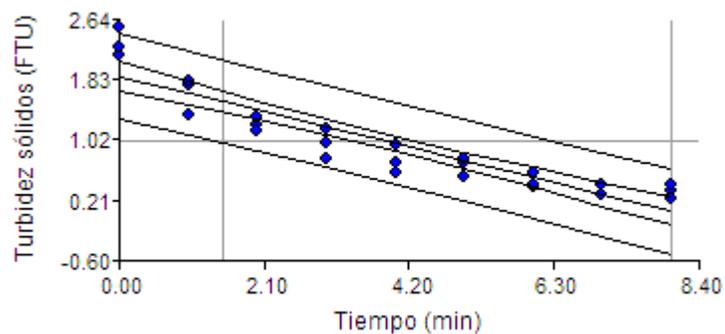
Fuente: elaboración propia.

Figura 189. **Dureza del contenedor de levadura en EDS**



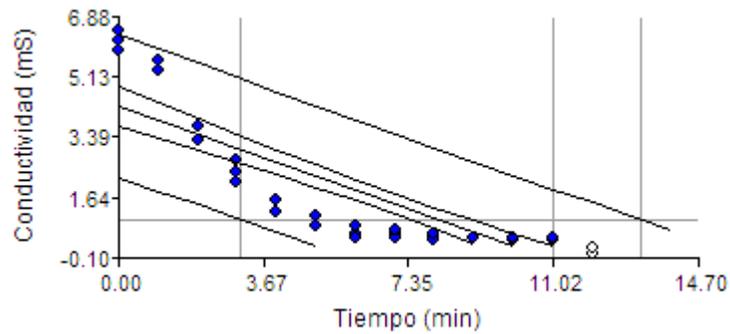
Fuente: elaboración propia.

Figura 190. **Turbidez de sólidos del contenedor de levadura en EDS**



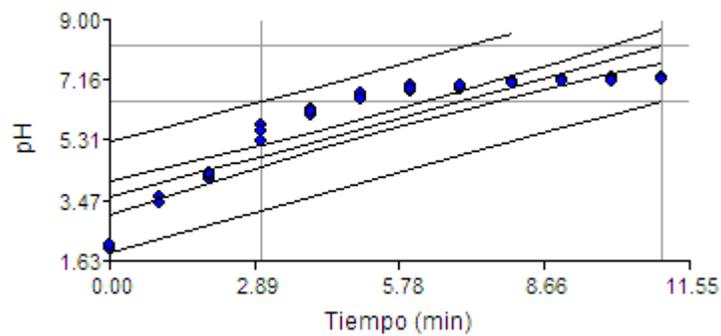
Fuente: elaboración propia.

Figura 191. **Conductividad del contenedor de levadura en EDA**



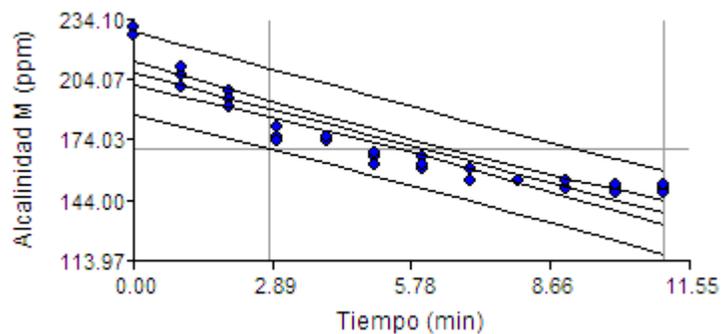
Fuente: elaboración propia.

Figura 192. **pH del contenedor de levadura en EDA**



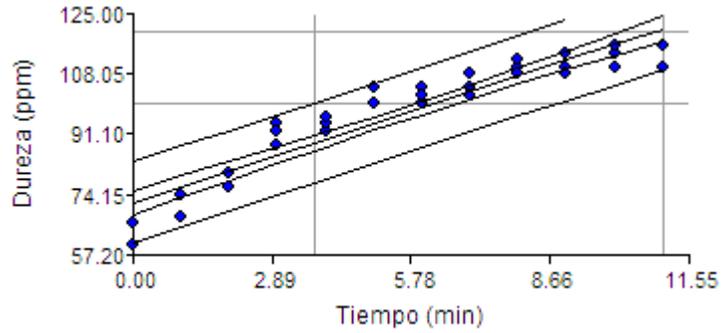
Fuente: elaboración propia.

Figura 193. **Alcalinidad M del contenedor de levadura en EDA**



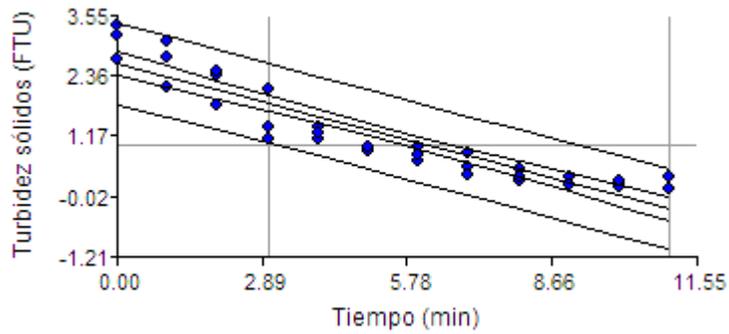
Fuente: elaboración propia.

Figura 194. **Dureza del contenedor de levadura en EDA**



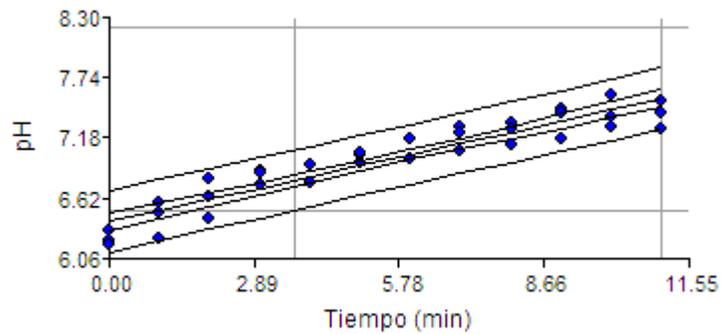
Fuente: elaboración propia.

Figura 195. **Turbidez de sólidos del contenedor de levadura en EDA**



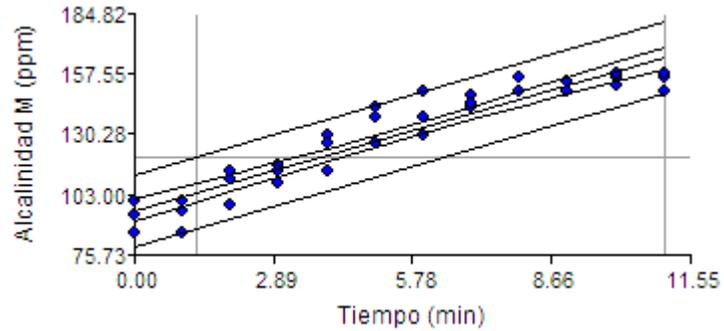
Fuente: elaboración propia.

Figura 196. **pH del contenedor de levadura en EDD**



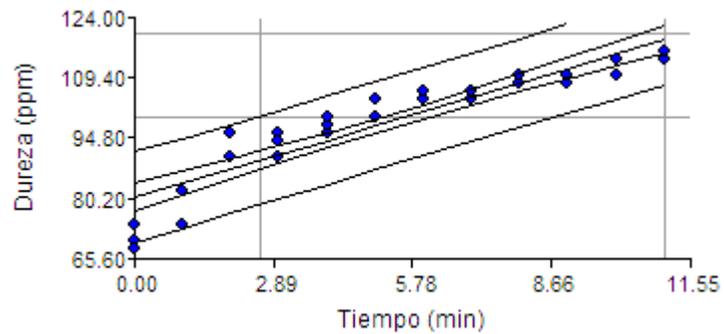
Fuente: elaboración propia.

Figura 197. **Alcalinidad M del contenedor de levadura en EDD**



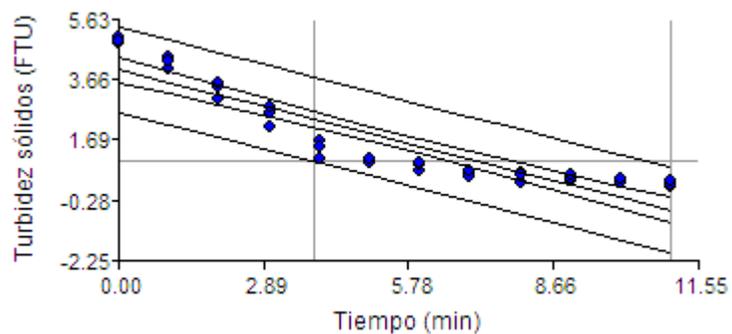
Fuente: elaboración propia.

Figura 198. **Dureza del contenedor de levadura en EDD**



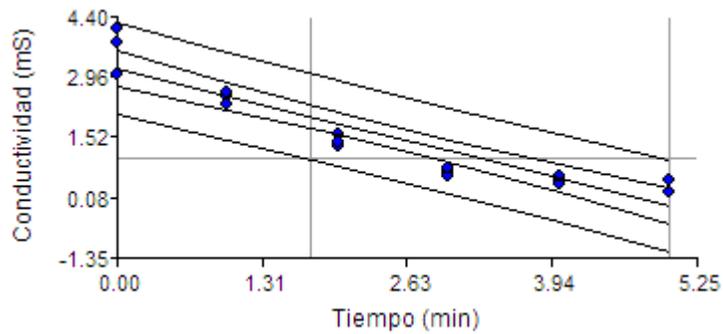
Fuente: elaboración propia.

Figura 199. **Turbidez de sólidos del contenedor de levadura en EDD**



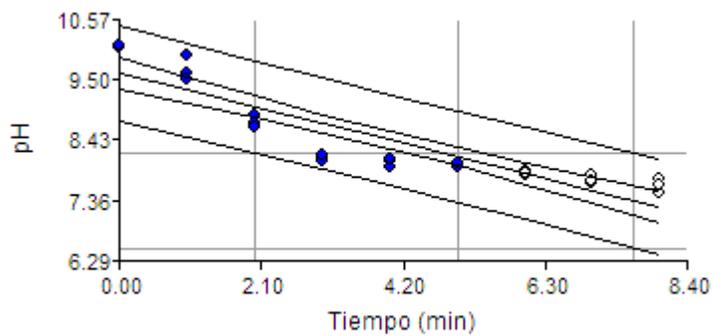
Fuente: elaboración propia.

Figura 200. **Conductividad del distribuidor de levadura en EDS**



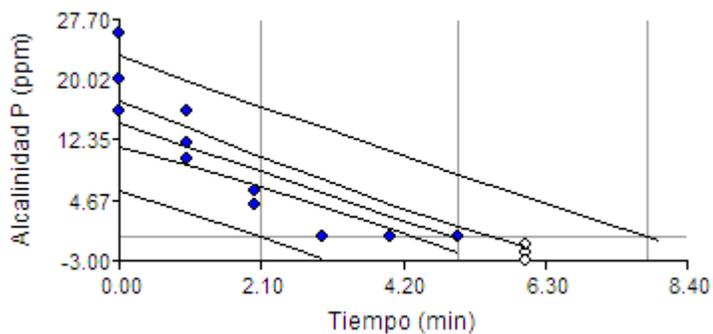
Fuente: elaboración propia.

Figura 201. **pH del distribuidor de levadura en EDS**



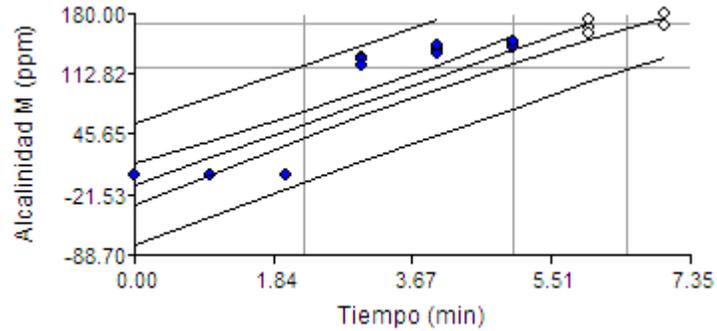
Fuente: elaboración propia.

Figura 202. **Alcalinidad P del distribuidor de levadura en EDS**



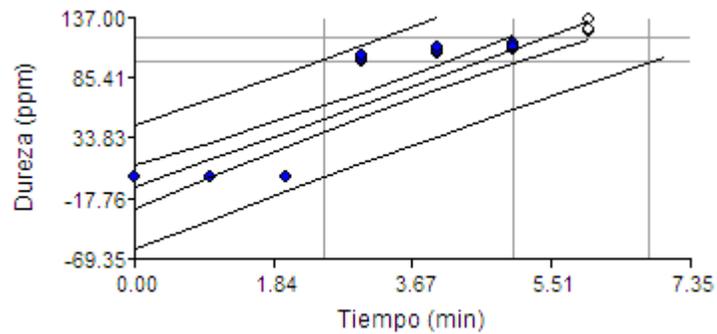
Fuente: elaboración propia.

Figura 203. **Alcalinidad M del distribuidor de levadura en EDS**



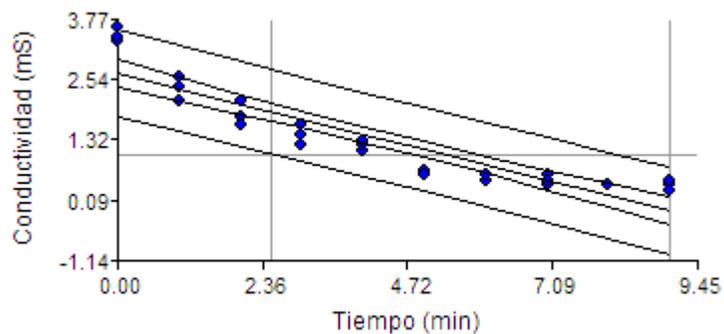
Fuente: elaboración propia.

Figura 204. **Dureza del distribuidor de levadura en EDS**



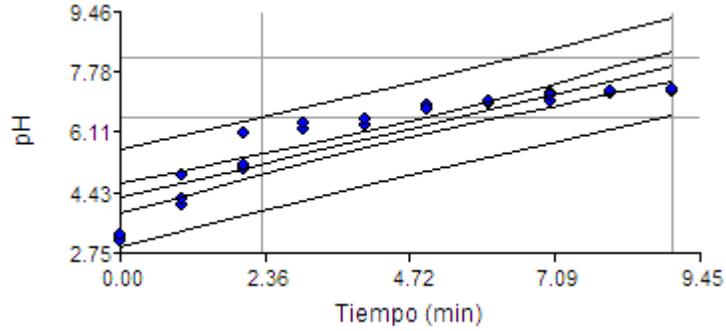
Fuente: elaboración propia.

Figura 205. **Conductividad del distribuidor de levadura en EDA**



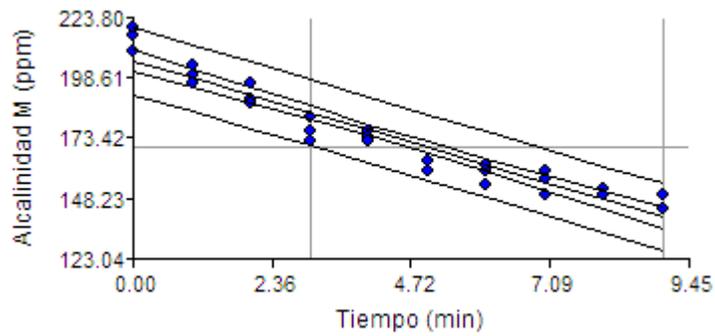
Fuente: elaboración propia.

Figura 206. **pH del distribuidor de levadura en EDA**



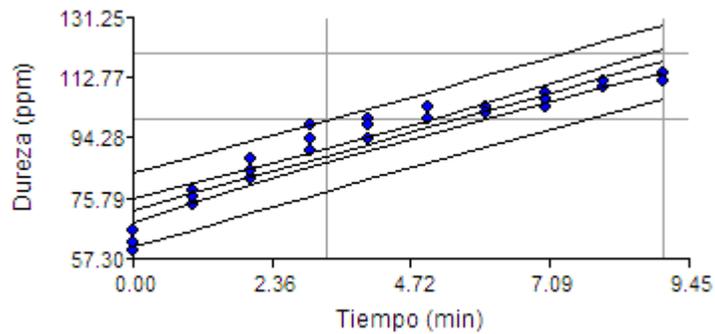
Fuente: elaboración propia.

Figura 207. **Alcalinidad M del distribuidor de levadura en EDA**



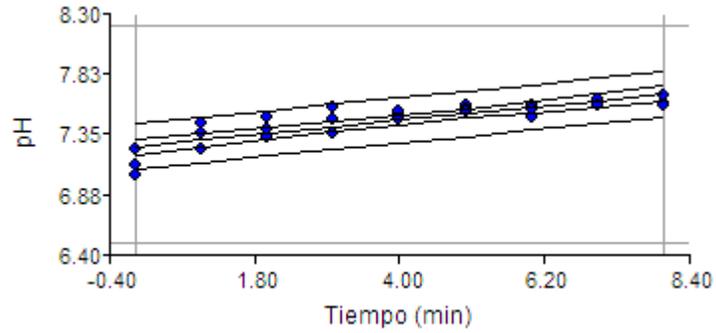
Fuente: elaboración propia.

Figura 208. **Dureza del distribuidor de levadura en EDA**



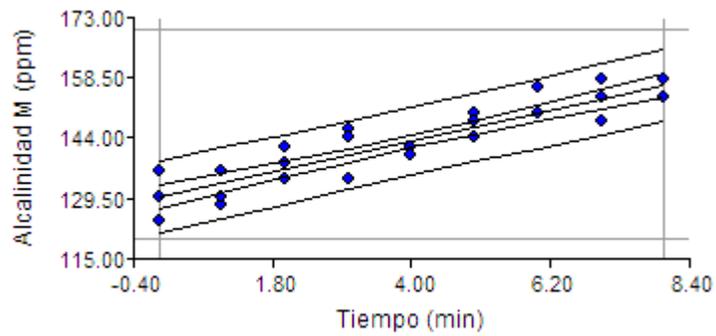
Fuente: elaboración propia.

Figura 209. **pH del distribuidor de levadura en EDD**



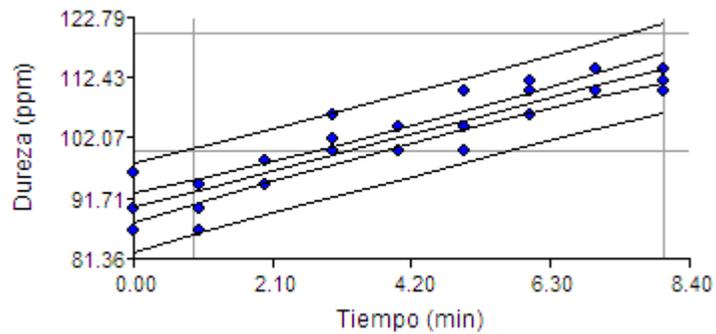
Fuente: elaboración propia.

Figura 210. **Alcalinidad M del distribuidor de levadura en EDD**



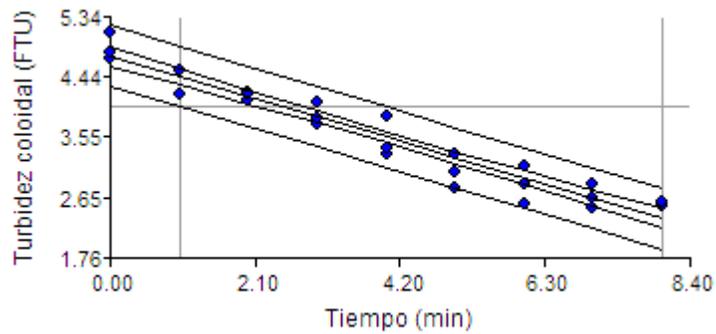
Fuente: elaboración propia.

Figura 211. **Dureza del distribuidor de levadura en EDD**



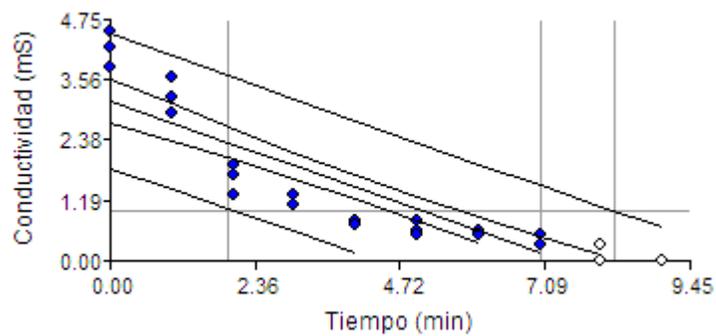
Fuente: elaboración propia.

Figura 212. **Turbidez coloidal del distribuidor de levadura en EDD**



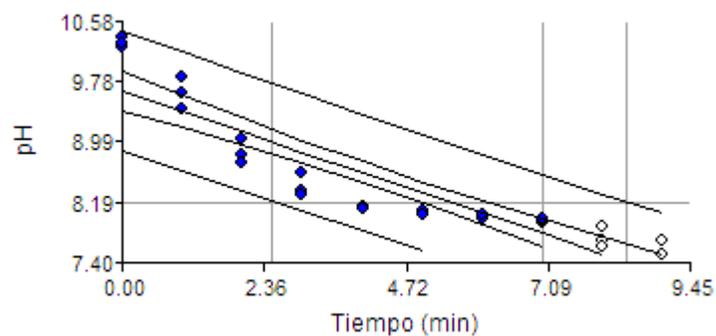
Fuente: elaboración propia.

Figura 213. **Conductividad del depósito de levadura en EDS**



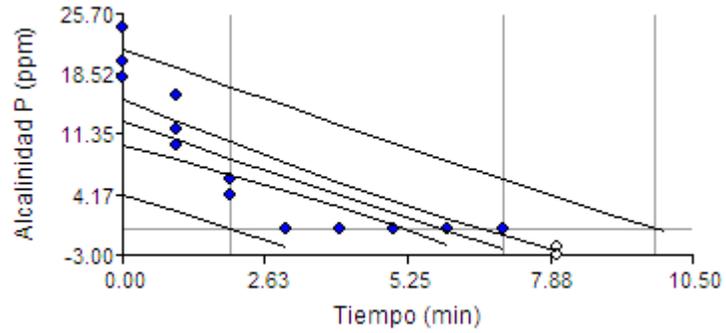
Fuente: elaboración propia.

Figura 214. **pH del depósito de levadura en EDS**



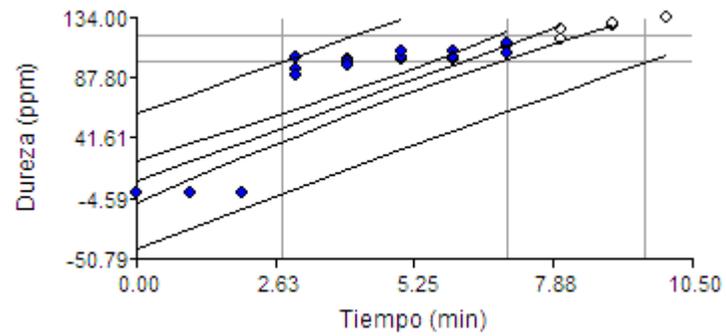
Fuente: elaboración propia.

Figura 215. **Alcalinidad P del depósito de levadura en EDS**



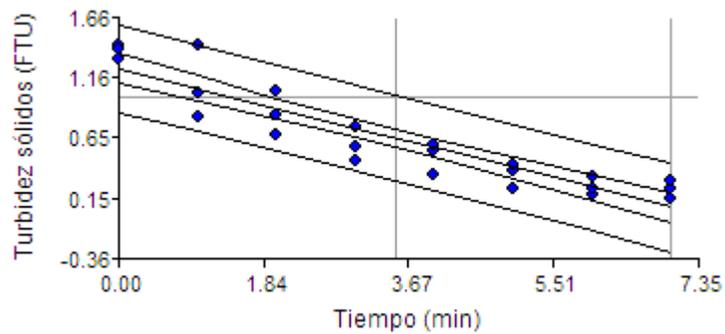
Fuente: elaboración propia.

Figura 216. **Dureza del depósito de levadura en EDS**



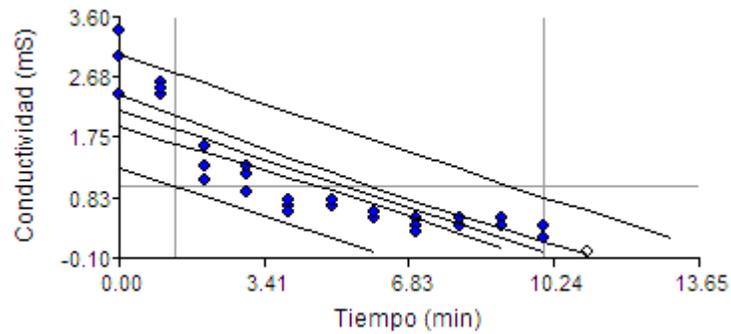
Fuente: elaboración propia.

Figura 217. **Turbidez de sólidos del depósito de levadura en EDS**



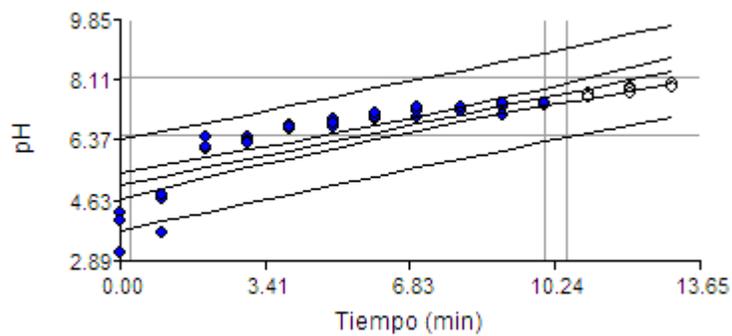
Fuente: elaboración propia.

Figura 218. **Conductividad del depósito de levadura en EDA**



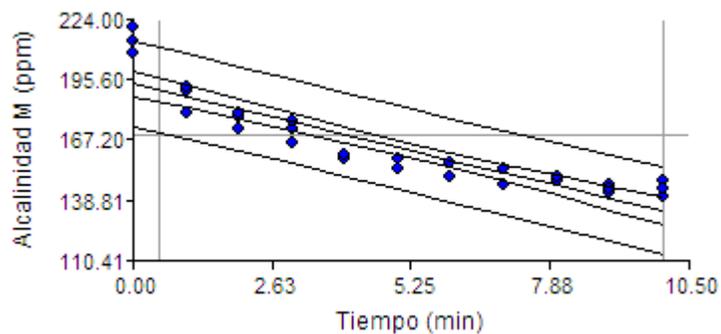
Fuente: elaboración propia.

Figura 219. **pH del depósito de levadura en EDA**



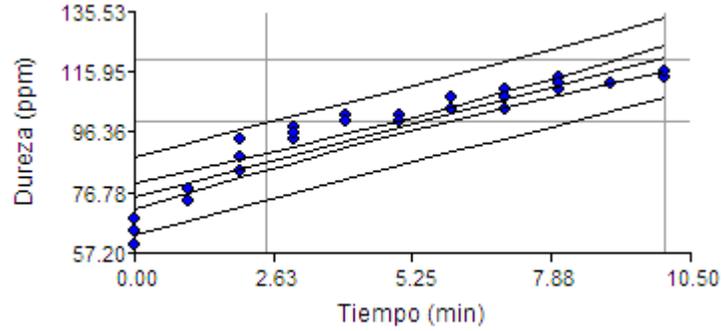
Fuente: elaboración propia.

Figura 220. **Alcalinidad M del depósito de levadura en EDA**



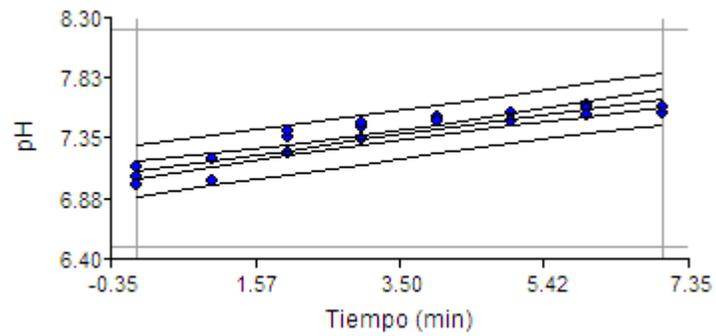
Fuente: elaboración propia.

Figura 221. **Dureza del depósito de levadura en EDA**



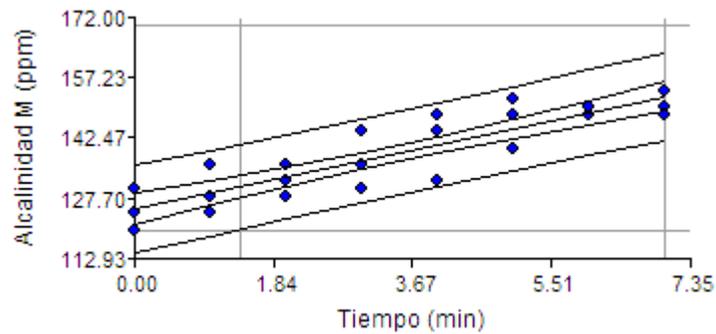
Fuente: elaboración propia.

Figura 222. **pH del depósito de levadura en EDD**



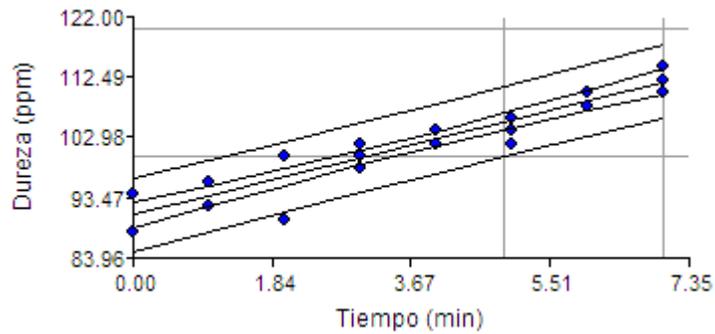
Fuente: elaboración propia.

Figura 223. **Alcalinidad M del depósito de levadura en EDD**



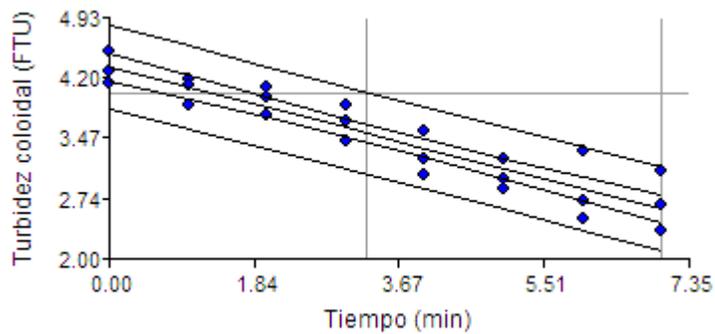
Fuente: elaboración propia.

Figura 224. **Dureza del depósito de levadura en EDD**



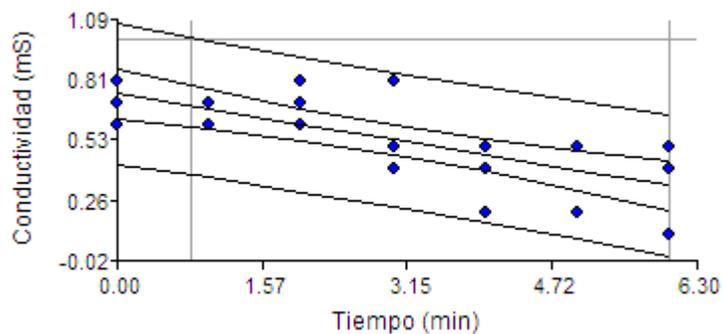
Fuente: elaboración propia.

Figura 225. **Turbidez coloidal del depósito de levadura en EDD**



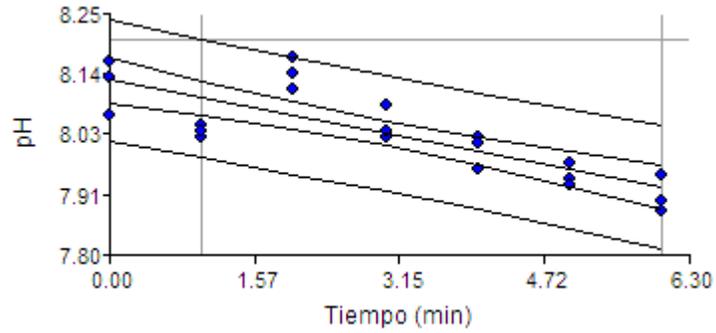
Fuente: elaboración propia.

Figura 226. **Conductividad del corral 1 en EDS**



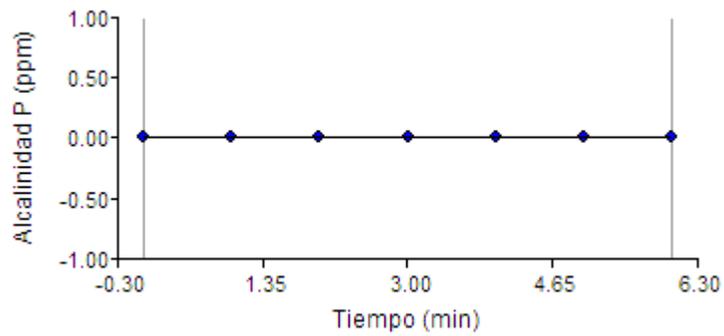
Fuente: elaboración propia.

Figura 227. **pH del corral 1 en EDS**



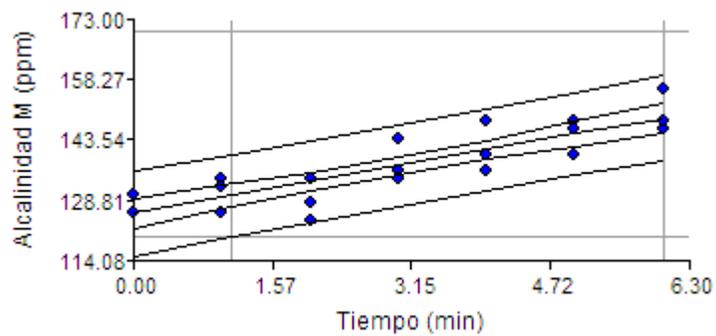
Fuente: elaboración propia.

Figura 228. **Alcalinidad P del corral 1 en EDS**



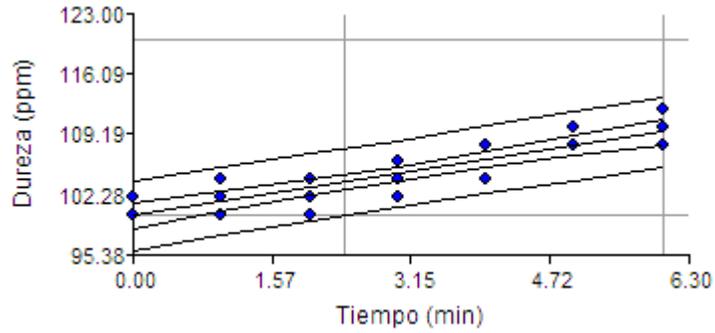
Fuente: elaboración propia.

Figura 229. **Alcalinidad M del corral 1 en EDS**



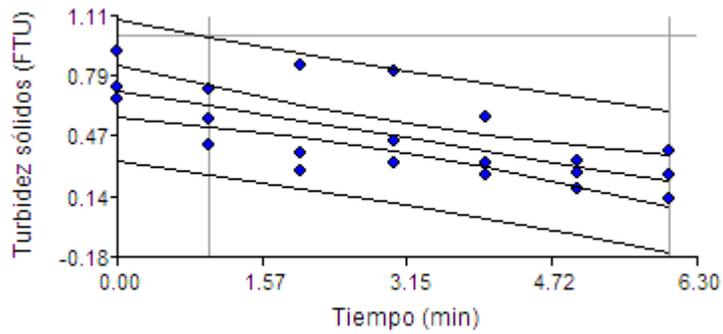
Fuente: elaboración propia.

Figura 230. **Dureza del corral 1 en EDS**



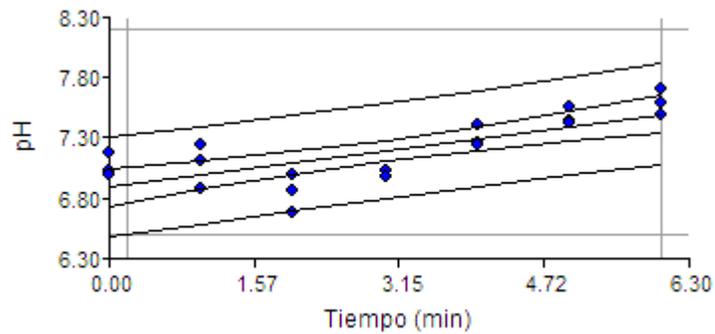
Fuente: elaboración propia.

Figura 231. **Turbidez de sólidos del corral 1 en EDS**



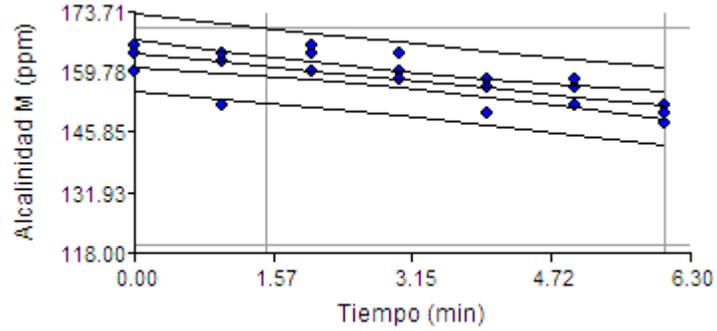
Fuente: elaboración propia.

Figura 232. **pH del corral 1 en EDA**



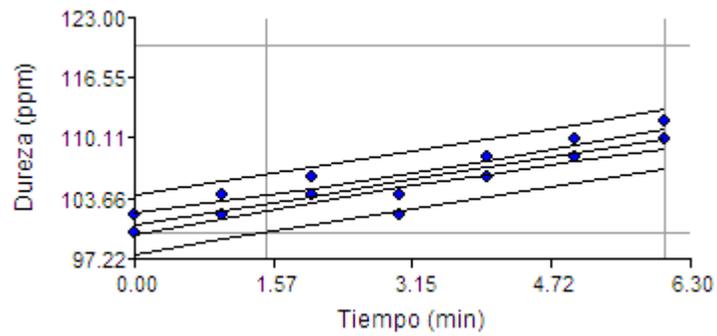
Fuente: elaboración propia.

Figura 233. **Alcalinidad M del corral 1 en EDA**



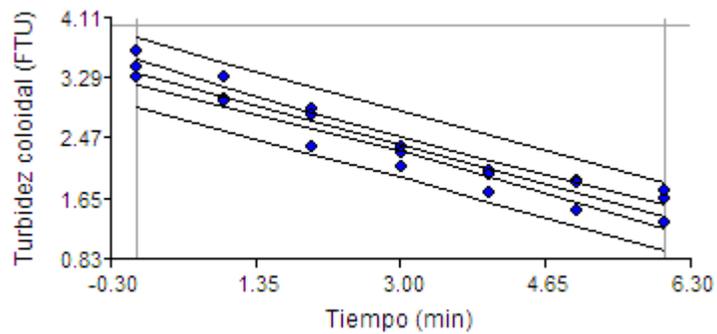
Fuente: elaboración propia.

Figura 234. **Dureza del corral 1 en EDA**



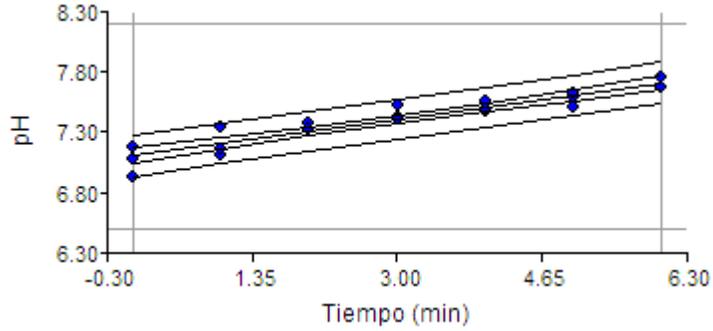
Fuente: elaboración propia.

Figura 235. **Turbidez coloidal del corral 1 en EDA**



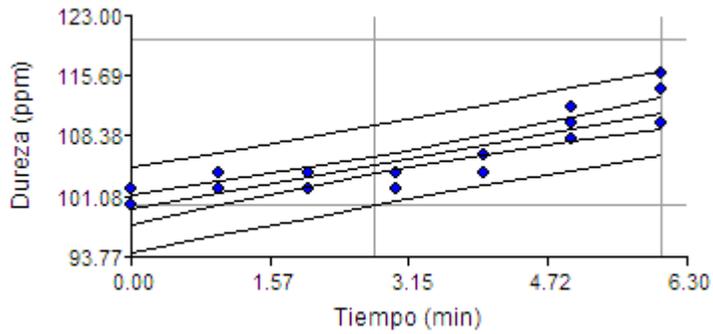
Fuente: elaboración propia.

Figura 236. **pH del corral 1 en EDD**



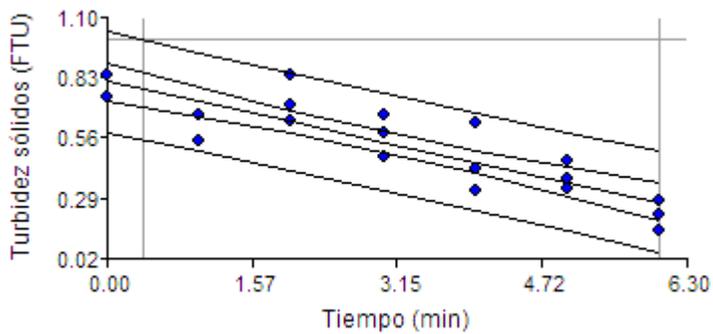
Fuente: elaboración propia.

Figura 237. **Dureza del corral 1 en EDD**



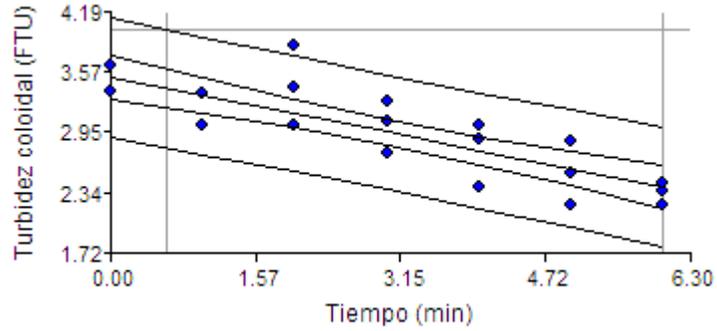
Fuente: elaboración propia.

Figura 238. **Turbidez de sólidos del corral 1 en EDD**



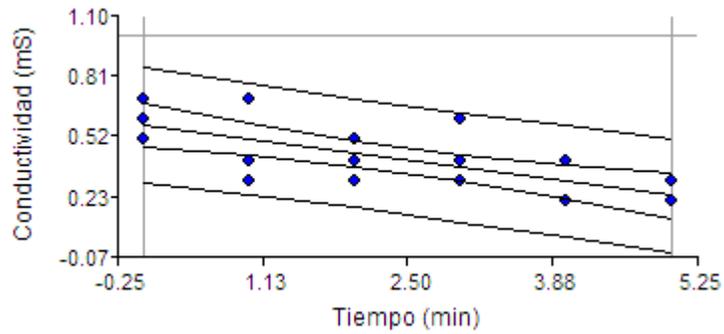
Fuente: elaboración propia.

Figura 239. **Turbidez coloidal del corral 1 en EDD**



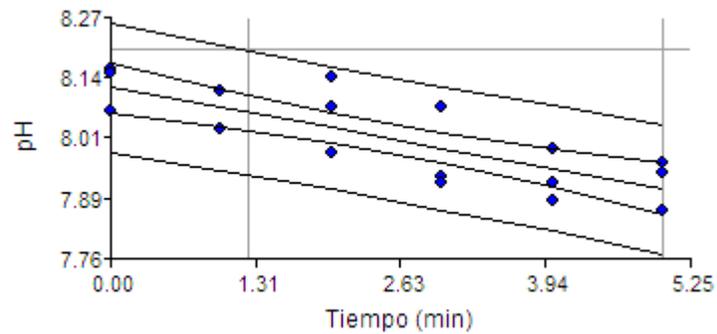
Fuente: elaboración propia.

Figura 240. **Conductividad del corral 2 en EDS**



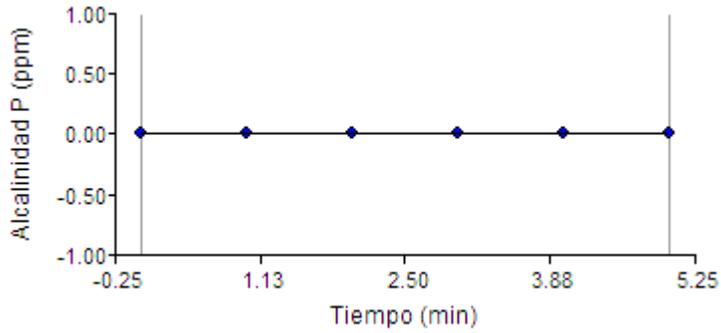
Fuente: elaboración propia.

Figura 241. **pH del corral 2 en EDS**



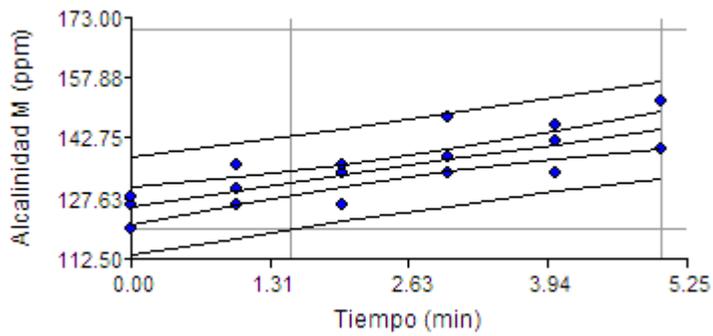
Fuente: elaboración propia.

Figura 242. **Alcalinidad P del corral 2 en EDS**



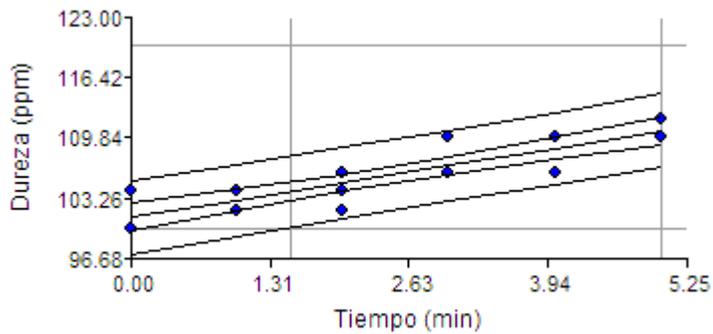
Fuente: elaboración propia.

Figura 243. **Alcalinidad M del corral 2 en EDS**



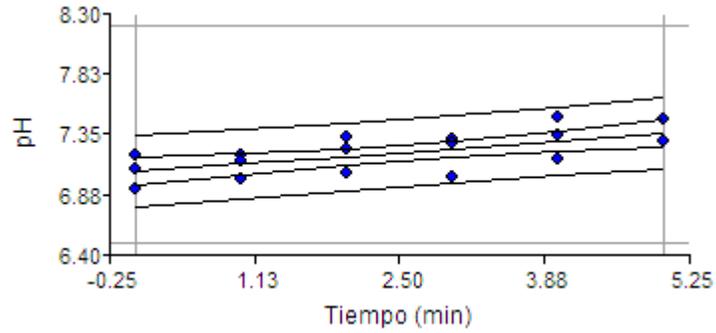
Fuente: elaboración propia.

Figura 244. **Dureza del corral 2 en EDS**



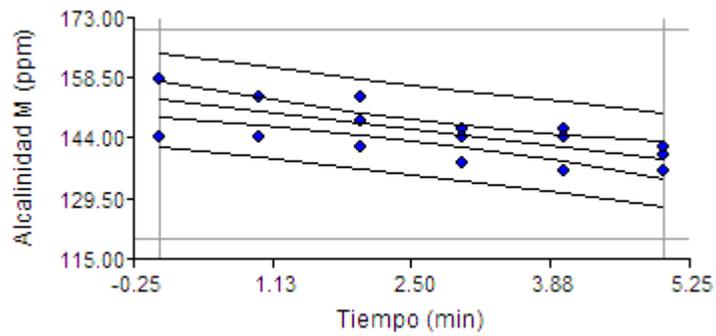
Fuente: elaboración propia.

Figura 245. **pH del corral 2 en EDA**



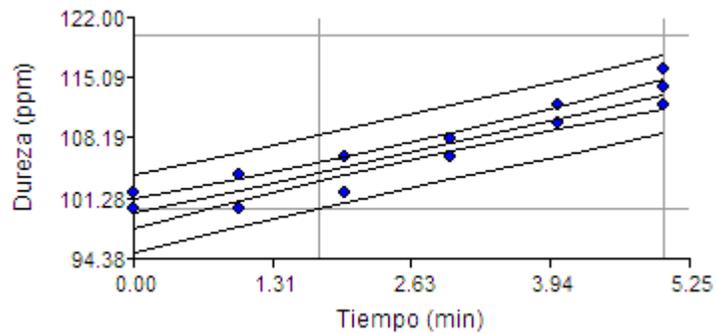
Fuente: elaboración propia.

Figura 246. **Alcalinidad M del corral 2 en EDA**



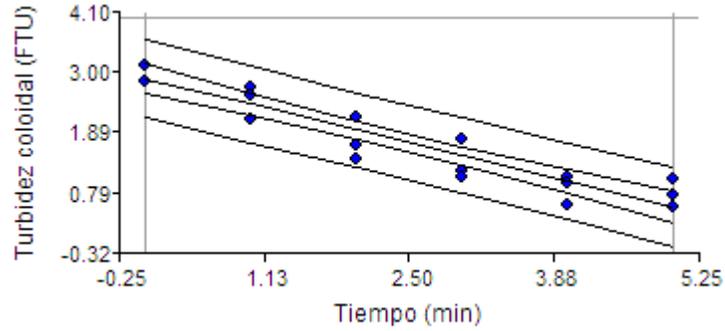
Fuente: elaboración propia.

Figura 247. **Dureza del corral 2 en EDA**



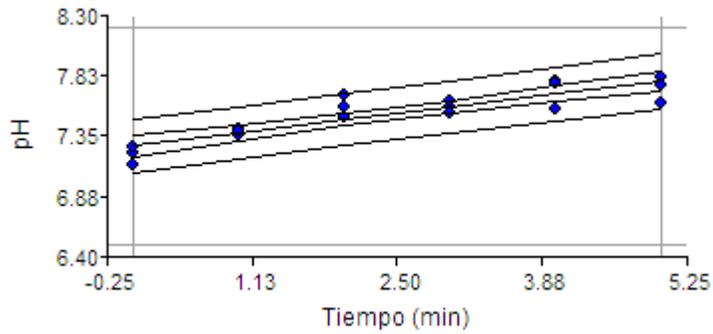
Fuente: elaboración propia.

Figura 248. **Turbidez coloidal del corral 2 en EDA**



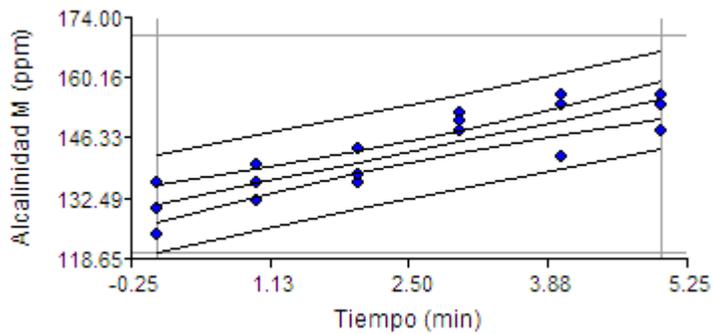
Fuente: elaboración propia.

Figura 249. **pH del corral 2 en EDD**



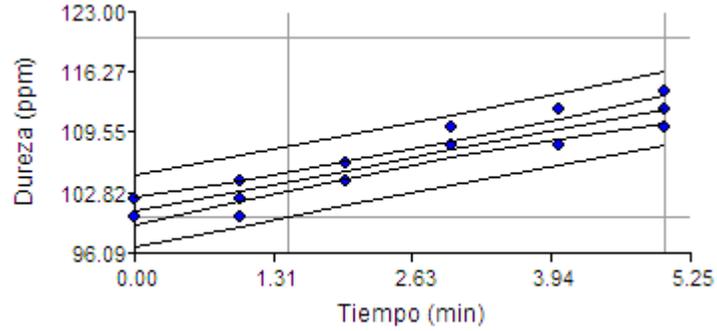
Fuente: elaboración propia.

Figura 250. **Alcalinidad M del corral 2 en EDD**



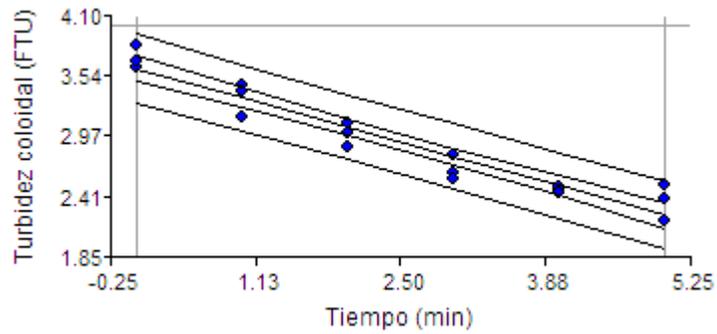
Fuente: elaboración propia.

Figura 251. Dureza del corral 2 en EDD



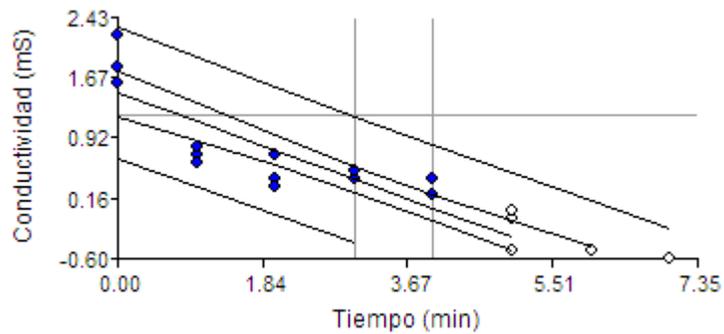
Fuente: elaboración propia.

Figura 252. Turbidez coloidal del corral 2 en EDD



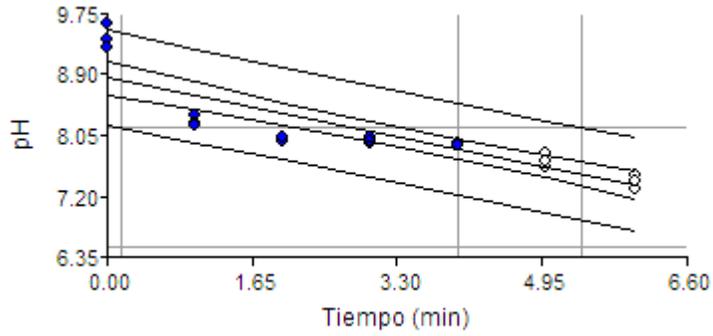
Fuente: elaboración propia.

Figura 253. Conductividad del corral 3 en EDS



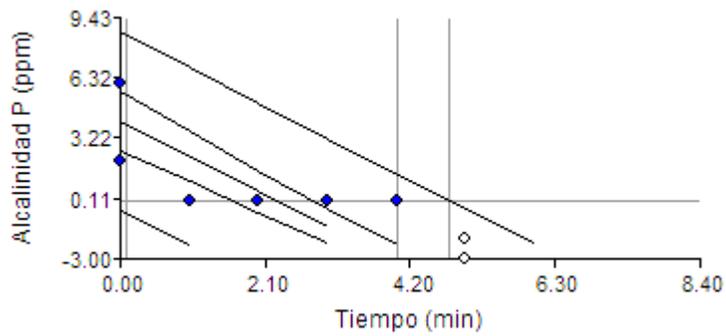
Fuente: elaboración propia.

Figura 254. **pH del corral 3 en EDS**



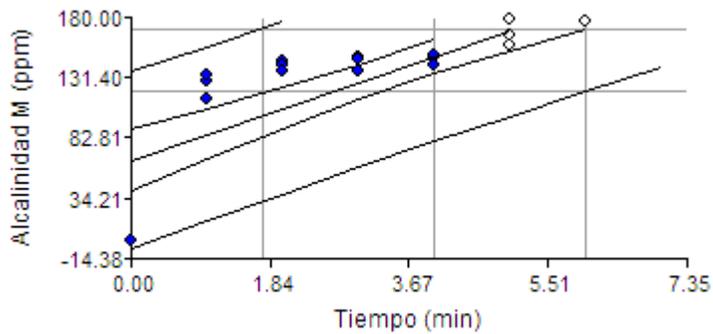
Fuente: elaboración propia.

Figura 255. **Alcalinidad P del corral 3 en EDS**



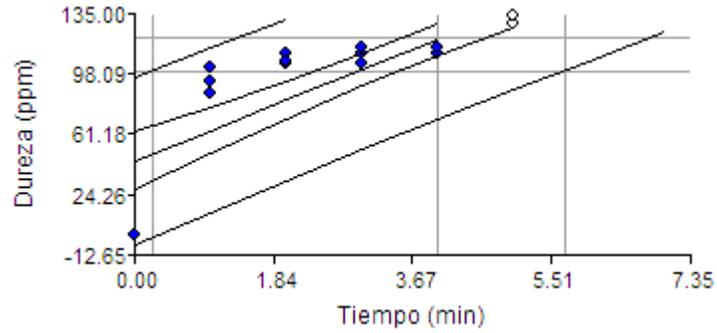
Fuente: elaboración propia.

Figura 256. **Alcalinidad M del corral 3 en EDS**



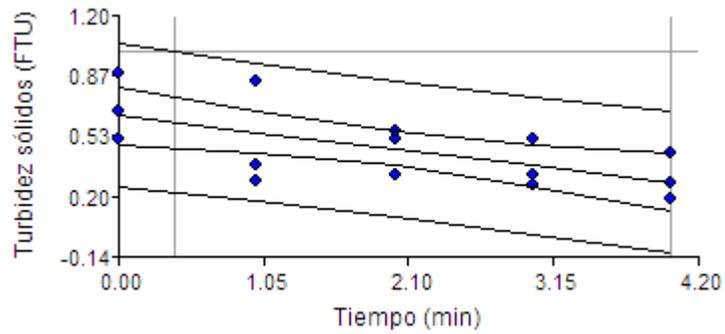
Fuente: elaboración propia.

Figura 257. **Dureza del corral 3 en EDS**



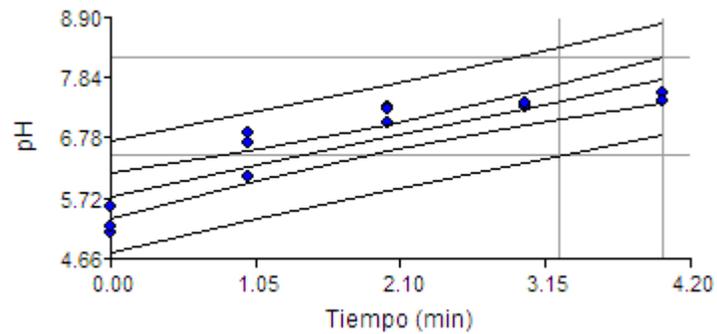
Fuente: elaboración propia.

Figura 258. **Turbidez de sólidos del corral 3 en EDS**



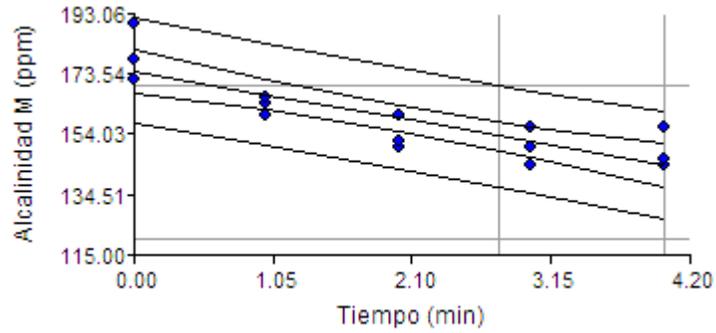
Fuente: elaboración propia.

Figura 259. **pH del corral 3 en EDA**



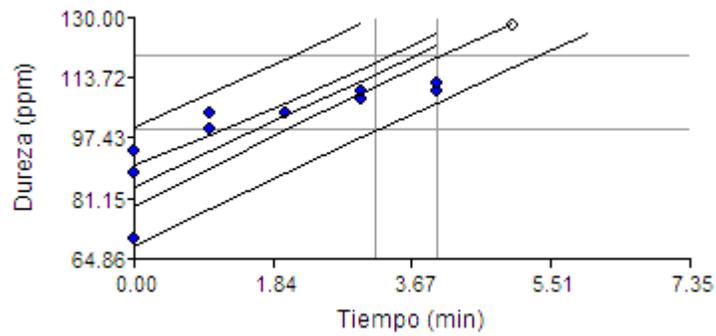
Fuente: elaboración propia.

Figura 260. **Alcalinidad M del corral 3 en EDA**



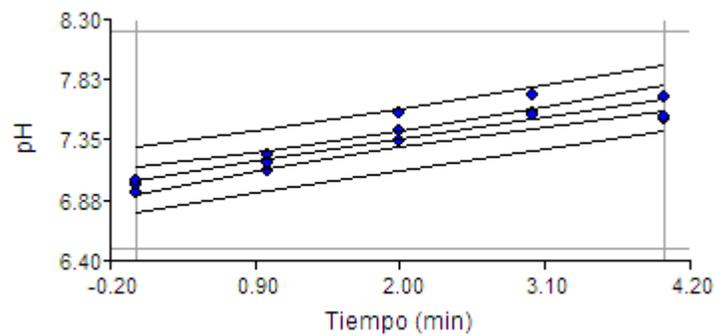
Fuente: elaboración propia.

Figura 261. **Dureza del corral 3 en EDA**



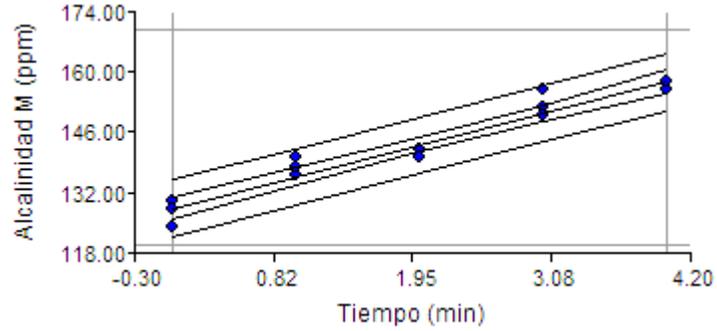
Fuente: elaboración propia.

Figura 262. **pH del corral 3 en EDD**



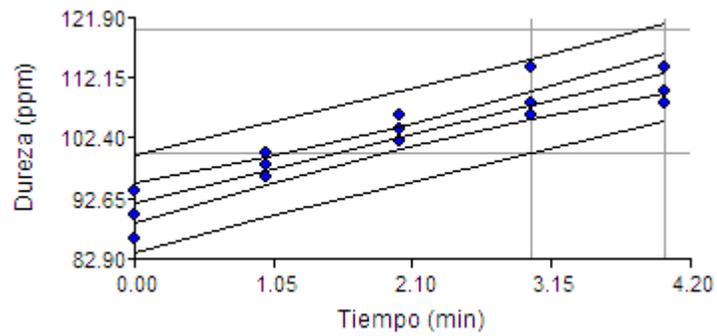
Fuente: elaboración propia.

Figura 263. **Alcalinidad M del corral 3 en EDD**



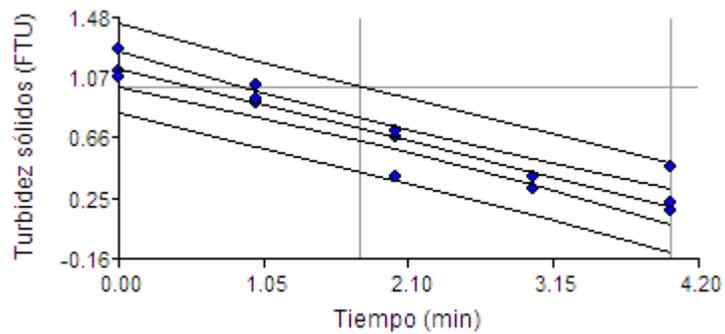
Fuente: elaboración propia.

Figura 264. **Dureza del corral 3 en EDD**



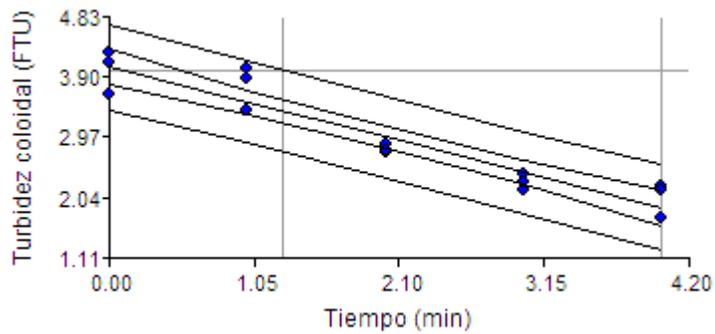
Fuente: elaboración propia.

Figura 265. **Turbidez de sólidos del corral 3 en EDD**



Fuente: elaboración propia.

Figura 266. **Turbidez coloidal del corral 3 en EDD**



Fuente: elaboración propia.

- Filtraciones:

Los *CIP* del área de filtraciones se dividen en 2 tipos: *CIP* con agua caliente y *CIP* con desinfectante. En el caso de los *CIP* con agua caliente, se abarcan los siguientes equipos:

- Distribuidor de agua
- Distribuidor de cerveza
- Tubería de agua
- Desaireador

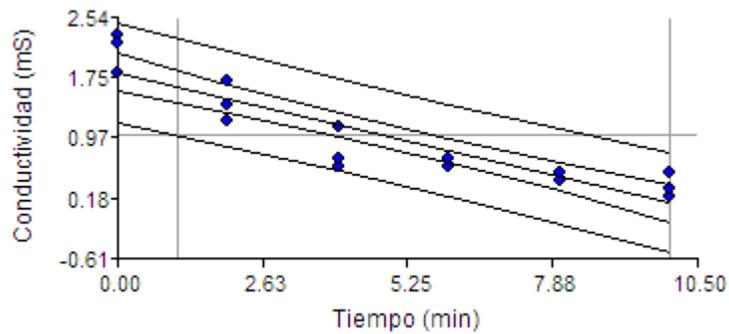
En el caso de los *CIP* con desinfectante, se abarcan los siguientes equipos:

- Tanque de agua
- Tanque de cerveza no filtrada
- Tanque de reserva

Además del sistema *CIP*, en el área de filtraciones se encuentra la metodología *FOB*, la cual es aplicada a los filtros utilizados en el área. Por esta razón, los filtros se descartan.

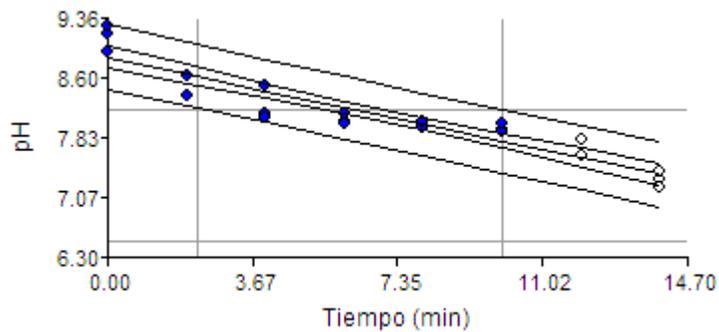
Los resultados de la caracterización de las distintas propiedades fisicoquímicas evaluadas de los *CIP* con agua caliente se presentan a continuación:

Figura 267. **Conductividad del distribuidor de agua en EDS**



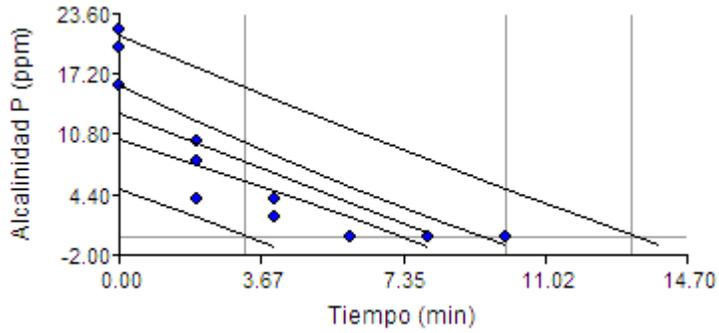
Fuente: elaboración propia.

Figura 268. **pH del distribuidor de agua en EDS**



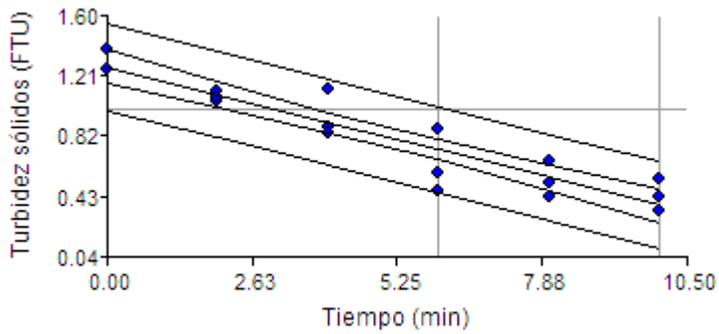
Fuente: elaboración propia.

Figura 269. **Alcalinidad P del distribuidor de agua en EDS**



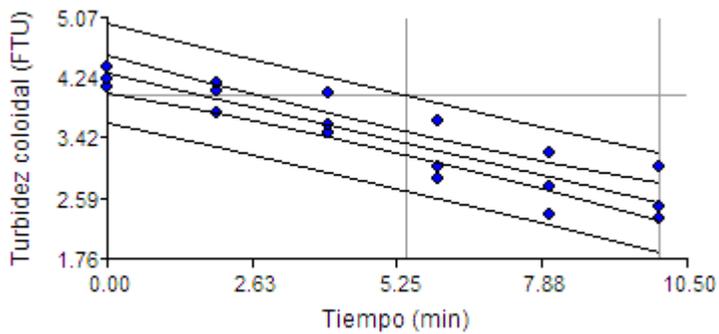
Fuente: elaboración propia.

Figura 270. **Turbidez de sólidos del distribuidor de agua en EDS**



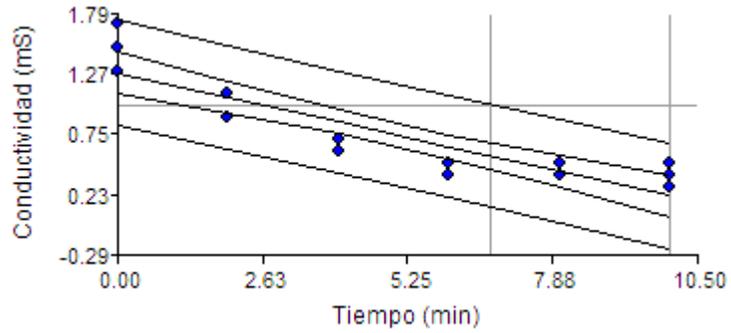
Fuente: elaboración propia.

Figura 271. **Turbidez coloidal del distribuidor de agua en EDS**



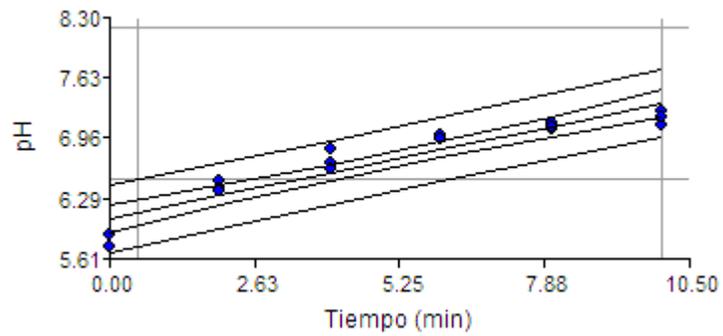
Fuente: elaboración propia.

Figura 272. **Conductividad del distribuidor de agua en EDA**



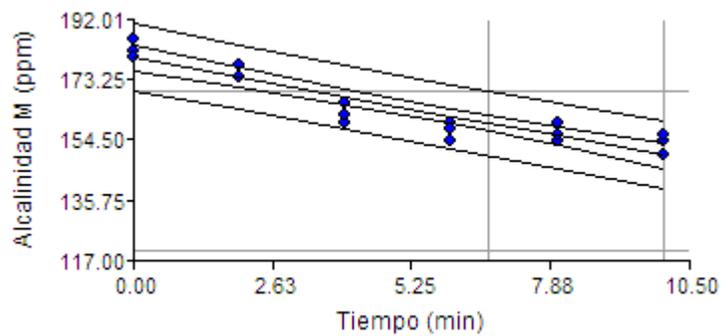
Fuente: elaboración propia.

Figura 273. **pH del distribuidor de agua en EDA**



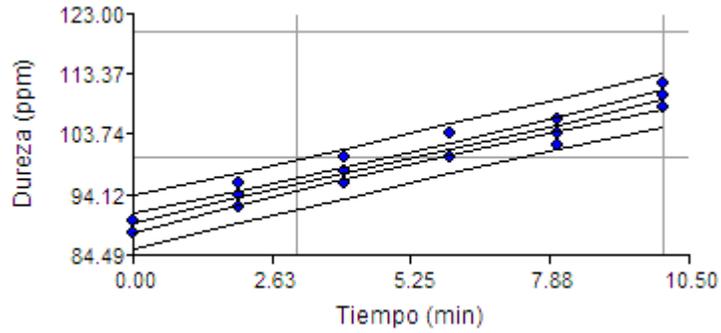
Fuente: elaboración propia.

Figura 274. **Alcalinidad M del distribuidor de agua en EDA**



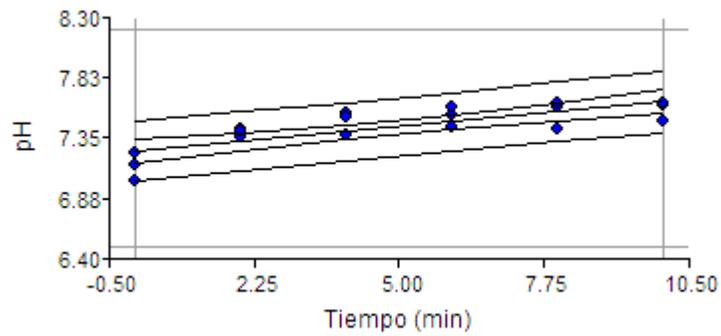
Fuente: elaboración propia.

Figura 275. **Dureza del distribuidor de agua en EDA**



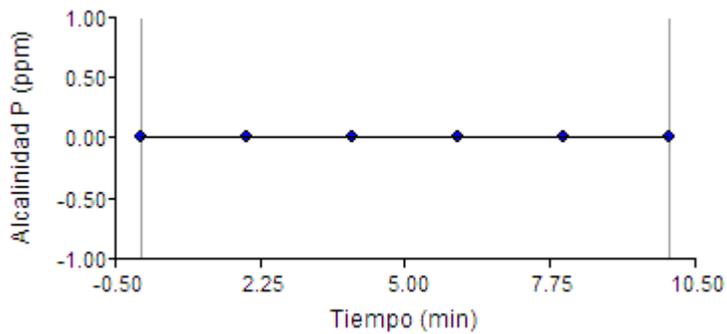
Fuente: elaboración propia.

Figura 276. **pH del distribuidor de agua en EDC**



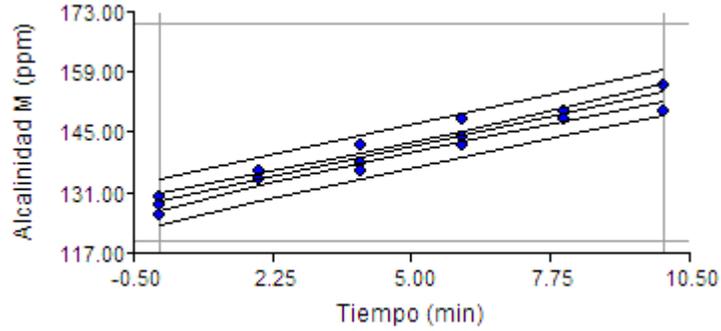
Fuente: elaboración propia.

Figura 277. **Alcalinidad P del distribuidor de agua en EDC**



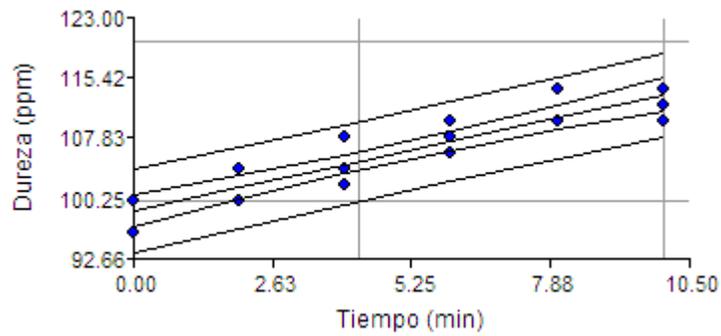
Fuente: elaboración propia.

Figura 278. **Alcalinidad M del distribuidor de agua en EDC**



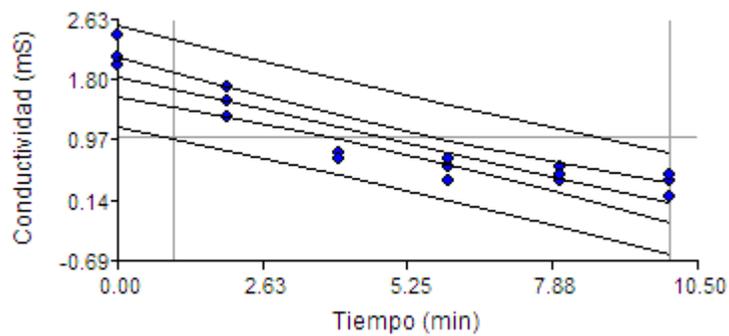
Fuente: elaboración propia.

Figura 279. **Dureza del distribuidor de agua en EDC**



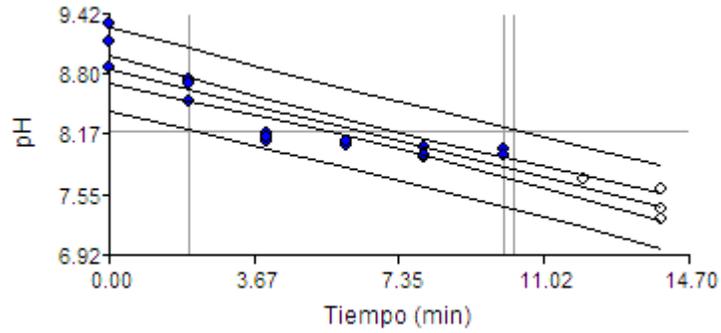
Fuente: elaboración propia.

Figura 280. **Conductividad del distribuidor de cerveza en EDS**



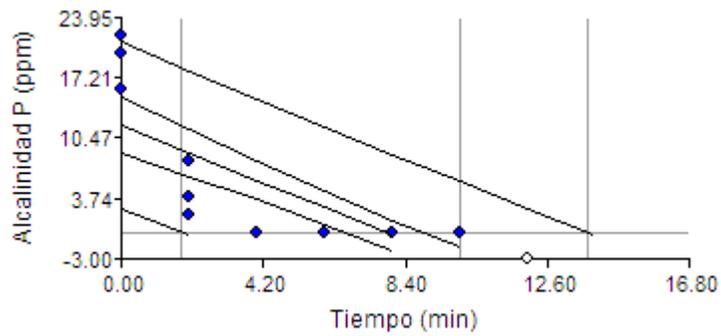
Fuente: elaboración propia.

Figura 281. **pH del distribuidor de cerveza en EDS**



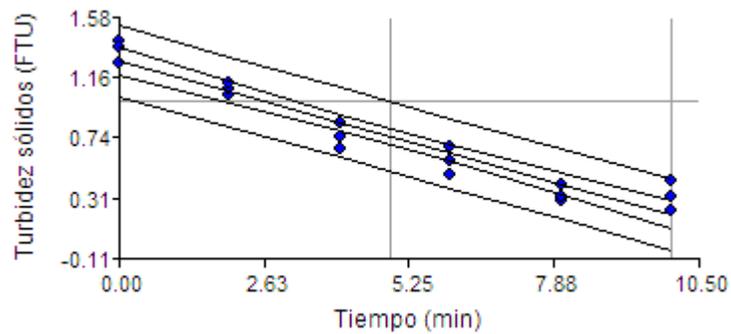
Fuente: elaboración propia.

Figura 282. **Alcalinidad P del distribuidor de cerveza en EDS**



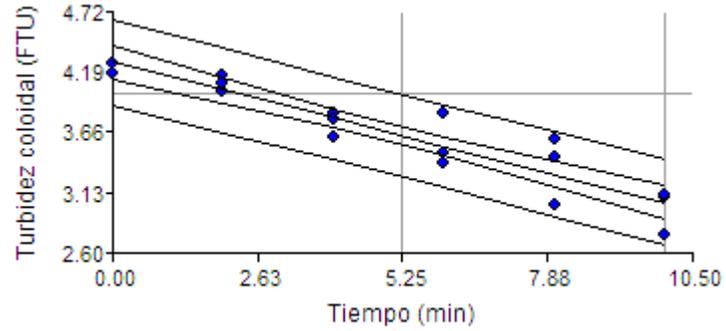
Fuente: elaboración propia.

Figura 283. **Turbidez de sólidos del distribuidor de cerveza en EDS**



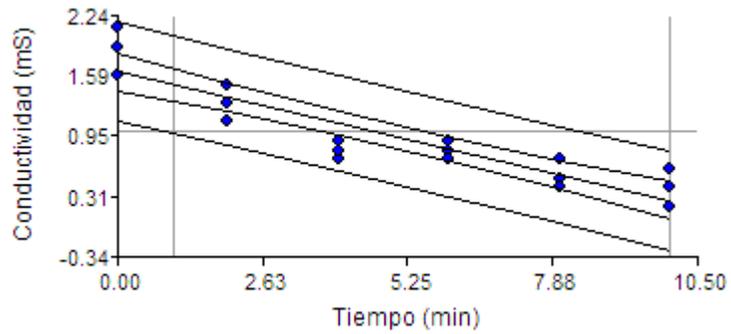
Fuente: elaboración propia.

Figura 284. **Turbidez coloidal del distribuidor de cerveza en EDS**



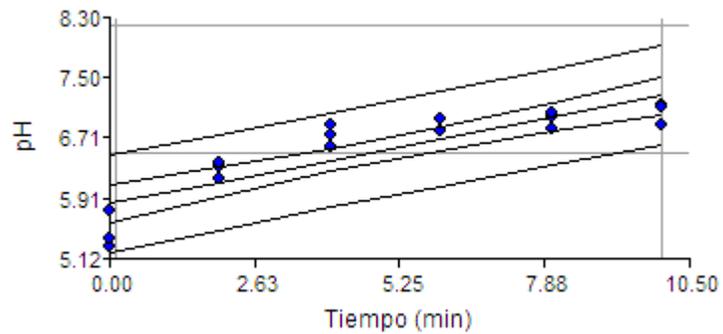
Fuente: elaboración propia.

Figura 285. **Conductividad del distribuidor de cerveza en EDA**



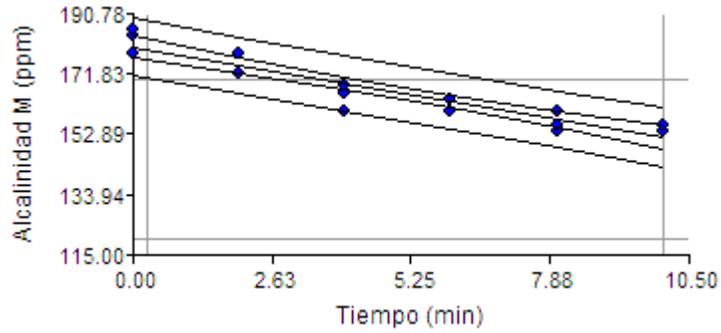
Fuente: elaboración propia.

Figura 286. **pH del distribuidor de cerveza en EDA**



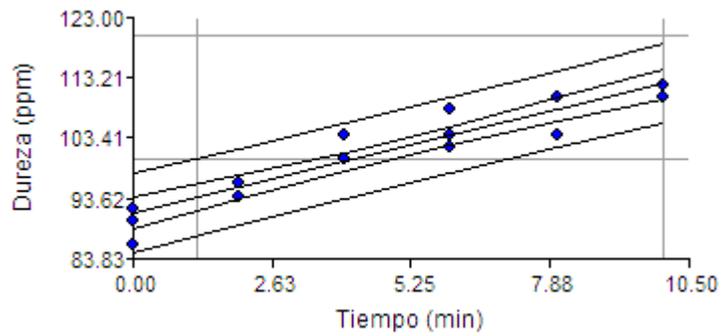
Fuente: elaboración propia.

Figura 287. **Alcalinidad M del distribuidor de cerveza en EDA**



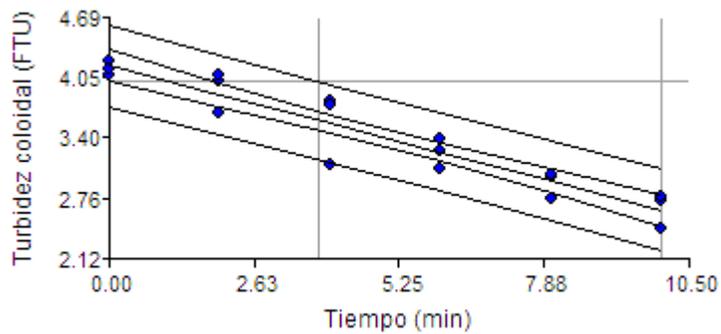
Fuente: elaboración propia.

Figura 288. **Dureza del distribuidor de cerveza en EDA**



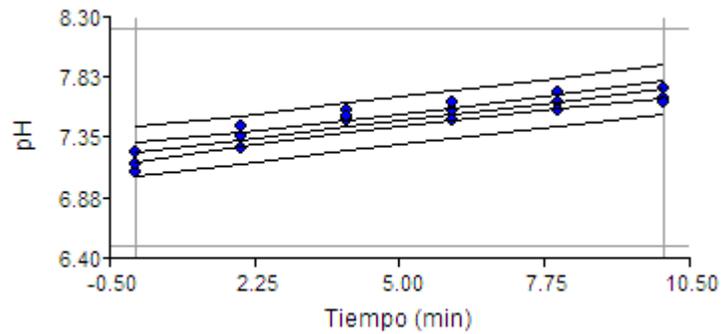
Fuente: elaboración propia.

Figura 289. **Turbidez coloidal del distribuidor de cerveza en EDA**



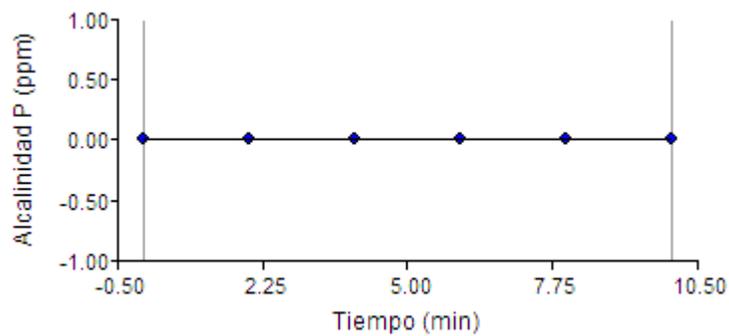
Fuente: elaboración propia.

Figura 290. **pH del distribuidor de cerveza en EDC**



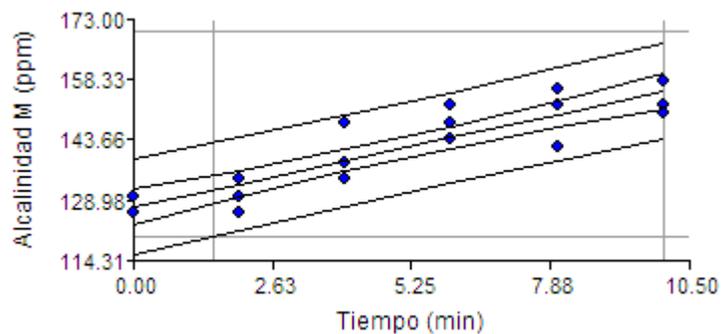
Fuente: elaboración propia.

Figura 291. **Alcalinidad P del distribuidor de cerveza en EDC**



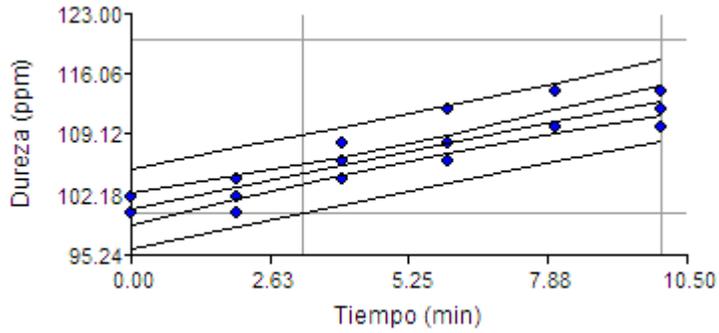
Fuente: elaboración propia.

Figura 292. **Alcalinidad M del distribuidor de cerveza en EDC**



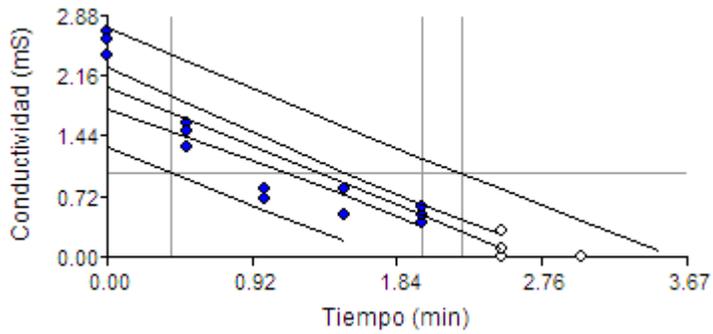
Fuente: elaboración propia.

Figura 293. **Dureza del distribuidor de cerveza en EDC**



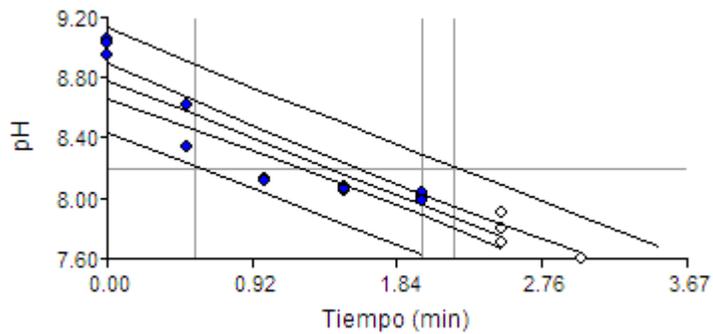
Fuente: elaboración propia.

Figura 294. **Conductividad de la tubería de agua en EDS**



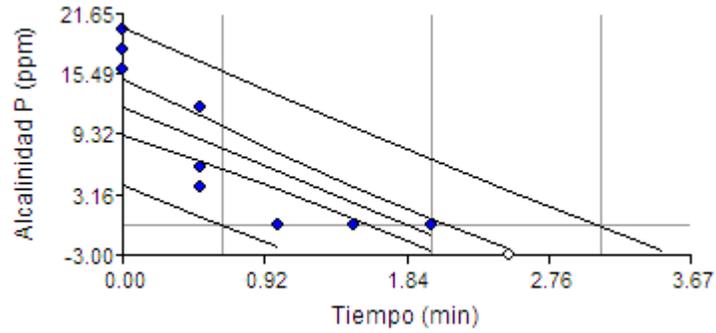
Fuente: elaboración propia.

Figura 295. **pH de la tubería de agua en EDS**



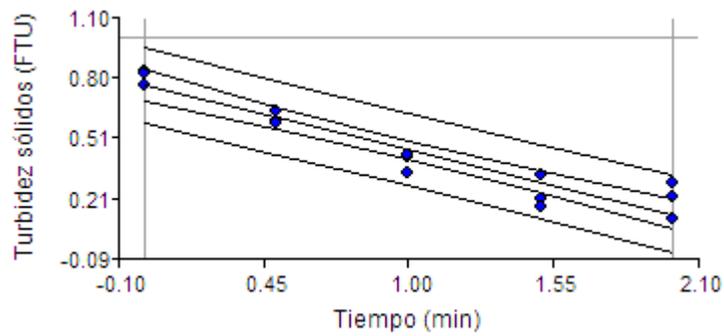
Fuente: elaboración propia.

Figura 296. **Alcalinidad P de la tubería de agua en EDS**



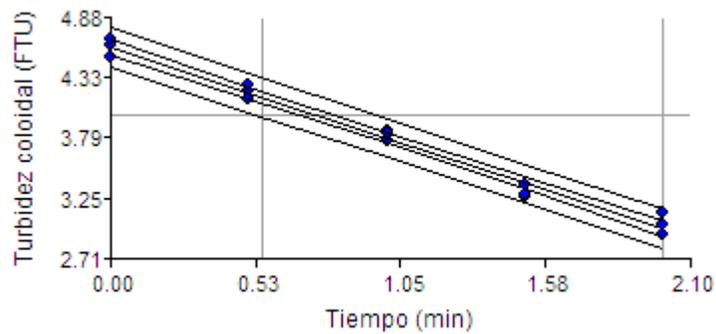
Fuente: elaboración propia.

Figura 297. **Turbidez de sólidos de la tubería de agua en EDS**



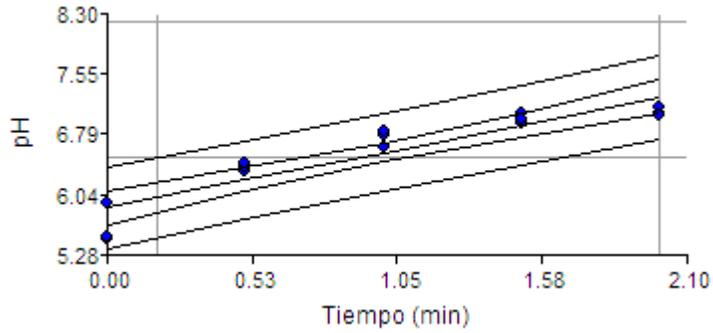
Fuente: elaboración propia.

Figura 298. **Turbidez coloidal de la tubería de agua en EDS**



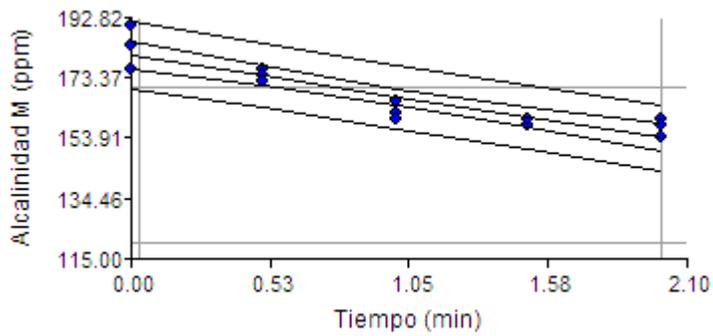
Fuente: elaboración propia.

Figura 299. **pH de la tubería de agua en EDA**



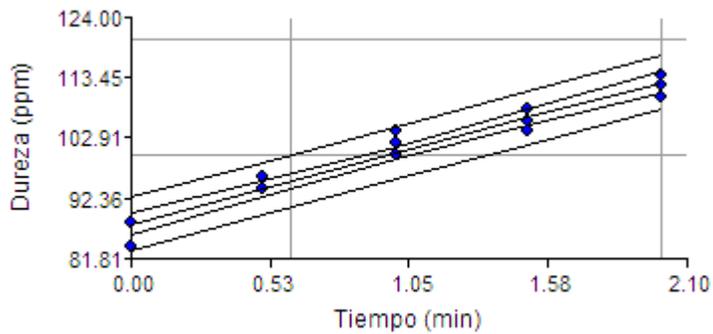
Fuente: elaboración propia.

Figura 300. **Alcalinidad M de la tubería de agua en EDA**



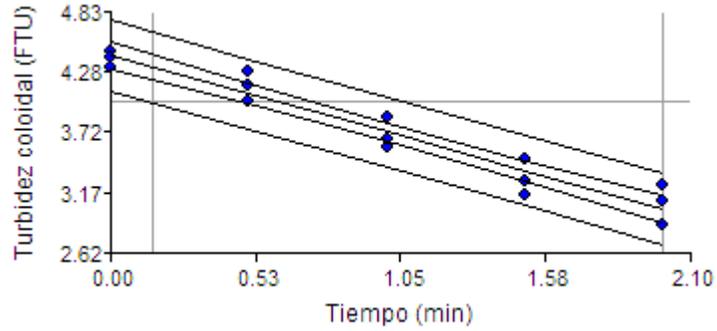
Fuente: elaboración propia.

Figura 301. **Dureza de la tubería de agua en EDA**



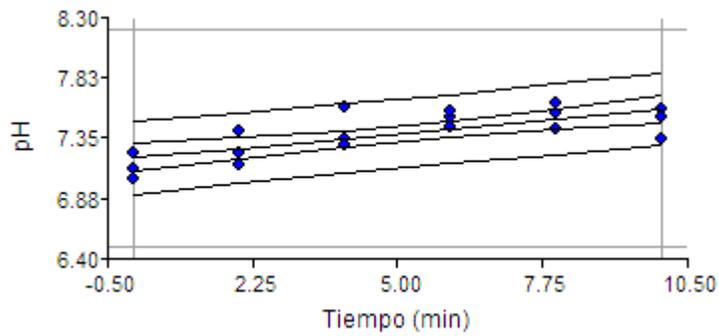
Fuente: elaboración propia.

Figura 302. **Turbidez coloidal de la tubería de agua en EDA**



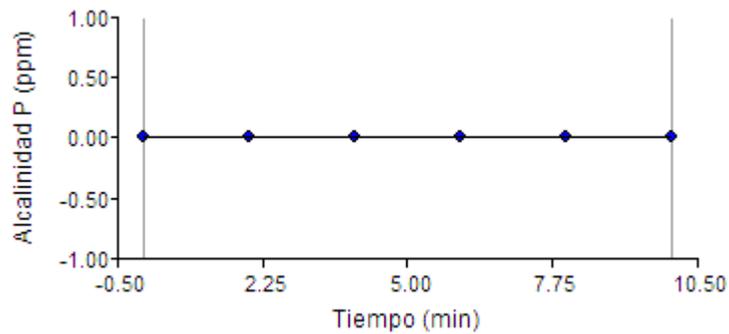
Fuente: elaboración propia.

Figura 303. **pH de la tubería de agua en EDC**



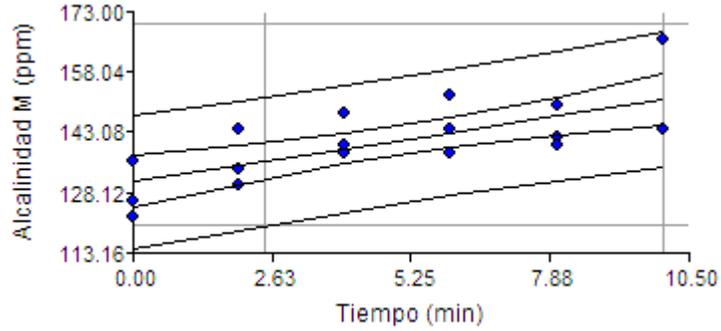
Fuente: elaboración propia.

Figura 304. **Alcalinidad P de la tubería de agua en EDC**



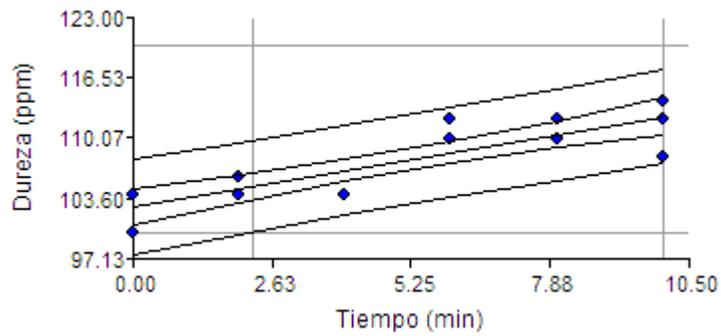
Fuente: elaboración propia.

Figura 305. **Alcalinidad M de la tubería de agua en EDC**



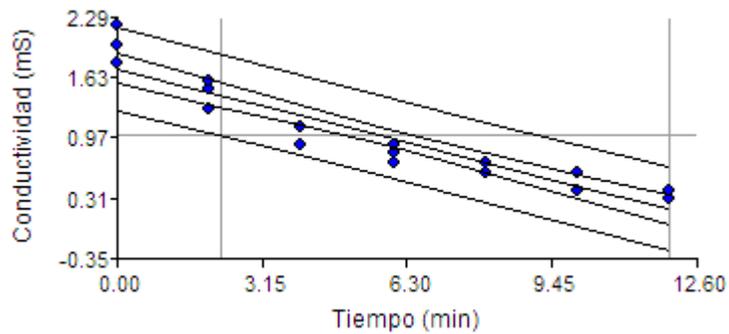
Fuente: elaboración propia.

Figura 306. **Dureza de la tubería de agua en EDC**



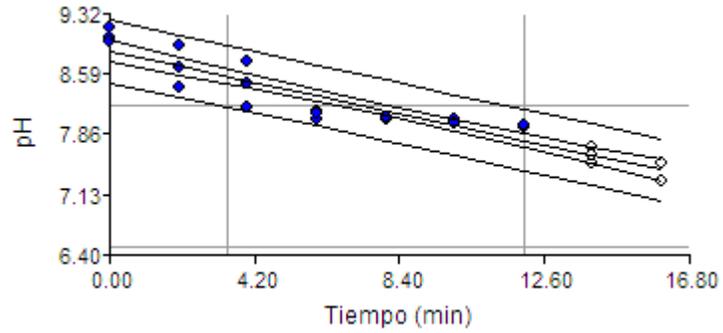
Fuente: elaboración propia.

Figura 307. **Conductividad del desaireador en EDS**



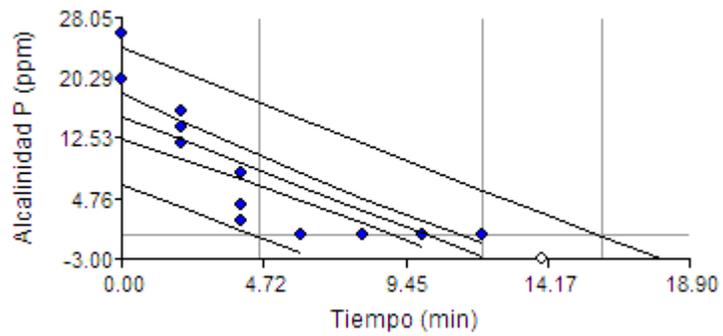
Fuente: elaboración propia.

Figura 308. **pH del desaireador en EDS**



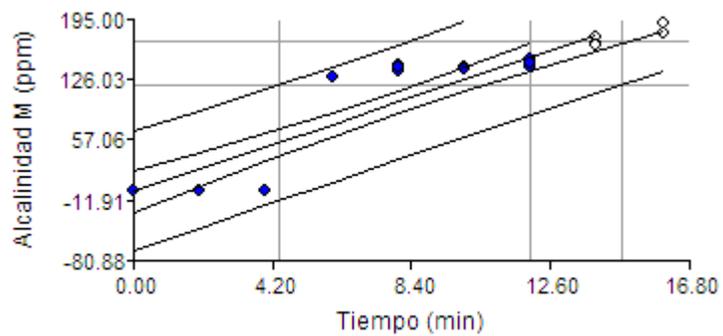
Fuente: elaboración propia.

Figura 309. **Alcalinidad P del desaireador en EDS**



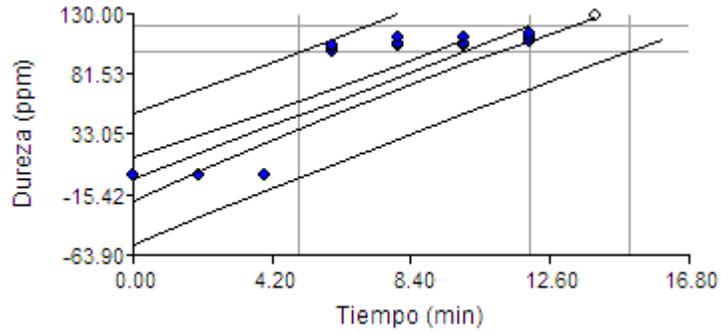
Fuente: elaboración propia.

Figura 310. **Alcalinidad M del desaireador en EDS**



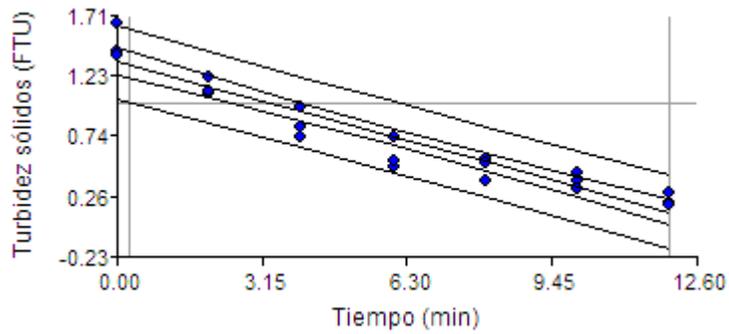
Fuente: elaboración propia.

Figura 311. **Dureza del desaireador en EDS**



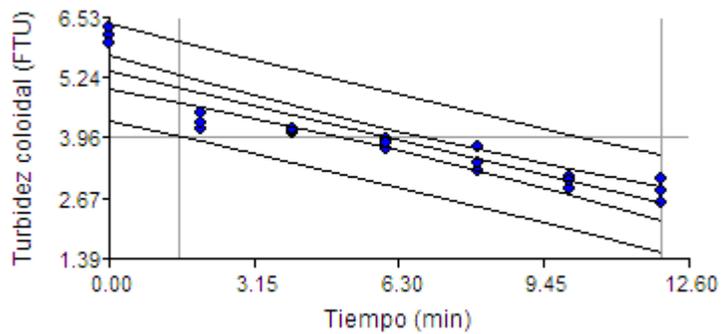
Fuente: elaboración propia.

Figura 312. **Turbidez de sólidos del desaireador en EDS**



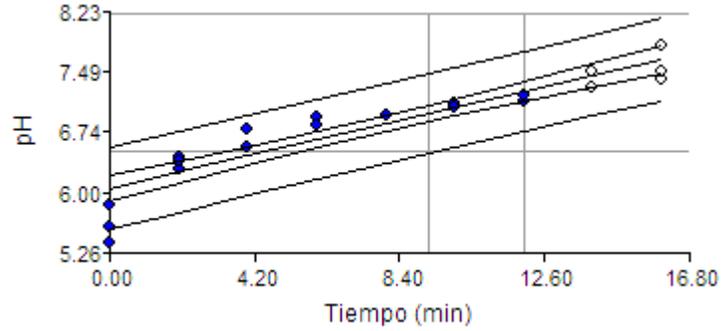
Fuente: elaboración propia.

Figura 313. **Turbidez coloidal del desaireador en EDS**



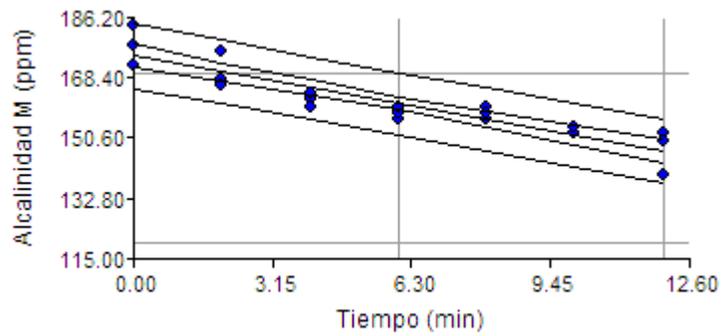
Fuente: elaboración propia.

Figura 314. **pH del desaireador en EDA**



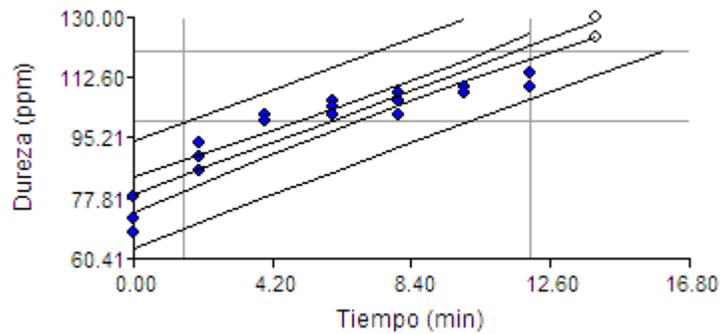
Fuente: elaboración propia.

Figura 315. **Alcalinidad M del desaireador en EDA**



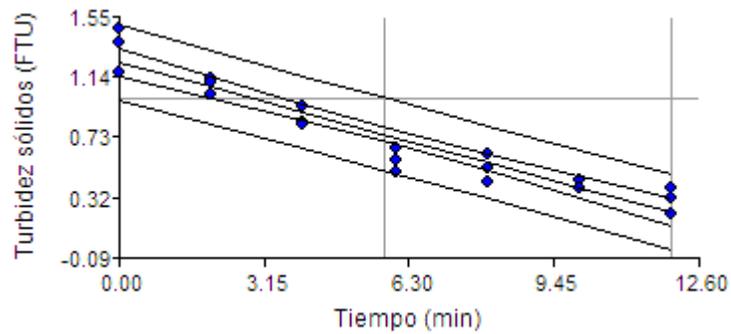
Fuente: elaboración propia.

Figura 316. **Dureza del desaireador en EDA**



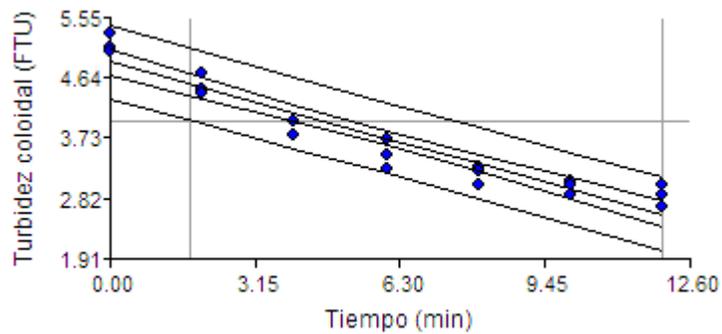
Fuente: elaboración propia.

Figura 317. **Turbidez de sólidos del desaireador en EDA**



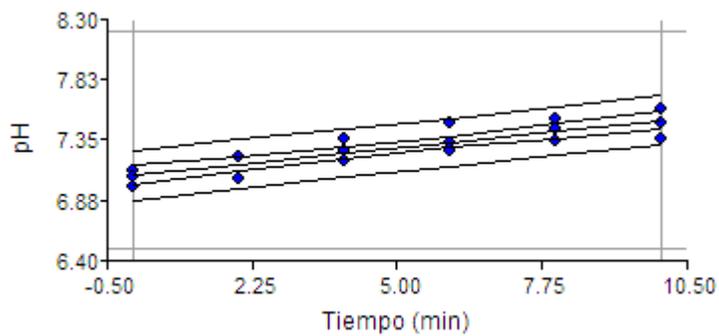
Fuente: elaboración propia.

Figura 318. **Turbidez coloidal del desaireador en EDA**



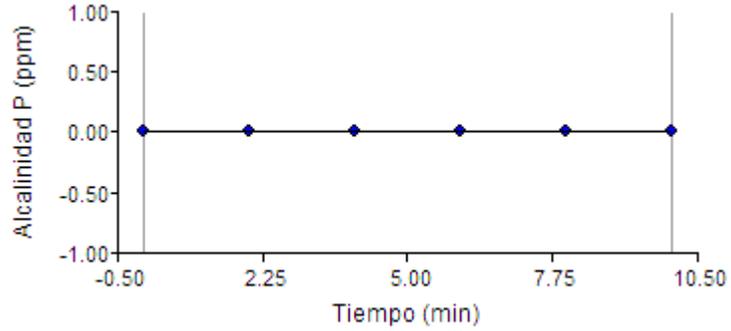
Fuente: elaboración propia.

Figura 319. **pH del desaireador en EDC**



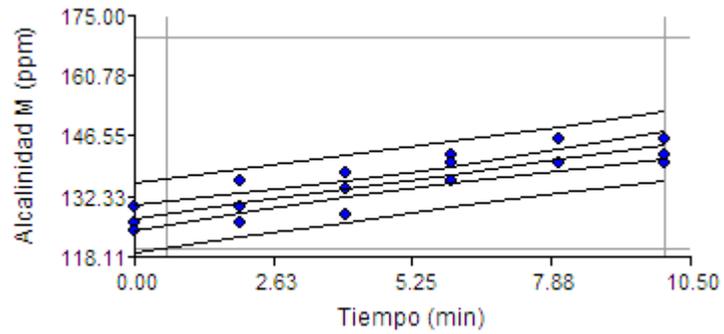
Fuente: elaboración propia.

Figura 320. **Alcalinidad P del desaireador en EDC**



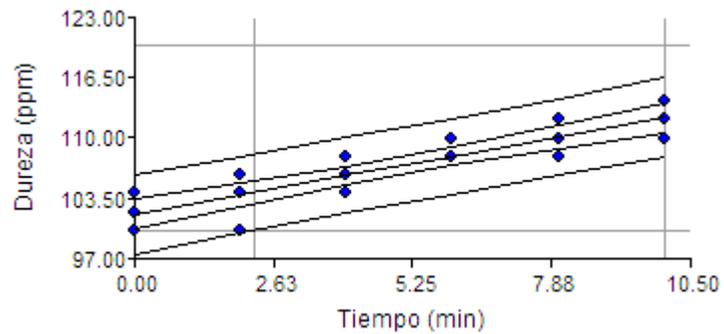
Fuente: elaboración propia.

Figura 321. **Alcalinidad M del desaireador en EDC**



Fuente: elaboración propia.

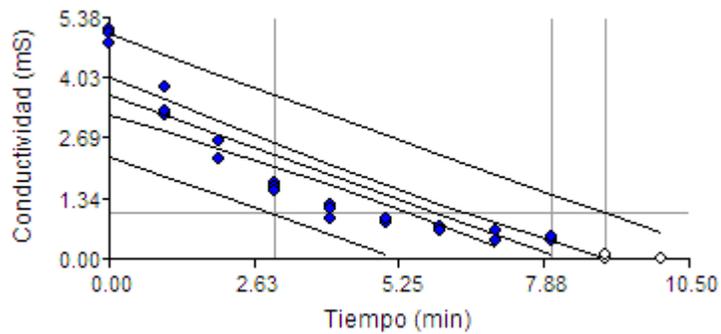
Figura 322. **Dureza del desaireador en EDC**



Fuente: elaboración propia.

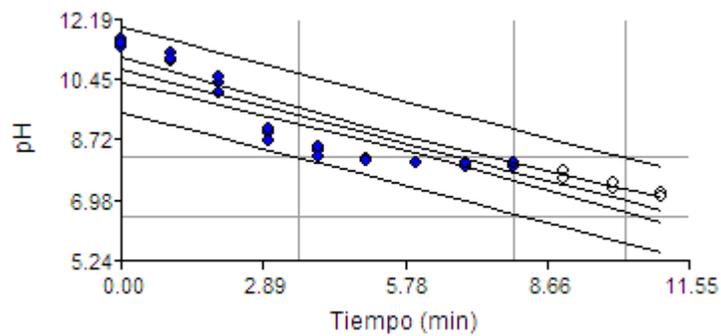
Los resultados de la caracterización de las distintas propiedades fisicoquímicas evaluadas de los *CIP* con desinfectante se presentan a continuación:

Figura 323. **Conductividad del tanque de agua en EDS**



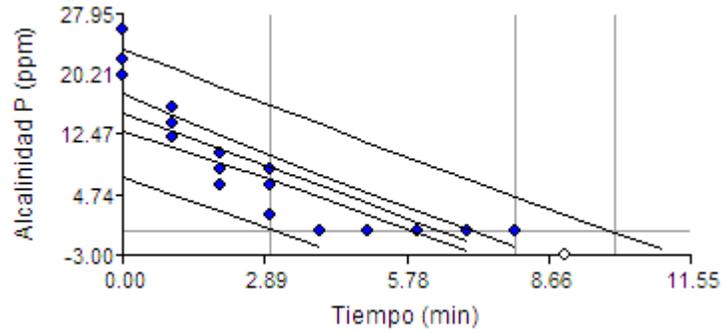
Fuente: elaboración propia.

Figura 324. **pH del tanque de agua en EDS**



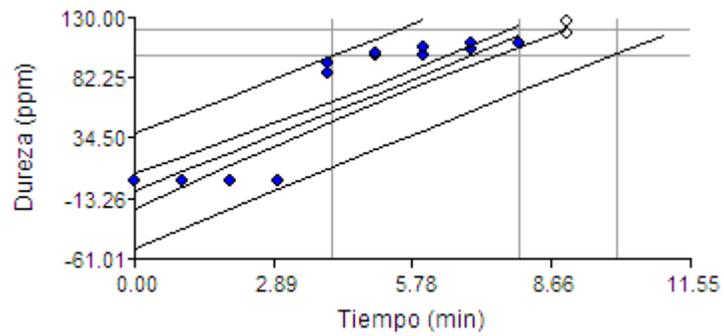
Fuente: elaboración propia.

Figura 325. **Alcalinidad P del tanque de agua en EDS**



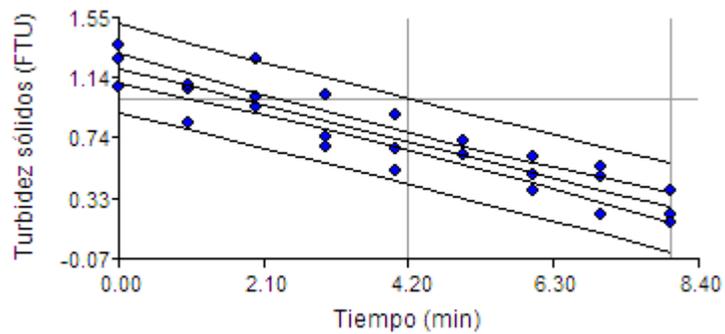
Fuente: elaboración propia.

Figura 326. **Dureza del tanque de agua en EDS**



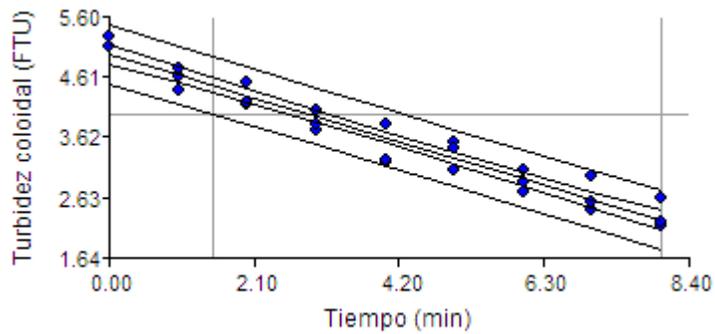
Fuente: elaboración propia.

Figura 327. **Turbidez de sólidos del tanque de agua en EDS**



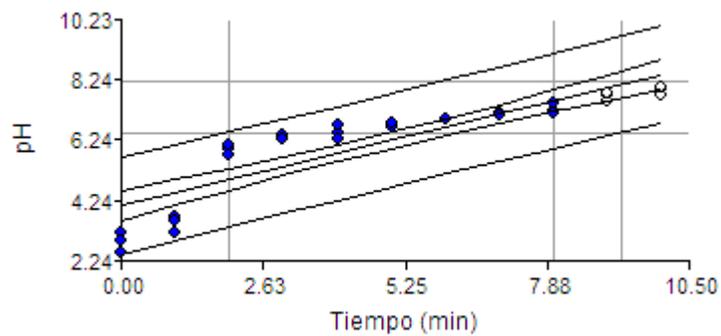
Fuente: elaboración propia.

Figura 328. **Turbidez coloidal del tanque de agua en EDS**



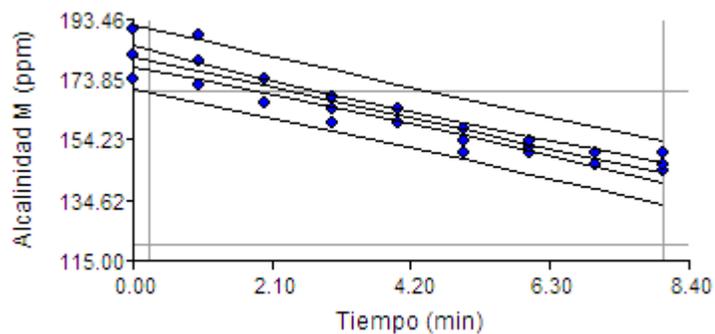
Fuente: elaboración propia.

Figura 329. **pH del tanque de agua en EDA**



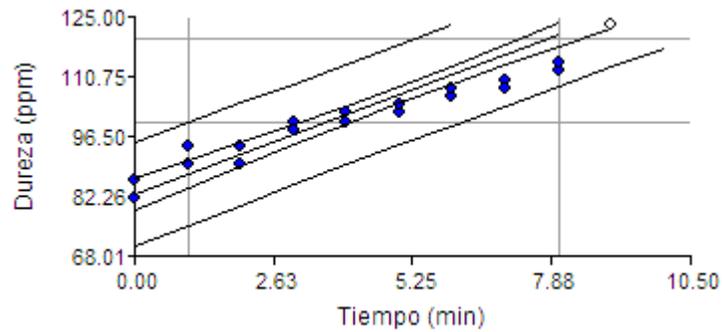
Fuente: elaboración propia.

Figura 330. **Alcalinidad M del tanque de agua en EDA**



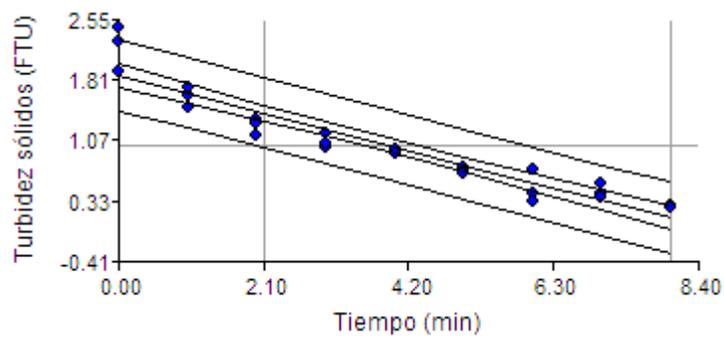
Fuente: elaboración propia.

Figura 331. Dureza del tanque de agua en EDA



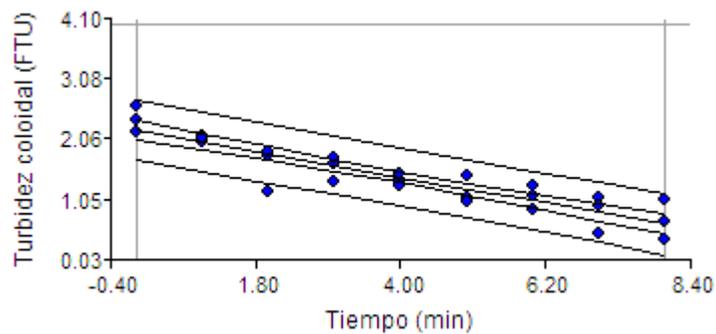
Fuente: elaboración propia.

Figura 332. Turbidez de sólidos del tanque de agua en EDA



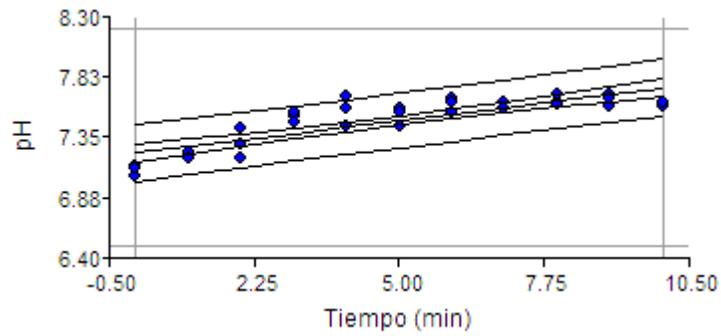
Fuente: elaboración propia.

Figura 333. Turbidez coloidal del tanque de agua en EDA



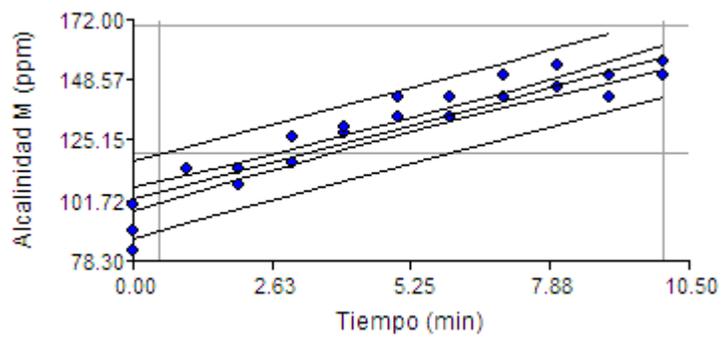
Fuente: elaboración propia.

Figura 334. **pH del tanque de agua en EDD**



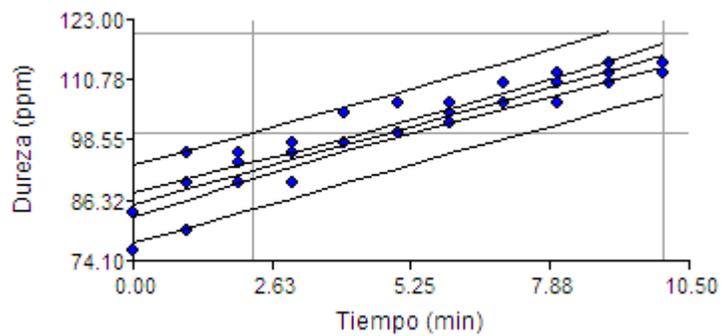
Fuente: elaboración propia.

Figura 335. **Alcalinidad M del tanque de agua en EDD**



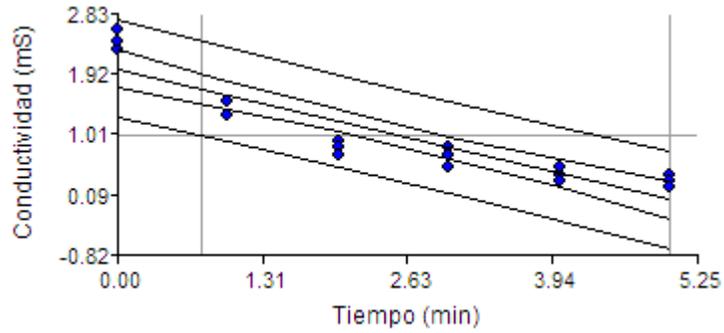
Fuente: elaboración propia.

Figura 336. **Dureza del tanque de agua en EDD**



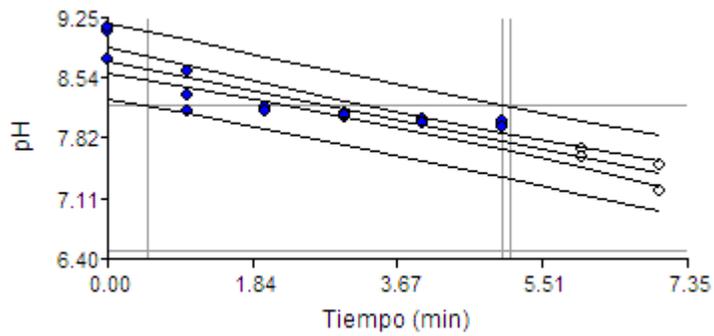
Fuente: elaboración propia.

Figura 337. **Conductividad del tanque reserva en EDS**



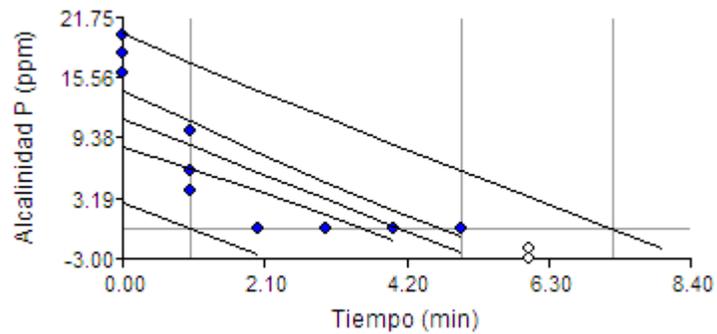
Fuente: elaboración propia.

Figura 338. **pH del tanque reserva en EDS**



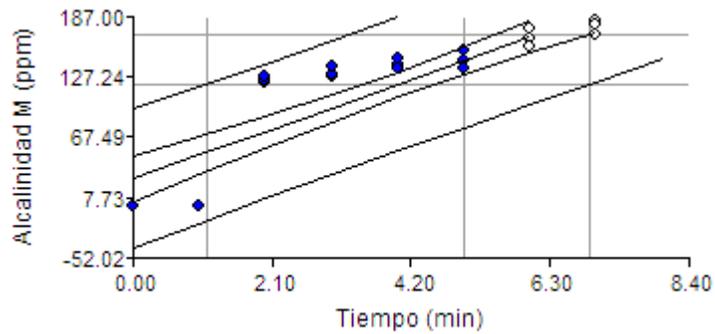
Fuente: elaboración propia.

Figura 339. **Alcalinidad P del tanque reserva en EDS**



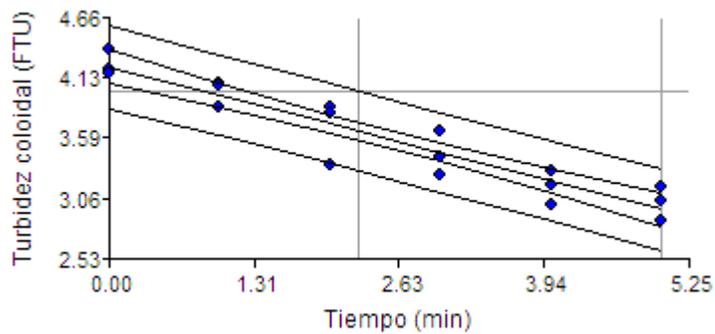
Fuente: elaboración propia.

Figura 340. **Alcalinidad M del tanque reserva en EDS**



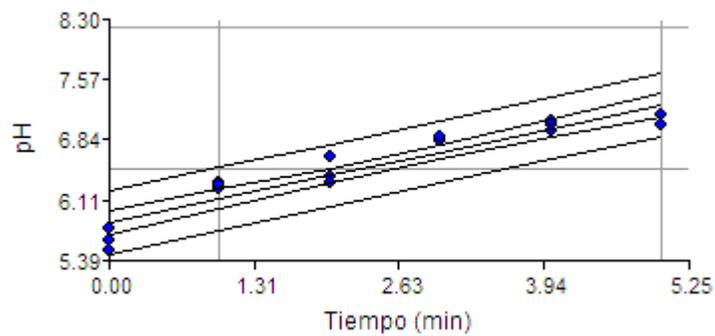
Fuente: elaboración propia.

Figura 341. **Turbidez coloidal del tanque de reserva en EDS**



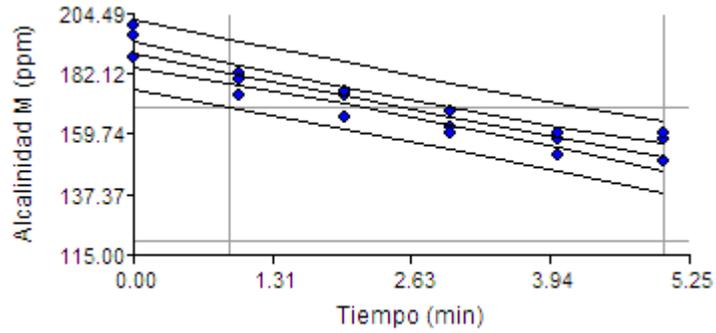
Fuente: elaboración propia.

Figura 342. **pH del tanque reserva en EDA**



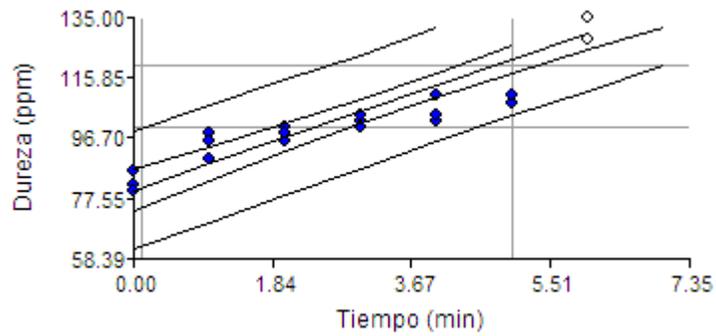
Fuente: elaboración propia.

Figura 343. **Alcalinidad M del tanque reserva en EDA**



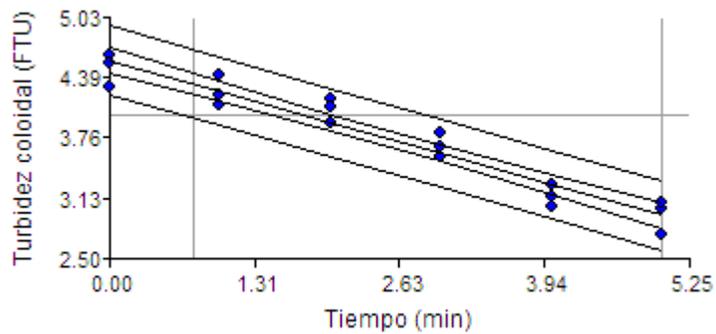
Fuente: elaboración propia.

Figura 344. **Dureza del tanque reserva en EDA**



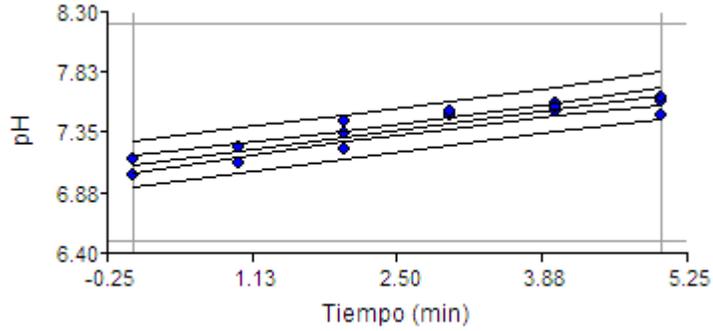
Fuente: elaboración propia.

Figura 345. **Turbidez coloidal del tanque reserva en EDA**



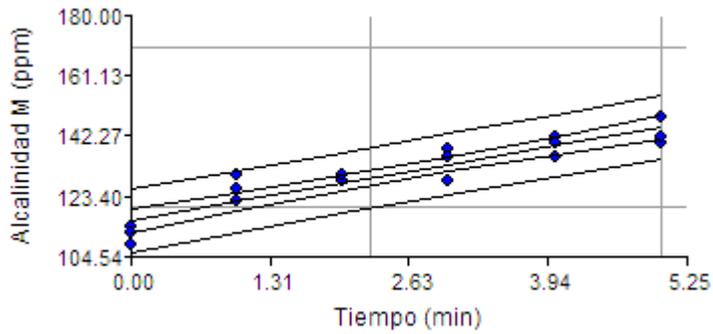
Fuente: elaboración propia.

Figura 346. **pH del tanque reserva en EDD**



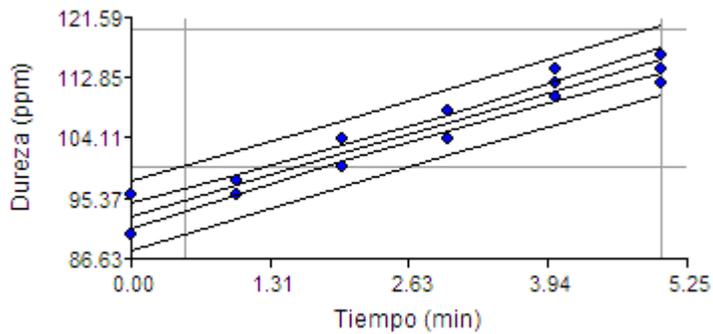
Fuente: elaboración propia.

Figura 347. **Alcalinidad M del tanque reserva en EDD**



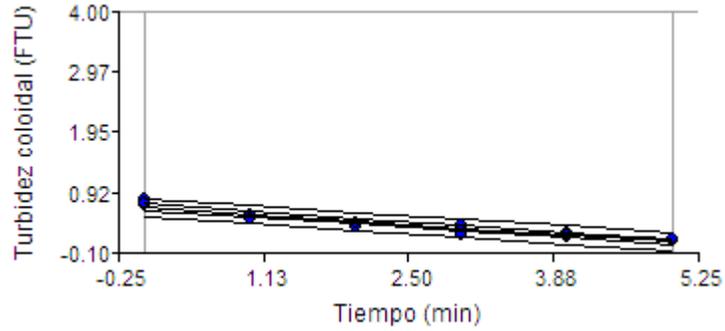
Fuente: elaboración propia.

Figura 348. **Dureza del tanque reserva en EDD**



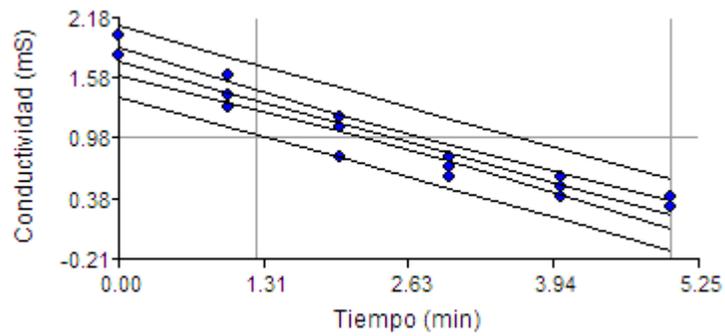
Fuente: elaboración propia.

Figura 349. **Turbidez coloidal del tanque reserva en EDD**



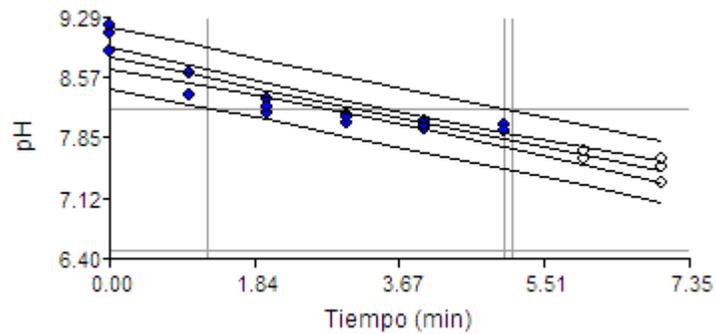
Fuente: elaboración propia.

Figura 350. **Conductividad del tanque de cerveza no filtrada en EDS**



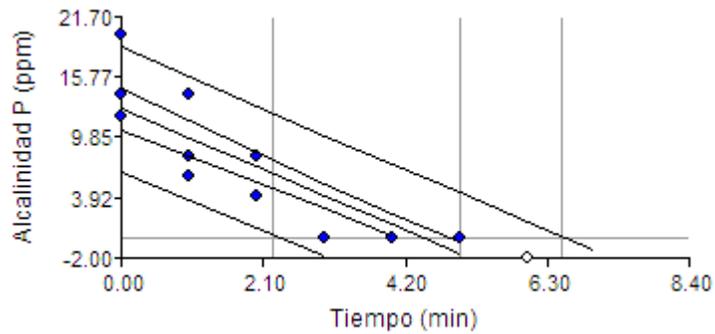
Fuente: elaboración propia.

Figura 351. **pH del tanque de cerveza no filtrado en EDS**



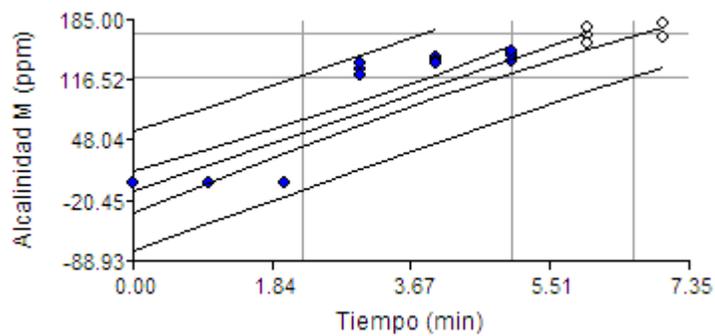
Fuente: elaboración propia.

Figura 352. **Alcalinidad P del tanque de cerveza no filtrada en EDS**



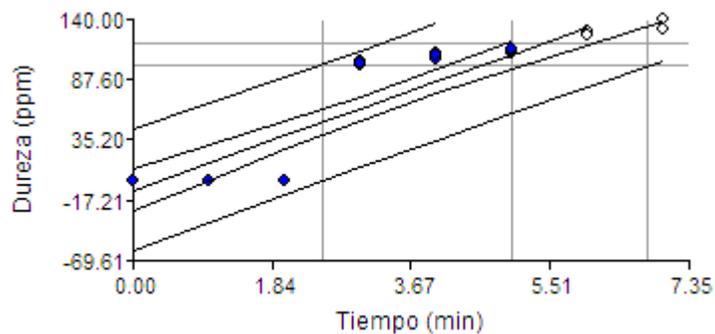
Fuente: elaboración propia.

Figura 353. **Alcalinidad M del tanque de cerveza no filtrada en EDS**



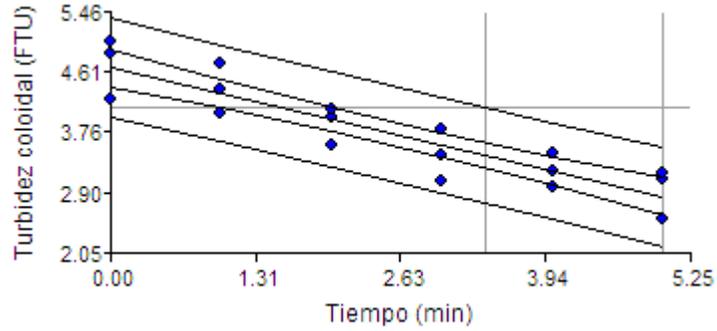
Fuente: elaboración propia.

Figura 354. **Dureza del tanque de cerveza no filtrada en EDS**



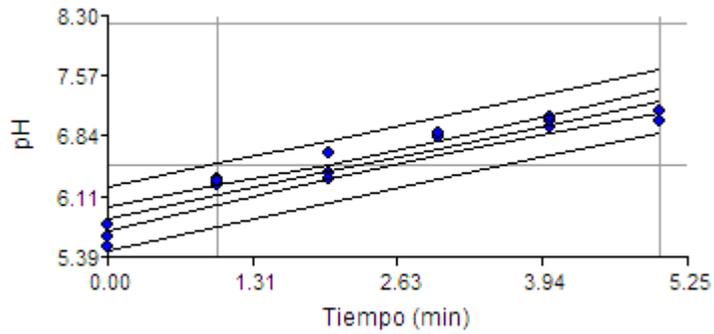
Fuente: elaboración propia.

Figura 355. **Turbidez coloidal del tanque de cerveza no filtrada en EDS**



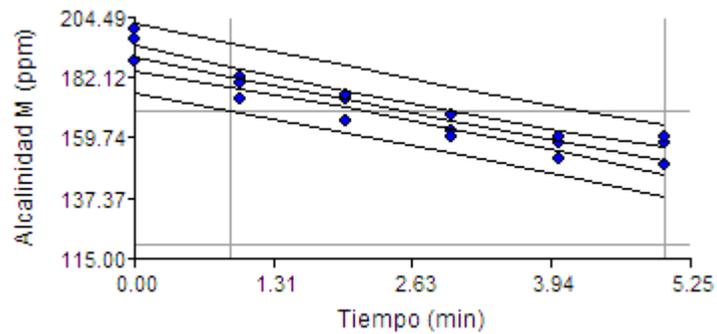
Fuente: elaboración propia.

Figura 356. **pH del tanque de cerveza no filtrada en EDA**



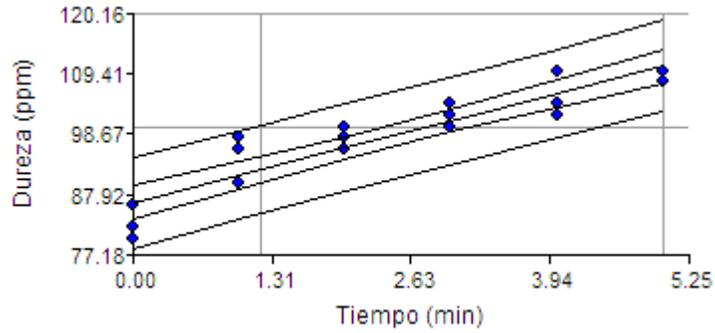
Fuente: elaboración propia.

Figura 357. **Alcalinidad M del tanque de cerveza no filtrada en EDA**



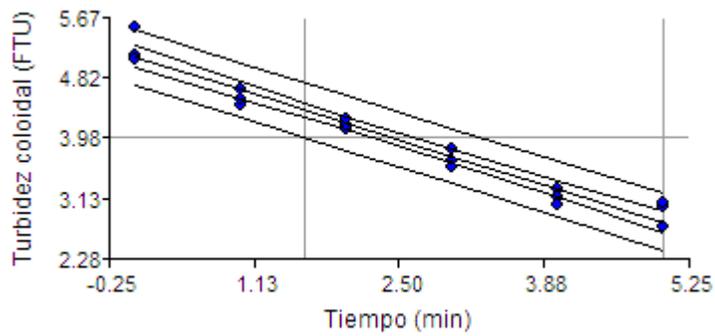
Fuente: elaboración propia.

Figura 358. **Dureza del tanque de cerveza no filtrada en EDA**



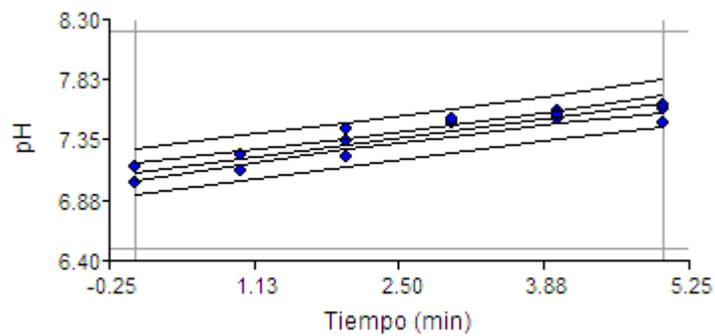
Fuente: elaboración propia.

Figura 359. **Turbidez coloidal del tanque de cerveza no filtrada en EDA**



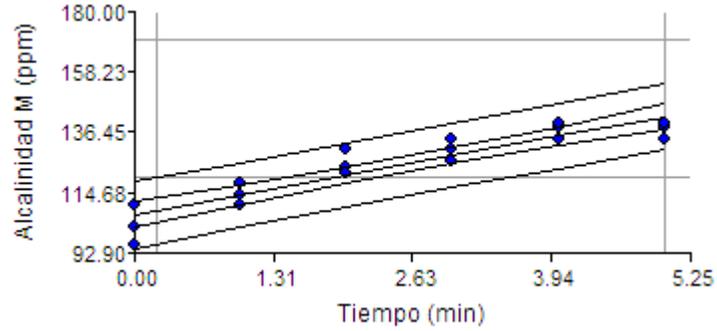
Fuente: elaboración propia.

Figura 360. **pH del tanque de cerveza no filtrada en EDD**



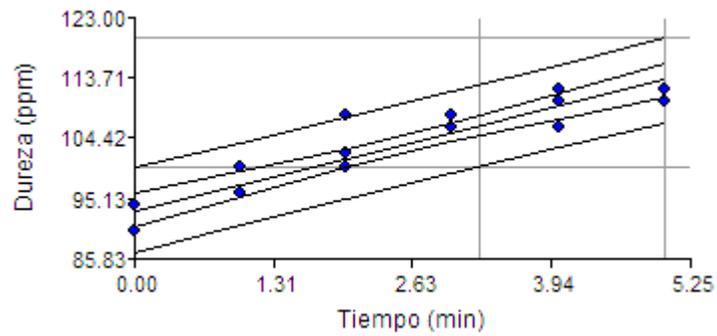
Fuente: elaboración propia.

Figura 361. **Alcalinidad M del tanque de cerveza no filtrada en EDD**



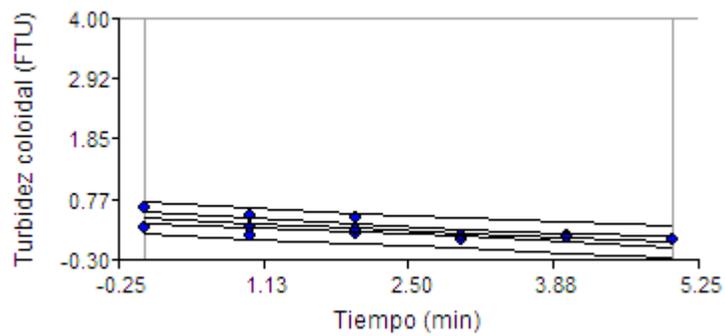
Fuente: elaboración propia.

Figura 362. **Dureza del tanque de cerveza no filtrada en EDD**



Fuente: elaboración propia.

Figura 363. **Turbidez coloidal del tanque de cerveza no filtrada en EDD**



Fuente: elaboración propia.

- Distribución:

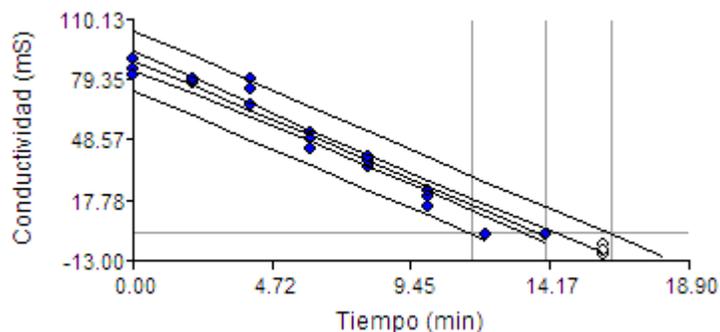
Los CIP del área de distribución constan de un último enjuague con desinfectante, se abarcan los siguientes equipos:

- Salón de llenado A
- Salón de llenado B
- Salón de llenado C
- Salón de llenado D
- Salón de barriles
- Tubería de refiltración
- Tanque de cerveza

Sin embargo, el tanque de cerveza posee la particularidad de que los enjuagues se terminan mediante acción de gravedad, por lo que no se requiere un enjuague completo de agua; razón por la cual este equipo se descarta del análisis y optimización.

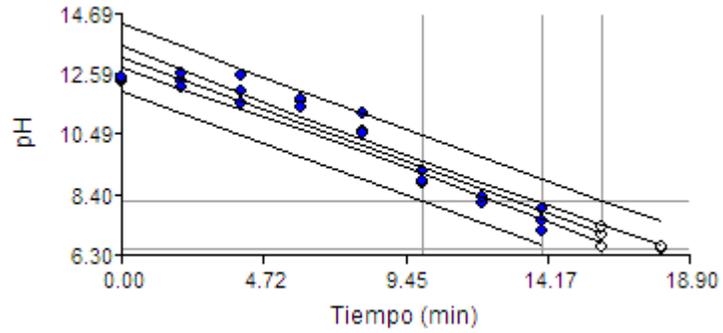
Los resultados de la caracterización de las distintas propiedades fisicoquímicas evaluadas de los CIP se presentan a continuación:

Figura 364. **Conductividad del salón A en EDS**



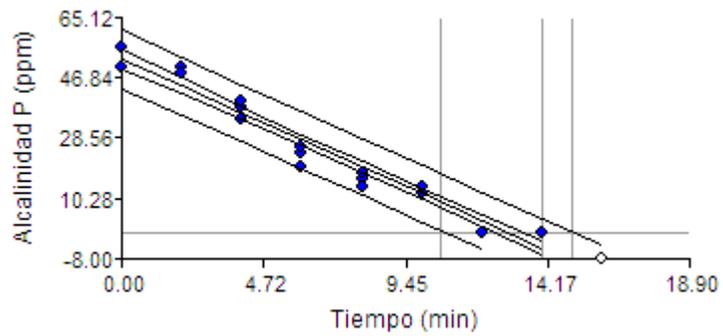
Fuente: elaboración propia.

Figura 365. **pH del salón A en EDS**



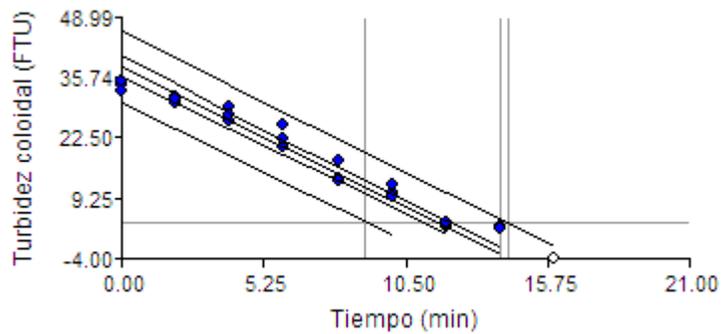
Fuente: elaboración propia.

Figura 366. **Alcalinidad P del salón A en EDS**



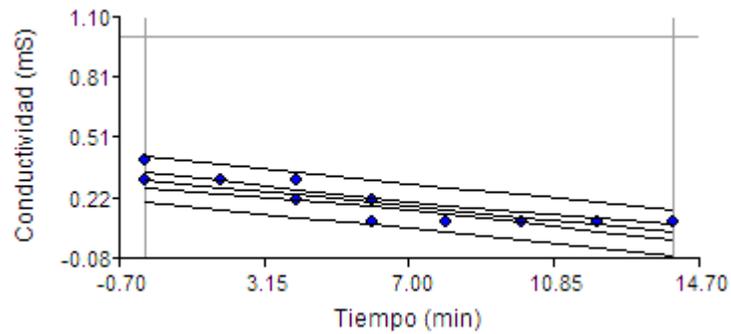
Fuente: elaboración propia.

Figura 367. **Turbidez coloidal del salón A en EDS**



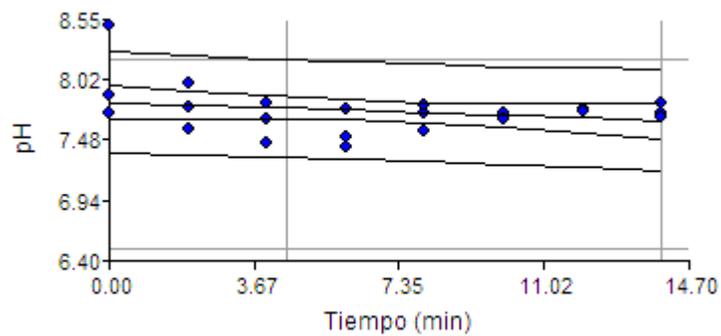
Fuente: elaboración propia.

Figura 368. **Conductividad del salón A en EDA**



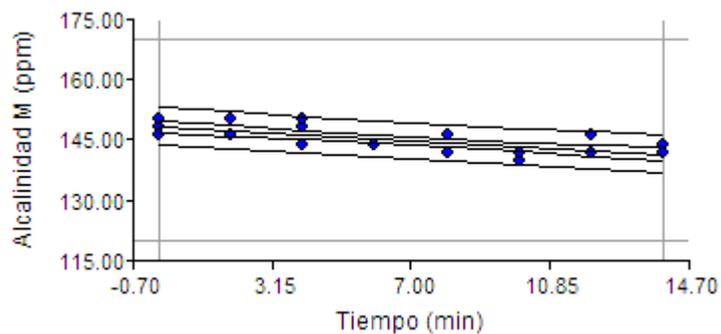
Fuente: elaboración propia.

Figura 369. **pH del salón A en EDA**



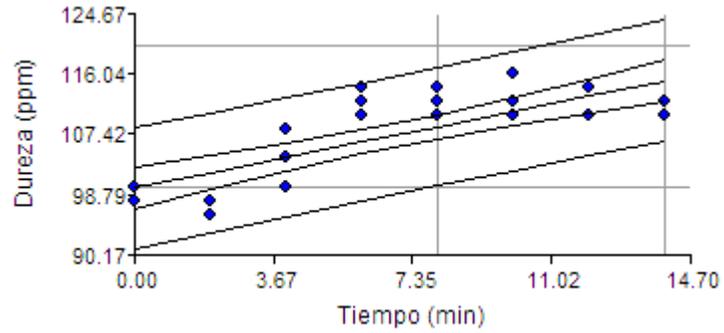
Fuente: elaboración propia.

Figura 370. **Alcalinidad M del salón A en EDA**



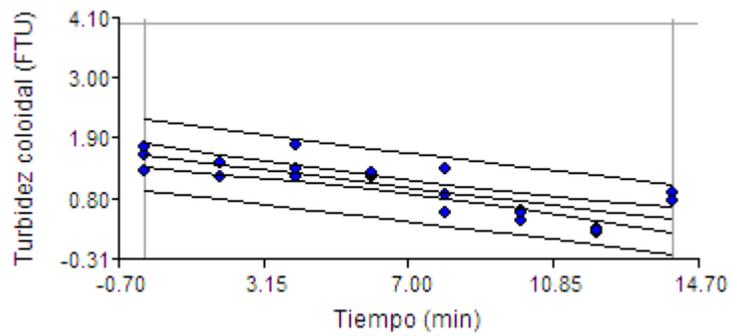
Fuente: elaboración propia.

Figura 371. Dureza del salón A en EDA



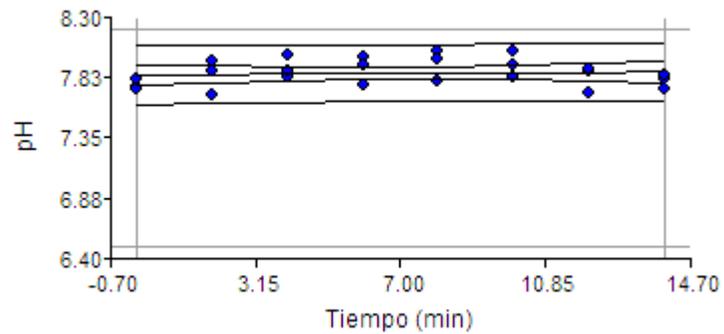
Fuente: elaboración propia.

Figura 372. Turbidez coloidal del salón A en EDA



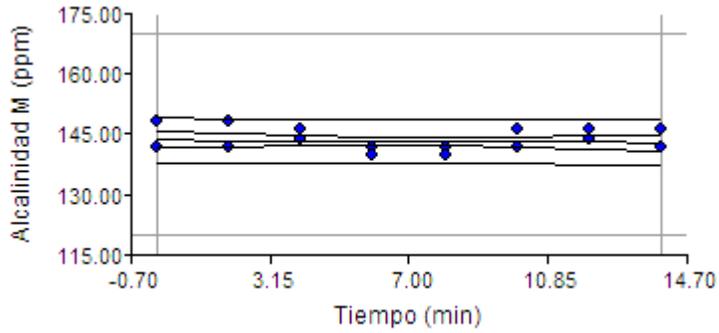
Fuente: elaboración propia.

Figura 373. pH del salón A en EDD



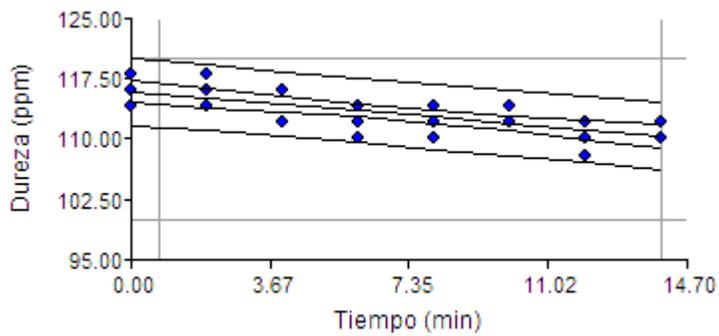
Fuente: elaboración propia.

Figura 374. **Alcalinidad M del salón A en EDD**



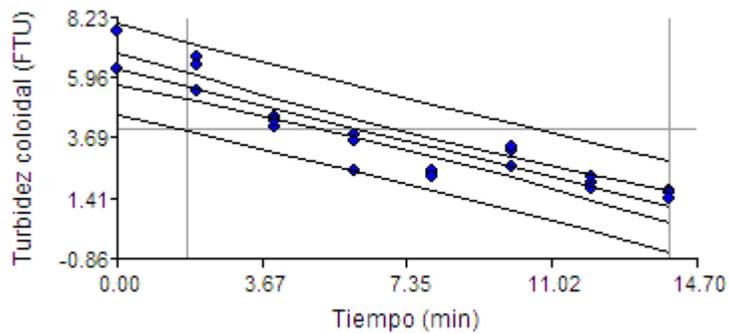
Fuente: elaboración propia.

Figura 375. **Dureza del salón A en EDD**



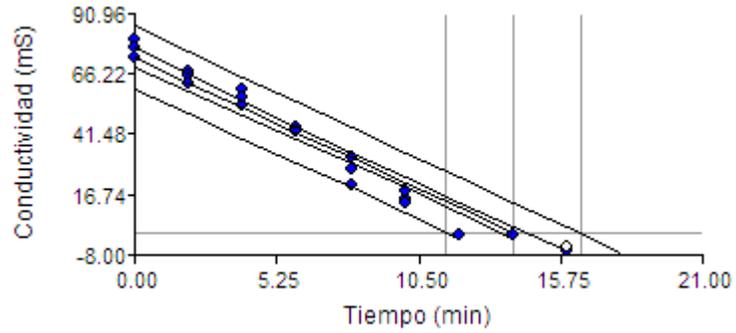
Fuente: elaboración propia.

Figura 376. **Turbidez coloidal del salón A en EDD**



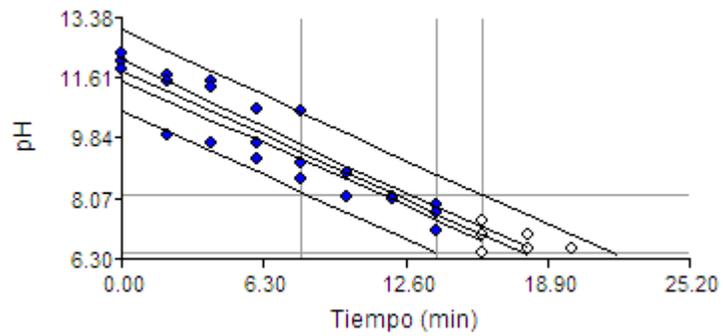
Fuente: elaboración propia.

Figura 377. **Conductividad del salón B en EDS**



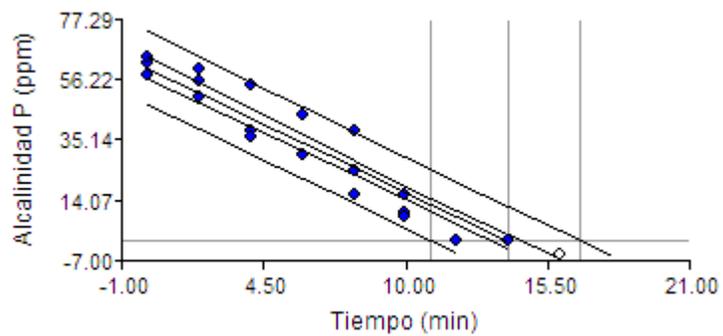
Fuente: elaboración propia.

Figura 378. **pH del salón B en EDS**



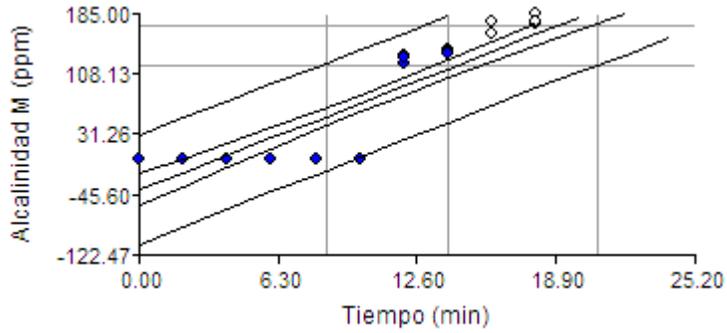
Fuente: elaboración propia.

Figura 379. **Alcalinidad P del salón B en EDS**



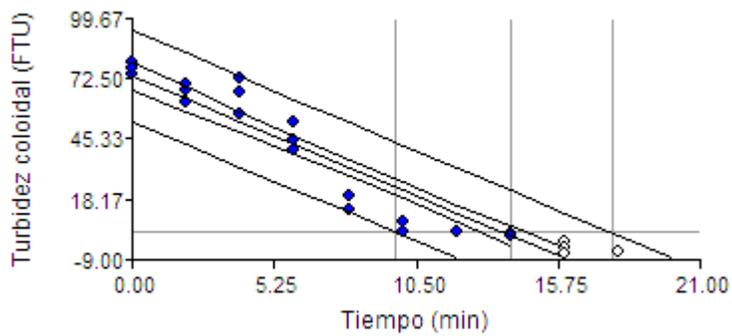
Fuente: elaboración propia.

Figura 380. **Alcalinidad M del salón B en EDS**



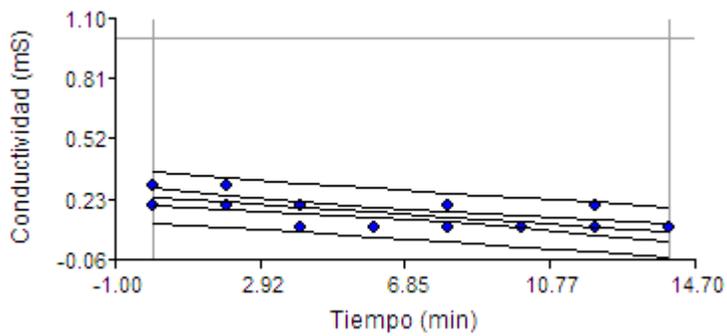
Fuente: elaboración propia.

Figura 381. **Turbidez coloidal del salón B en EDS**



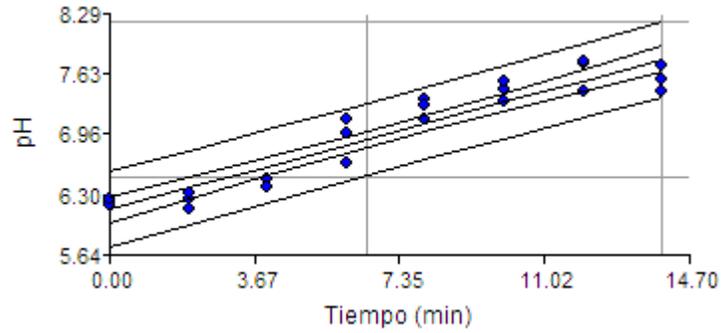
Fuente: elaboración propia.

Figura 382. **Conductividad del salón B en EDA**



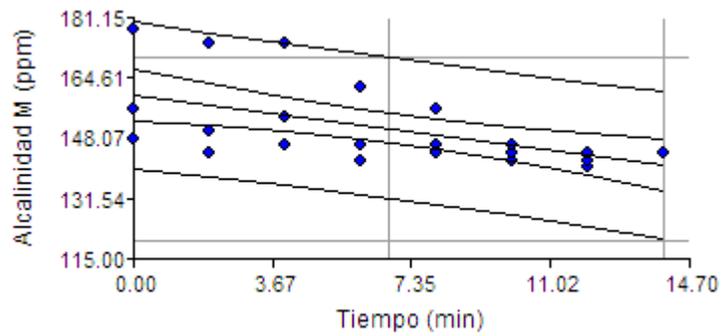
Fuente: elaboración propia.

Figura 383. pH del salón B en EDA



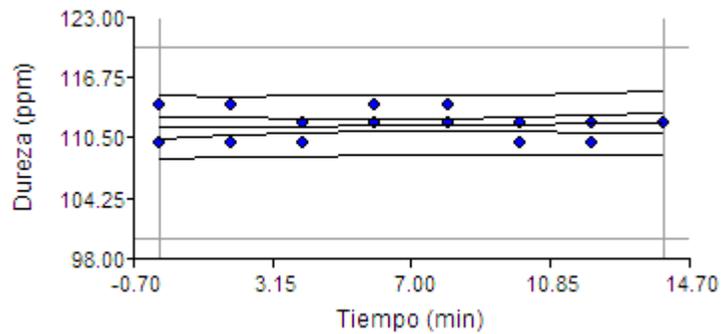
Fuente: elaboración propia.

Figura 384. Alcalinidad M del salón B en EDA



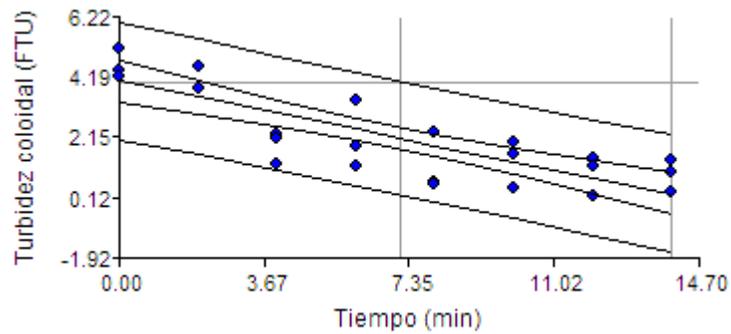
Fuente: elaboración propia.

Figura 385. Dureza del salón B en EDA



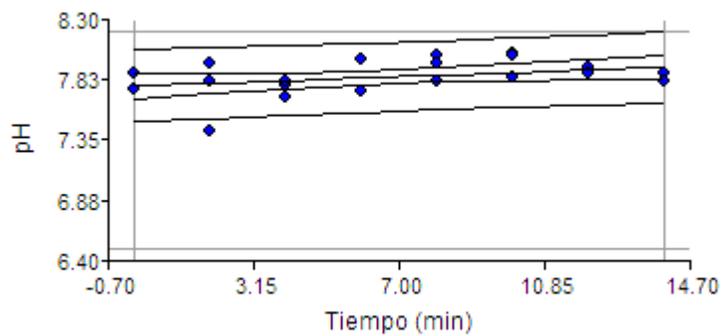
Fuente: elaboración propia.

Figura 386. **Turbidez coloidal del salón B en EDA**



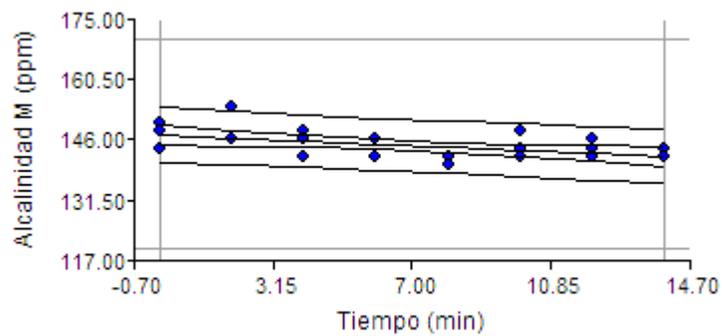
Fuente: elaboración propia.

Figura 387. **pH del salón B en EDD**



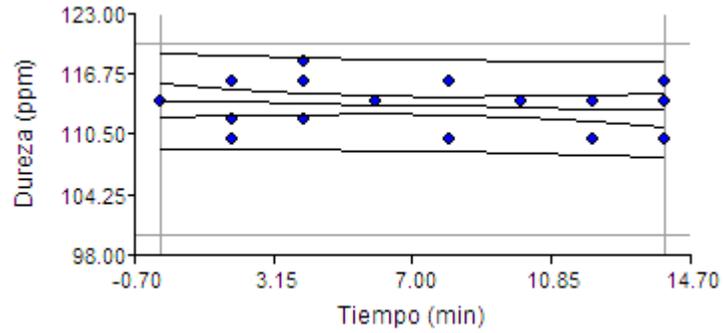
Fuente: elaboración propia.

Figura 388. **Alcalinidad M del salón B en EDD**



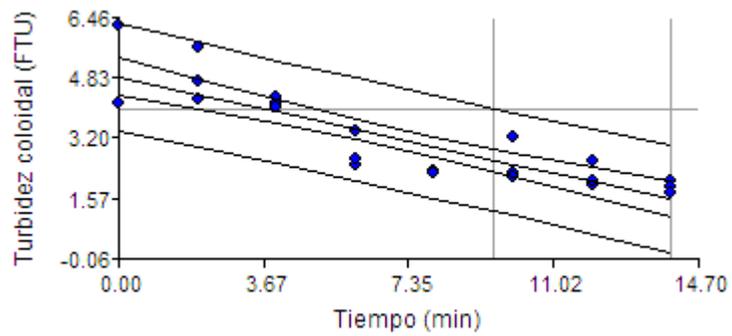
Fuente: elaboración propia.

Figura 389. Dureza del salón B en EDD



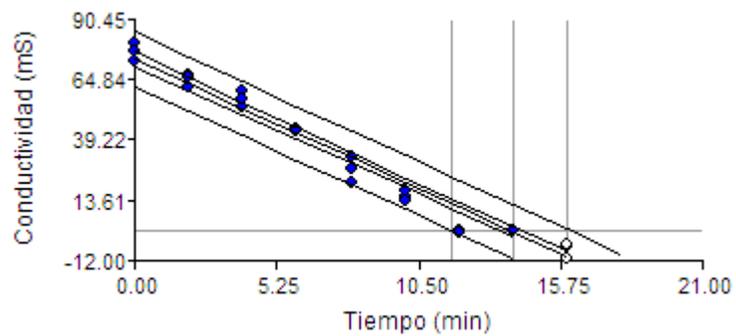
Fuente: elaboración propia.

Figura 390. Turbidez coloidal del salón B en EDD



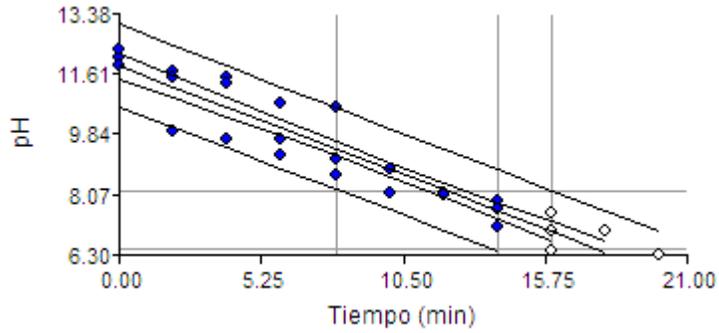
Fuente: elaboración propia.

Figura 391. Conductividad del salón C en EDS



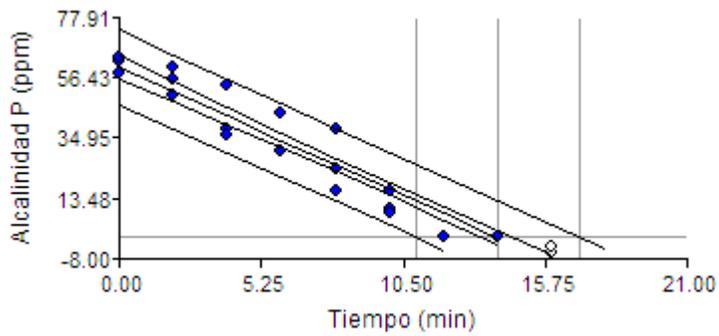
Fuente: elaboración propia.

Figura 392. **pH del salón C en EDS**



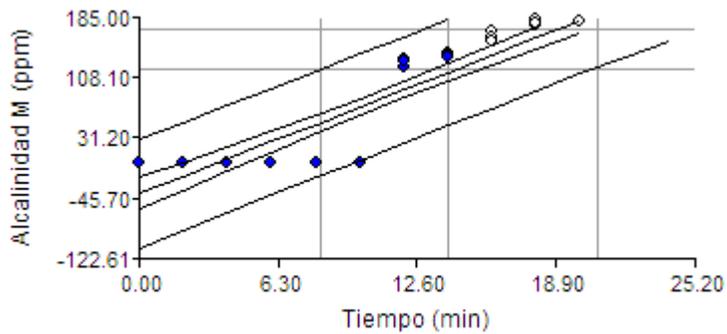
Fuente: elaboración propia.

Figura 393. **Alcalinidad P del salón C en EDS**



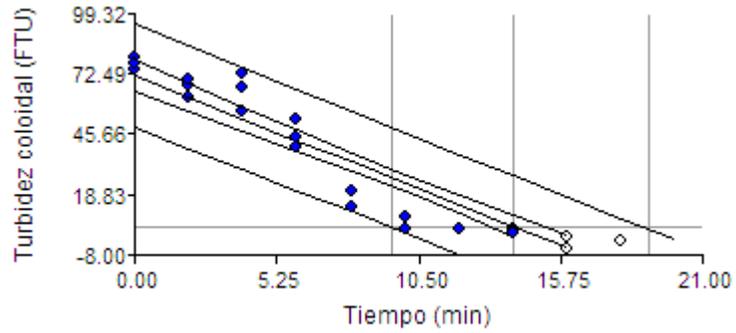
Fuente: elaboración propia.

Figura 394. **Alcalinidad M del salón C en EDS**



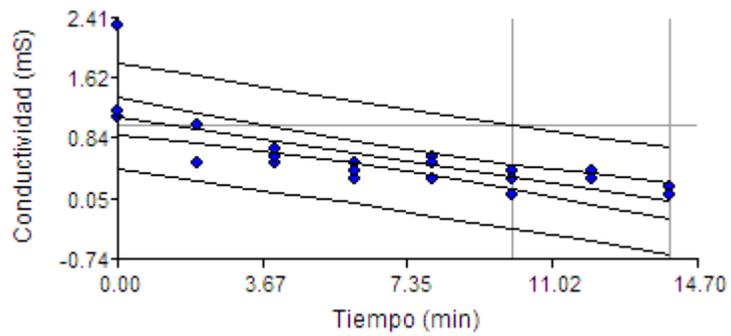
Fuente: elaboración propia.

Figura 395. **Turbidez coloidal del salón C en EDS**



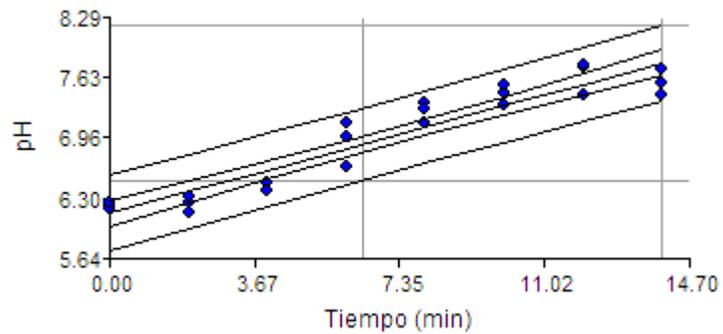
Fuente: elaboración propia.

Figura 396. **Conductividad del salón C en EDA**



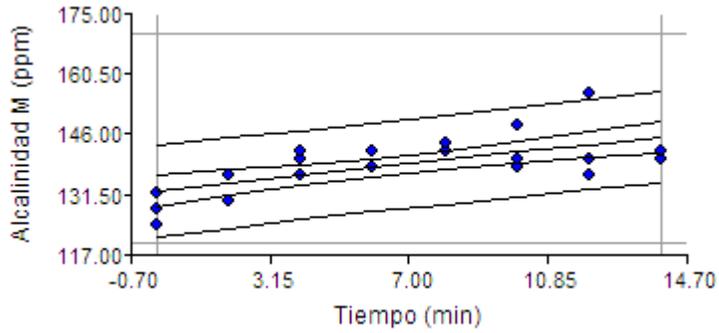
Fuente: elaboración propia.

Figura 397. **pH del salón C en EDA**



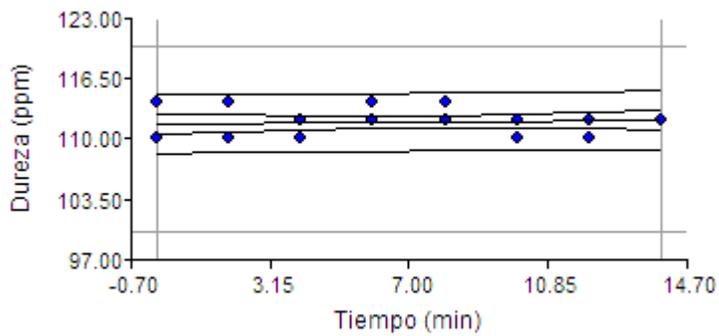
Fuente: elaboración propia.

Figura 398. Alcalinidad M del salón C en EDA



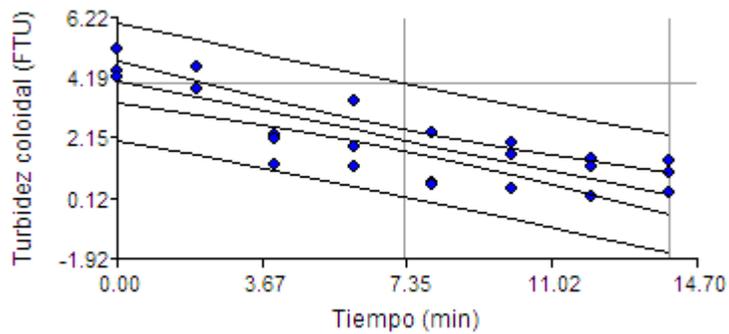
Fuente: elaboración propia.

Figura 399. Dureza del salón C en EDA



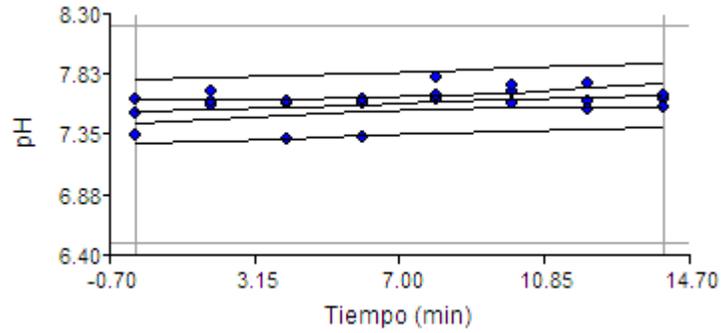
Fuente: elaboración propia.

Figura 400. Turbidez coloidal del salón C en EDA



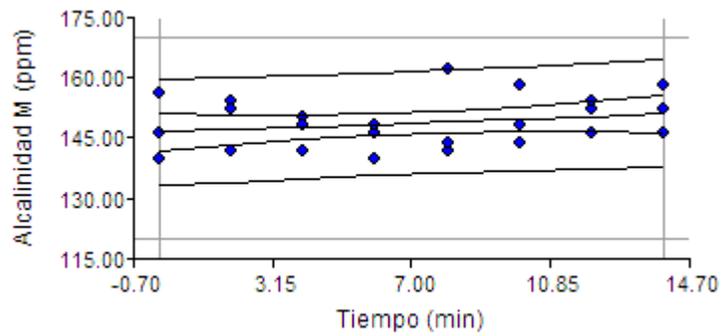
Fuente: elaboración propia.

Figura 401. **pH del salón C en EDD**



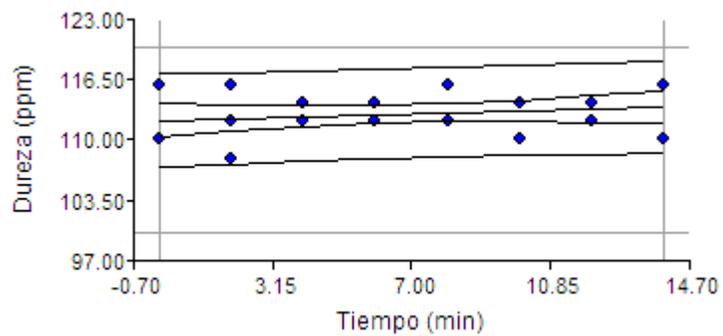
Fuente: elaboración propia.

Figura 402. **Alcalinidad M del salón C en EDD**



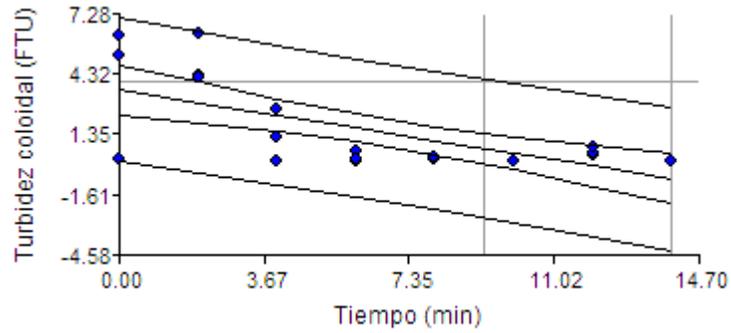
Fuente: elaboración propia.

Figura 403. **Dureza del salón C en EDD**



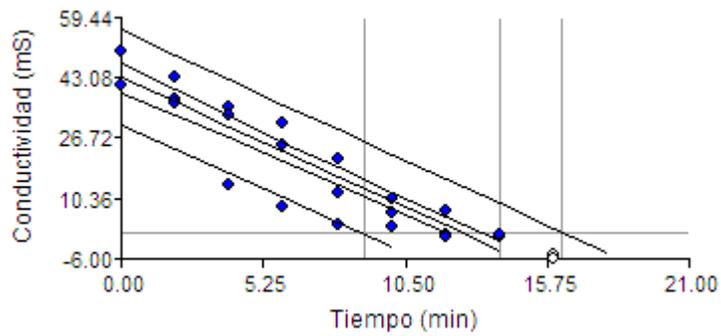
Fuente: elaboración propia.

Figura 404. **Turbidez coloidal del salón C en EDD**



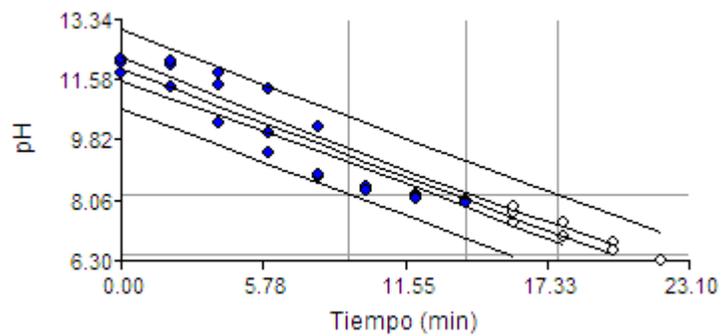
Fuente: elaboración propia.

Figura 405. **Conductividad del salón D en EDS**



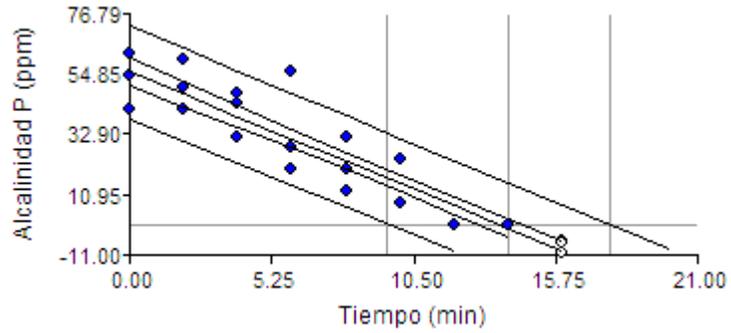
Fuente: elaboración propia.

Figura 406. **pH del salón D en EDS**



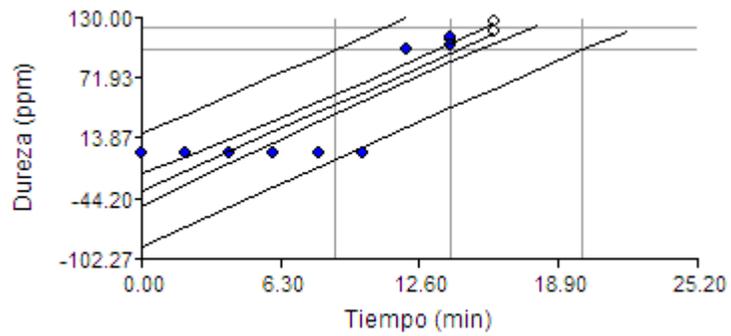
Fuente: elaboración propia.

Figura 407. **Alcalinidad P del salón D en EDS**



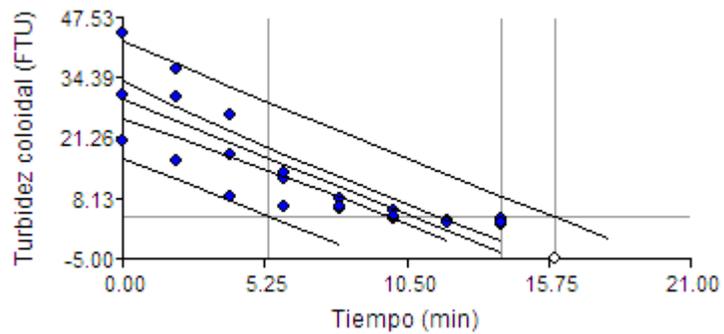
Fuente: elaboración propia.

Figura 408. **Dureza del salón D en EDS**



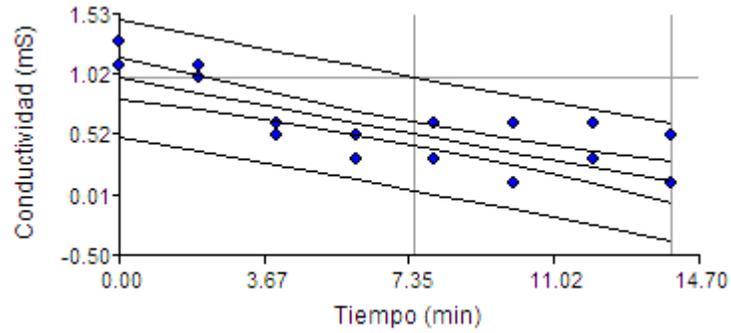
Fuente: elaboración propia.

Figura 409. **Turbidez coloidal del salón D en EDS**



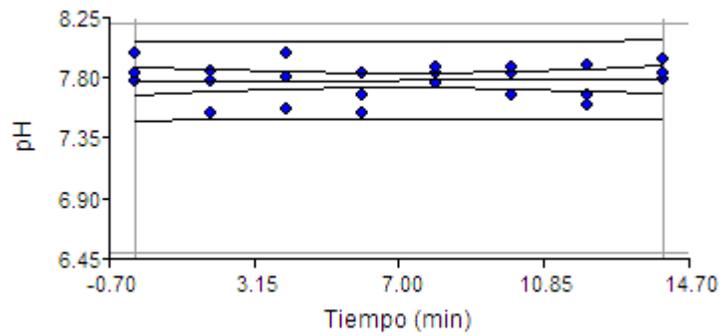
Fuente: elaboración propia.

Figura 410. **Conductividad del salón D en EDA**



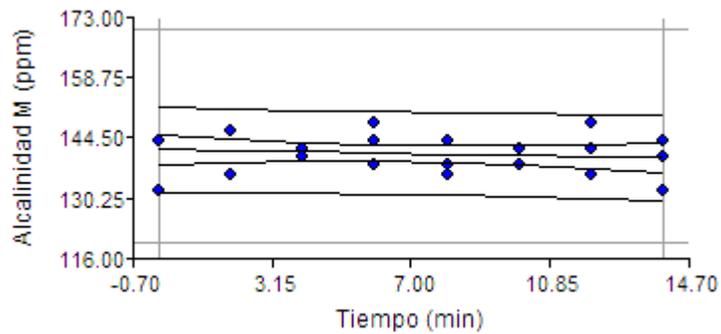
Fuente: elaboración propia.

Figura 411. **pH del salón D en EDA**



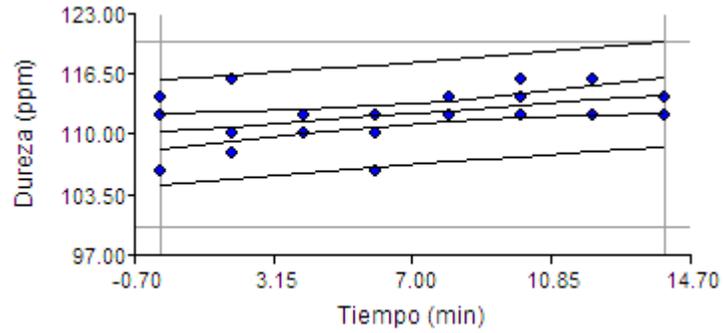
Fuente: elaboración propia.

Figura 412. **Alcalinidad M del salón D en EDA**



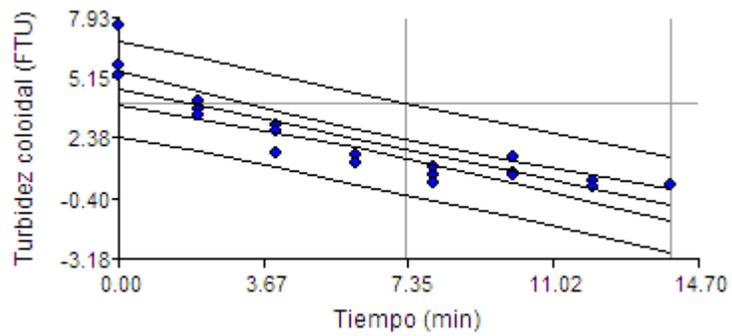
Fuente: elaboración propia.

Figura 413. Dureza del salón D en EDA



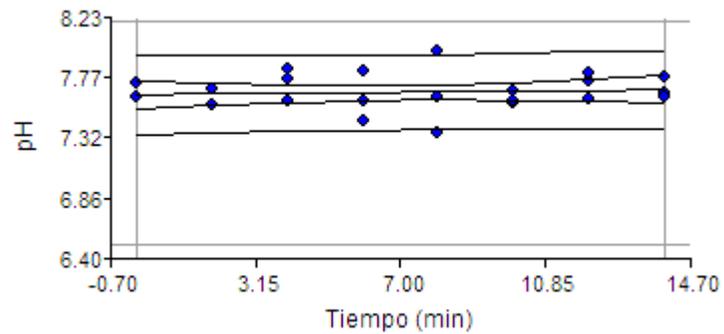
Fuente: elaboración propia.

Figura 414. Turbidez coloidal del salón D en EDA



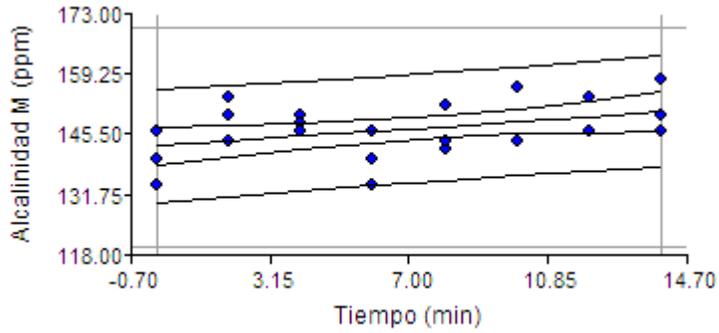
Fuente: elaboración propia.

Figura 415. pH del salón D en EDD



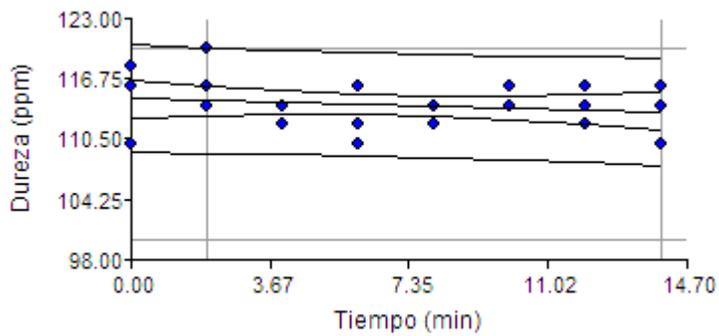
Fuente: elaboración propia.

Figura 416. **Alcalinidad M del salón D en EDD**



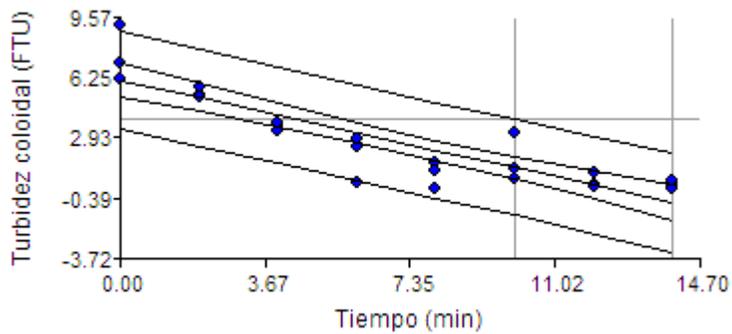
Fuente: elaboración propia.

Figura 417. **Dureza del salón D en EDD**



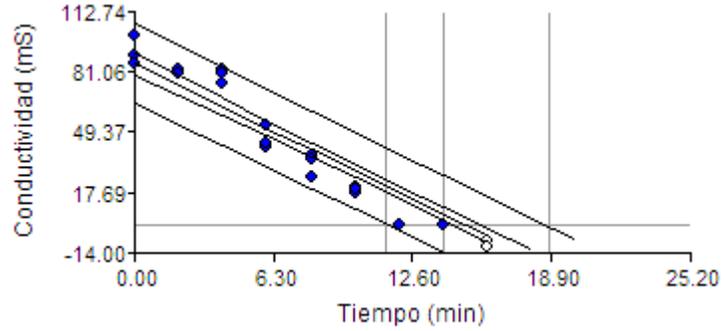
Fuente: elaboración propia.

Figura 418. **Turbidez coloidal del salón D en EDD**



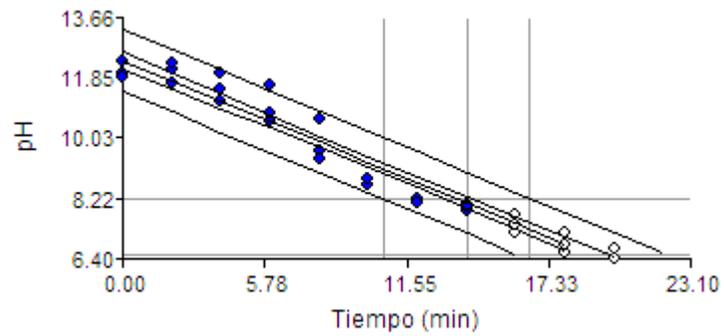
Fuente: elaboración propia.

Figura 419. **Conductividad del salón de barriles en EDS**



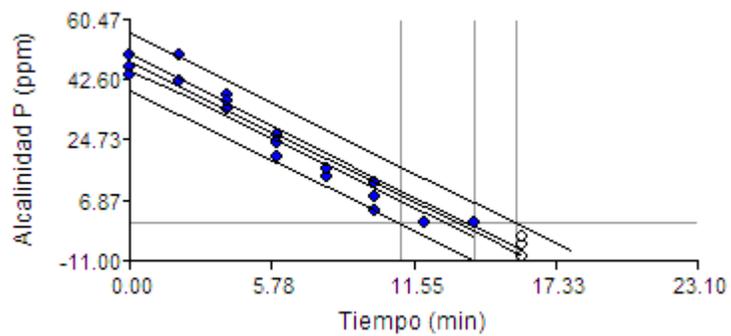
Fuente: elaboración propia.

Figura 420. **pH del salón de barriles en EDS**



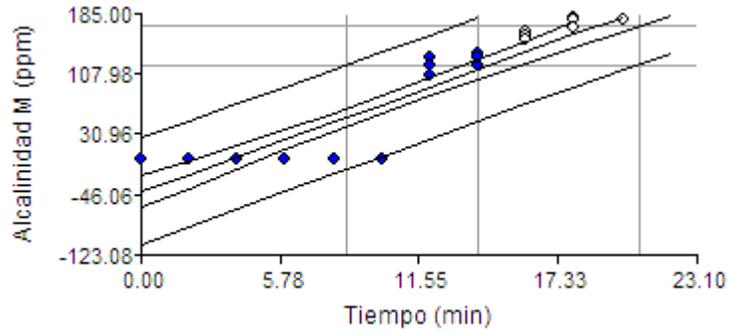
Fuente: elaboración propia.

Figura 421. **Alcalinidad P del salón de barriles en EDS**



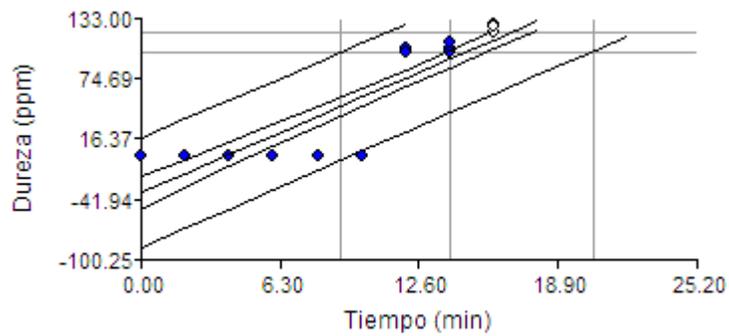
Fuente: elaboración propia.

Figura 422. **Alcalinidad M del salón de barriles en EDS**



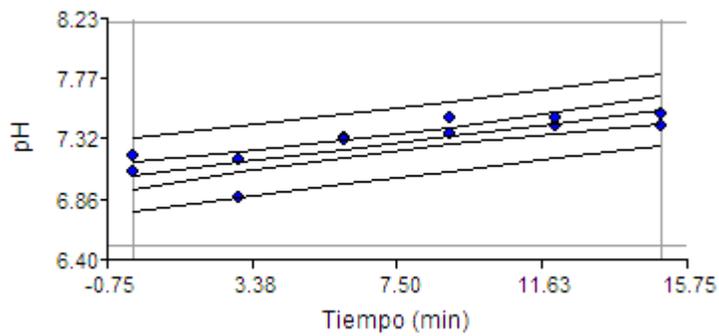
Fuente: elaboración propia.

Figura 423. **Dureza del salón de barriles en EDS**



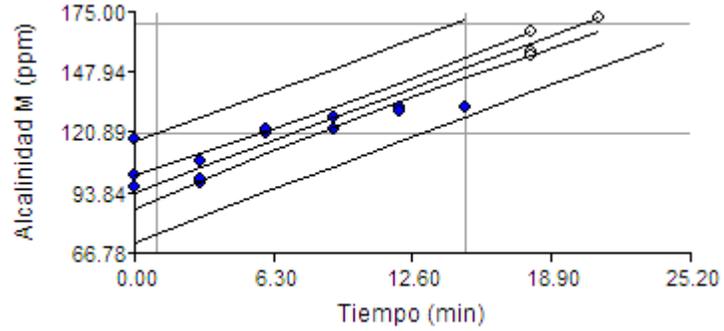
Fuente: elaboración propia.

Figura 424. **pH del salón de barriles en EDA**



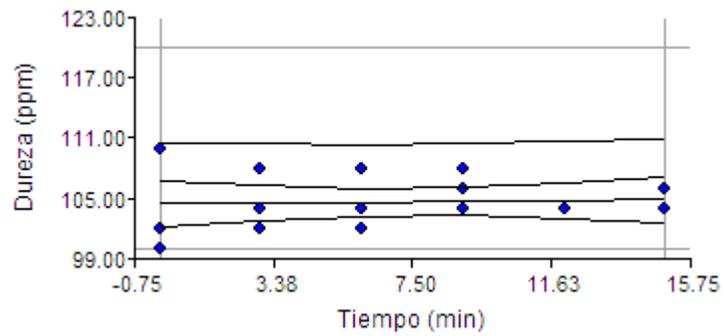
Fuente: elaboración propia.

Figura 425. **Alcalinidad M del salón de barriles en EDA**



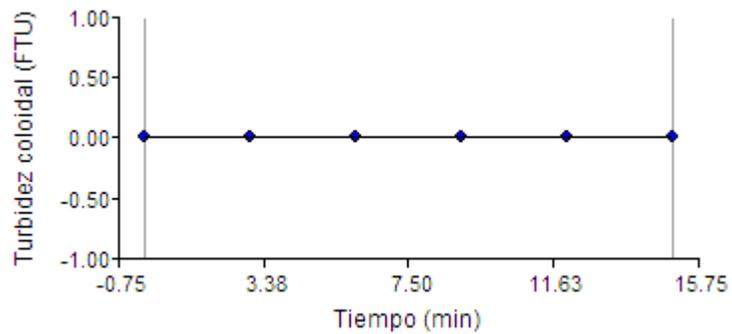
Fuente: elaboración propia.

Figura 426. **Dureza del salón de barriles en EDA**



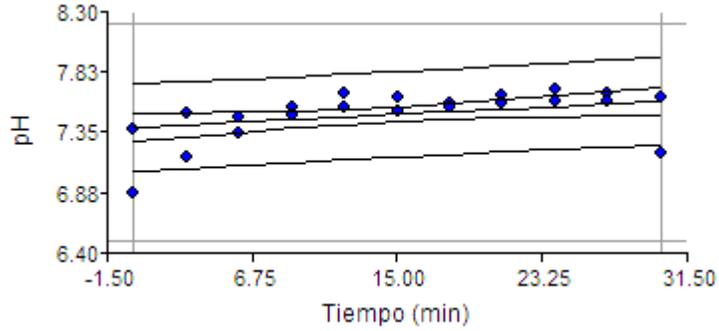
Fuente: elaboración propia.

Figura 427. **Turbidez coloidal del salón de barriles en EDA**



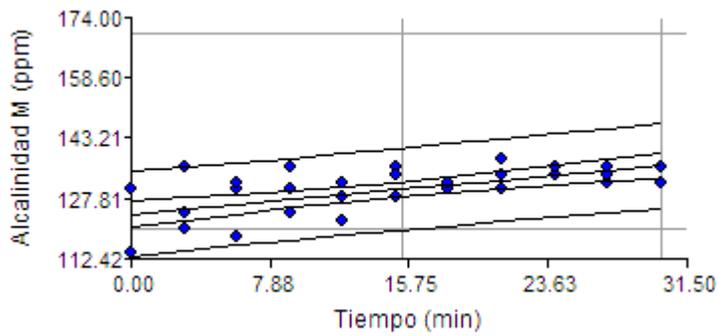
Fuente: elaboración propia.

Figura 428. **pH del salón de barriles en EDD**



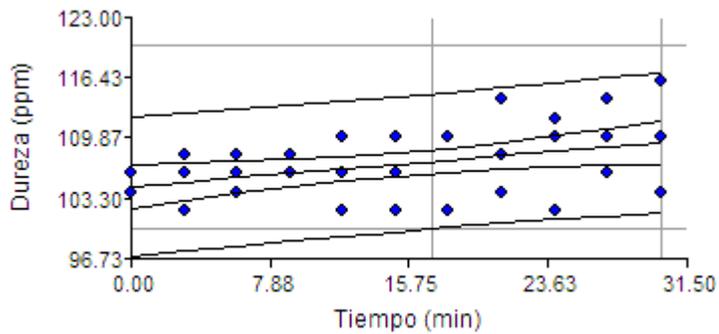
Fuente: elaboración propia.

Figura 429. **Alcalinidad M del salón de barriles en EDD**



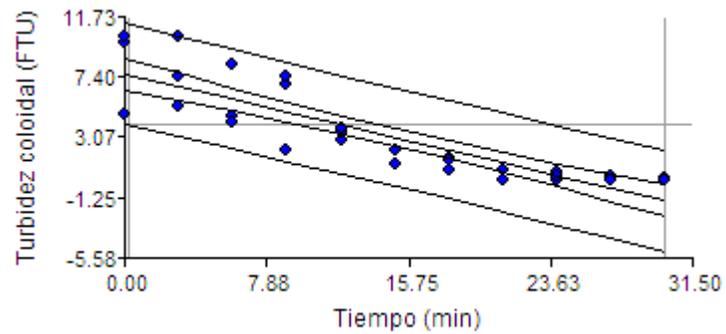
Fuente: elaboración propia.

Figura 430. **Dureza del salón de barriles en EDD**



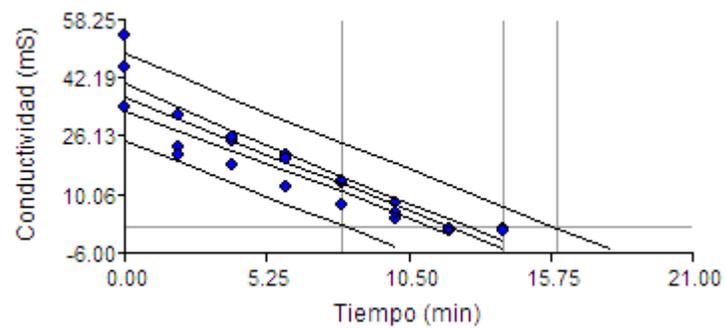
Fuente: elaboración propia.

Figura 431. **Turbidez coloidal del salón de barriles en EDD**



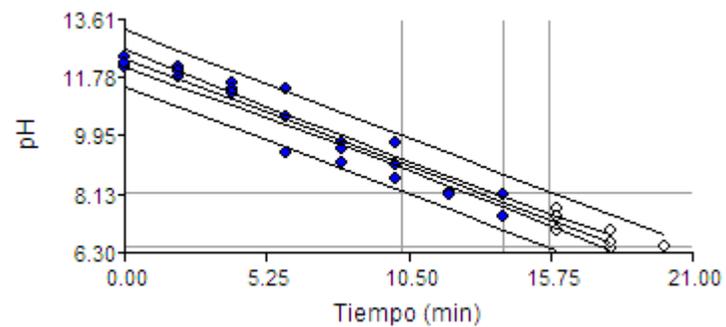
Fuente: elaboración propia.

Figura 432. **Conductividad de la tubería de refiltración en EDS**



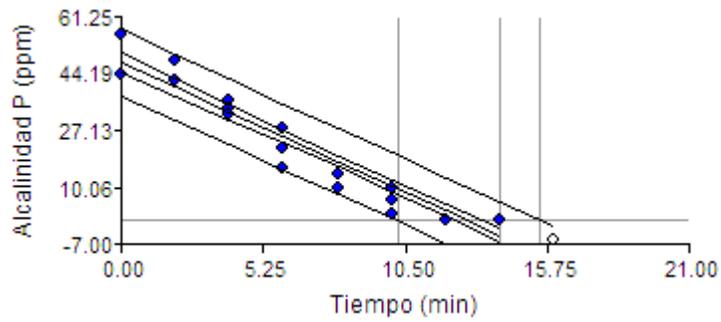
Fuente: elaboración propia.

Figura 433. **pH de la tubería de refiltración en EDS**



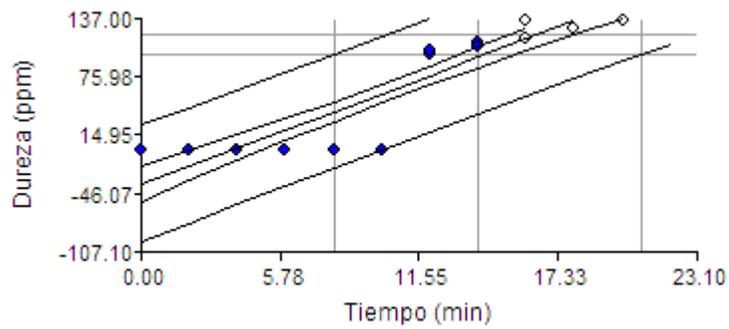
Fuente: elaboración propia.

Figura 434. **Alcalinidad P de la tubería de refiltración en EDS**



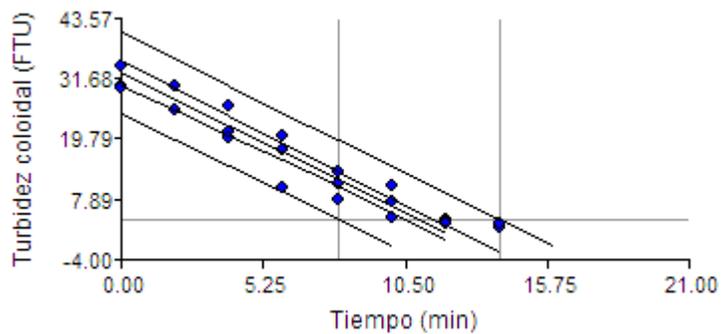
Fuente: elaboración propia.

Figura 435. **Dureza de la tubería de refiltración en EDS**



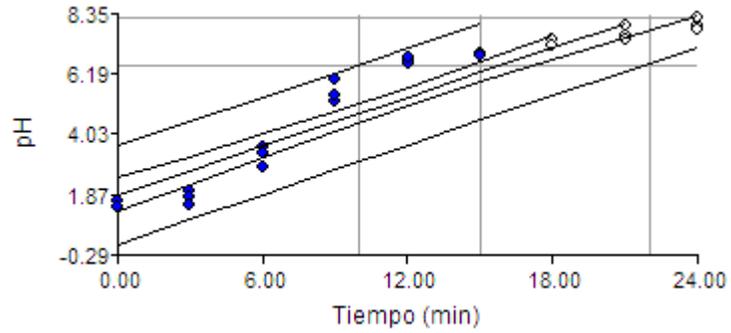
Fuente: elaboración propia.

Figura 436. **Turbidez coloidal de la tubería de refiltración en EDS**



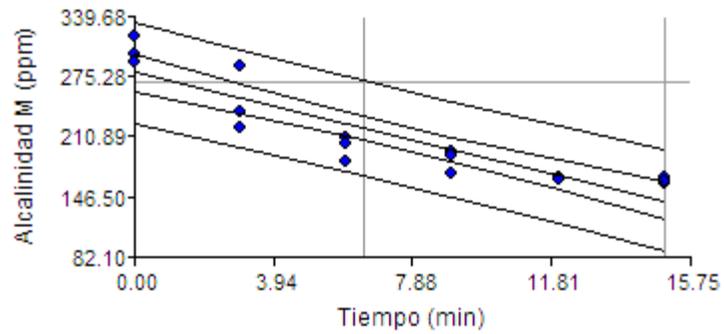
Fuente: elaboración propia.

Figura 437. **pH de la tubería de refiltración en EDA**



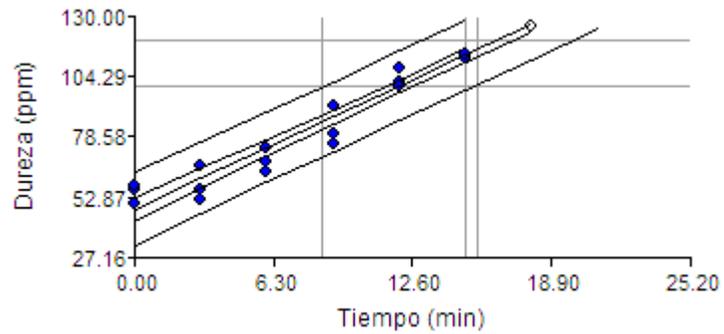
Fuente: elaboración propia.

Figura 438. **Alcalinidad M de la tubería de refiltración en EDA**



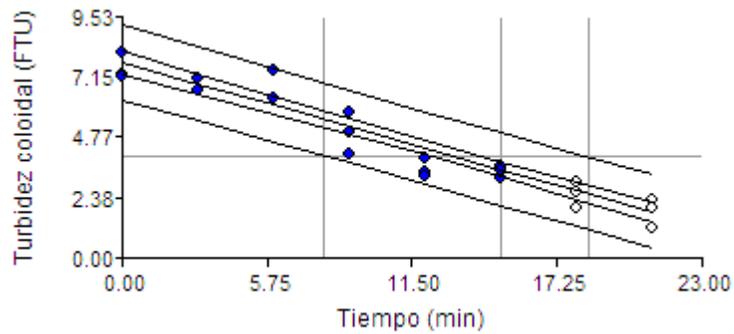
Fuente: elaboración propia.

Figura 439. **Dureza de la tubería de refiltración en EDA**



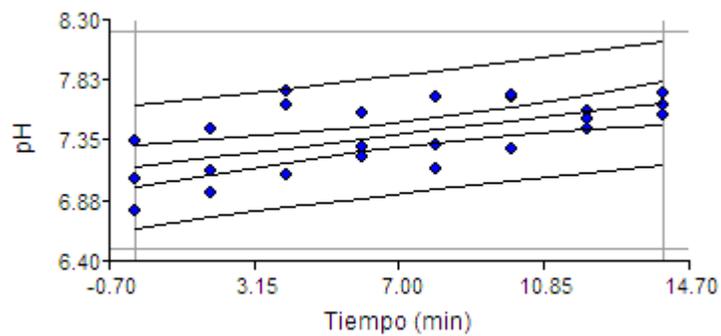
Fuente: elaboración propia.

Figura 440. **Turbidez coloidal de la tubería de refiltración en EDA**



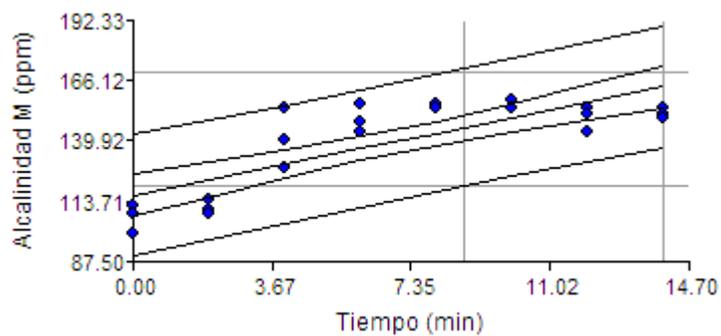
Fuente: elaboración propia.

Figura 441. **pH de la tubería de refiltración en EDD**



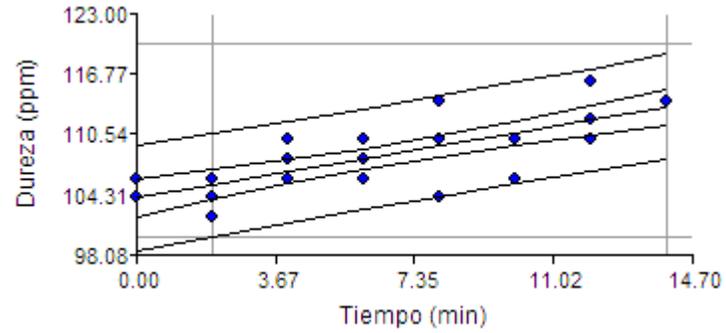
Fuente: elaboración propia.

Figura 442. **Alcalinidad M de la tubería de refiltración en EDD**



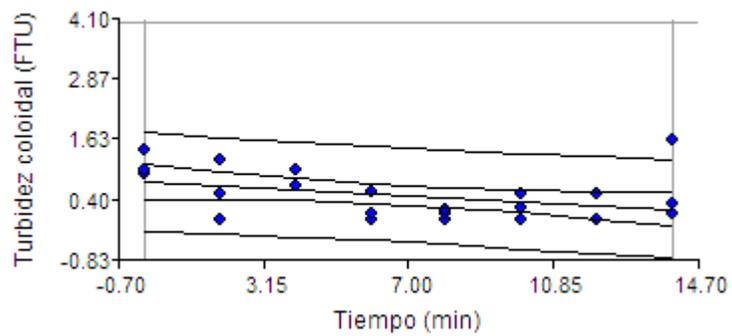
Fuente: elaboración propia.

Figura 443. **Dureza de la tubería de refiltración en EDD**



Fuente: elaboración propia.

Figura 444. **Turbidez coloidal de la tubería de refiltración en EDD**



Fuente: elaboración propia.

## 4.2. Estimación del tiempo de limpieza mínimo requerido

Los resultados se presentan en orden de áreas que conforman el proceso de elaboración de cerveza.

- Cocimientos:

Los resultados se presentan a continuación:

Tabla VI. **Tiempos de limpieza requeridos del enfriador en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	1,40	3,40	0,08
pH	1,10	4,50	0,08
Alcalinidad P	0,90	3,40	0,08
Alcalinidad M	1,50	3,90	0,08
Dureza	1,40	4,10	0,08
Turbidez sólidos	1,40	4,00	0,08
Turbidez coloidal	1,30	3,00	0,08

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Tiempos de limpieza requeridos del enfriador en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,70	3,50	0,08
pH	1,30	3,60	0,08
Alcalinidad P	0,00	3,00	0,08
Alcalinidad M	0,60	3,00	0,08
Dureza	0,70	3,00	0,08
Turbidez sólidos	0,70	4,00	0,08
Turbidez coloidal	0,50	3,00	0,08

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Tiempos de limpieza requeridos del enfriador en EDC**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,60	2,50	0,08
pH	0,40	2,50	0,08
Alcalinidad P	0,00	2,50	0,08
Alcalinidad M	1,60	2,50	0,08
Dureza	0,10	2,50	0,08
Turbidez sólidos	0,00	2,50	0,08
Turbidez coloidal	1,60	2,50	0,08

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Tiempos de limpieza requeridos del calentador en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	1,00	2,20	0,06
pH	0,70	2,10	0,06
Alcalinidad P	0,10	2,50	0,06
Alcalinidad M	0,90	2,50	0,06
Dureza	1,00	2,70	0,06
Turbidez sólidos	0,80	2,60	0,06
Turbidez coloidal	0,50	2,10	0,06

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Tiempos de limpieza requeridos del calentador en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,90	2,70	0,06
pH	1,00	2,30	0,06
Alcalinidad P	0,10	2,50	0,06
Alcalinidad M	0,80	2,00	0,06
Dureza	0,50	2,00	0,06
Turbidez sólidos	0,90	2,00	0,06
Turbidez coloidal	0,80	2,00	0,06

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Tiempos de limpieza requeridos del calentador en EDC**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,10	1,50	0,06
pH	0,00	1,50	0,06
Alcalinidad P	0,00	1,50	0,06
Alcalinidad M	0,45	1,50	0,06
Dureza	0,00	1,50	0,06
Turbidez sólidos	0,80	1,50	0,06
Turbidez coloidal	0,50	1,50	0,06

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Tiempos de limpieza requeridos del cocedor en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	1,00	2,20	0,06
pH	1,00	2,10	0,06
Alcalinidad P	0,25	2,40	0,06
Alcalinidad M	0,90	2,60	0,06
Dureza	0,90	2,60	0,06
Turbidez sólidos	1,00	2,40	0,06
Turbidez coloidal	0,80	2,00	0,06

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Tiempos de limpieza requeridos del cocedor en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	1,10	2,00	0,06
pH	1,00	2,40	0,06
Alcalinidad P	0,00	2,00	0,06
Alcalinidad M	0,60	2,00	0,06
Dureza	0,90	2,00	0,06
Turbidez sólidos	1,10	2,20	0,06
Turbidez coloidal	0,90	2,00	0,06

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Tiempos de limpieza requeridos del *Whirlpool* en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	1,10	2,50	0,06
pH	0,70	2,20	0,06
Alcalinidad P	0,10	2,60	0,06
Alcalinidad M	0,70	2,25	0,06
Dureza	0,50	2,50	0,06
Turbidez sólidos	1,00	2,00	0,06
Turbidez coloidal	0,60	2,50	0,06

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Tiempos de limpieza requeridos del *Whirlpool* en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	1,70	3,10	0,08
pH	1,20	3,00	0,08
Alcalinidad P	0,00	3,00	0,08
Alcalinidad M	1,00	3,00	0,08
Dureza	1,30	3,00	0,08
Turbidez sólidos	1,40	3,00	0,08
Turbidez coloidal	1,30	3,00	0,08

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Tiempos de limpieza requeridos del regenerador en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	1,00	2,10	0,06
pH	1,10	2,30	0,06
Alcalinidad P	0,60	2,30	0,06
Alcalinidad M	0,80	2,60	0,06
Dureza	1,00	2,50	0,06
Turbidez sólidos	0,10	2,70	0,06
Turbidez coloidal	0,90	2,25	0,06

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Tiempos de limpieza requeridos del filtro en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,70	2,60	0,06
pH	1,10	2,10	0,06
Alcalinidad P	0,40	2,30	0,06
Alcalinidad M	0,60	2,25	0,06
Dureza	0,90	2,70	0,06
Turbidez sólidos	0,80	2,30	0,06
Turbidez coloidal	0,60	2,10	0,06

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Tiempos de limpieza requeridos del filtro en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	1,45	4,00	0,08
pH	1,25	4,25	0,08
Alcalinidad P	0,00	3,50	0,08
Alcalinidad M	0,80	3,50	0,08
Dureza	0,50	4,45	0,08
Turbidez sólidos	0,90	3,60	0,08
Turbidez coloidal	1,00	3,50	0,08

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Tiempos de limpieza requeridos del colector en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	1,00	2,40	0,06
pH	1,25	2,15	0,06
Alcalinidad P	0,50	2,70	0,06
Alcalinidad M	0,90	2,60	0,06
Dureza	0,90	2,80	0,06
Turbidez sólidos	0,90	2,70	0,06
Turbidez coloidal	0,50	2,00	0,06

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Tiempos de limpieza requeridos del colector en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	1,10	2,20	0,06
pH	1,15	2,70	0,06
Alcalinidad P	0,00	2,00	0,06
Alcalinidad M	0,70	2,00	0,06
Dureza	0,25	2,10	0,06
Turbidez sólidos	1,10	2,10	0,06
Turbidez coloidal	0,60	2,00	0,06

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Tiempos de limpieza requeridos del tanque de agua en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	1,15	2,70	0,06
pH	1,15	2,20	0,06
Alcalinidad P	0,50	3,00	0,06
Alcalinidad M	0,90	2,70	0,06
Dureza	1,00	2,90	0,06
Turbidez sólidos	0,90	2,40	0,06
Turbidez coloidal	0,90	2,00	0,06

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Tiempos de limpieza requeridos del tanque de agua en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	1,50	3,15	0,08
pH	1,60	3,00	0,08
Alcalinidad P	0,00	3,00	0,08
Alcalinidad M	1,45	3,00	0,08
Dureza	1,25	3,00	0,08
Turbidez sólidos	1,60	3,00	0,08
Turbidez coloidal	1,60	3,00	0,08

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Tiempos de limpieza requeridos del tanque de azúcar en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	1,30	2,10	0,06
pH	1,20	2,10	0,06
Alcalinidad P	0,60	2,60	0,06
Alcalinidad M	0,60	2,15	0,06
Dureza	0,90	3,00	0,06
Turbidez sólidos	1,20	2,00	0,06
Turbidez coloidal	0,40	2,00	0,06

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Tiempos de limpieza requeridos del tanque de azúcar en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	1,25	3,00	0,08
pH	1,50	3,00	0,08
Alcalinidad P	0,60	3,00	0,08
Alcalinidad M	1,00	3,00	0,08
Dureza	1,50	3,10	0,08
Turbidez sólidos	1,70	3,00	0,08
Turbidez coloidal	1,40	3,00	0,08

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de azúcar en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	1,75	3,00	0,08
pH	1,80	3,00	0,08
Alcalinidad P	0,90	3,85	0,08
Alcalinidad M	1,45	3,60	0,08
Dureza	1,45	3,80	0,08
Turbidez sólidos	1,40	3,00	0,08
Turbidez coloidal	1,10	3,00	0,08

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de azúcar en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	1,65	3,00	0,08
pH	1,75	3,00	0,08
Alcalinidad P	0,00	3,00	0,08
Alcalinidad M	0,80	3,45	0,08
Dureza	1,45	3,00	0,08
Turbidez sólidos	1,65	3,00	0,08
Turbidez coloidal	1,20	3,00	0,08

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Tiempos de limpieza requeridos del tanque turbio en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	1,15	2,60	0,06
pH	1,40	2,60	0,06
Alcalinidad P	0,60	3,50	0,06
Alcalinidad M	1,00	3,00	0,06
Dureza	1,15	3,50	0,06
Turbidez sólidos	1,40	2,50	0,06
Turbidez coloidal	1,35	2,50	0,06

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Tiempos de limpieza requeridos del tanque turbio en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	1,20	2,75	0,06
pH	1,00	2,80	0,06
Alcalinidad P	0,00	2,50	0,06
Alcalinidad M	0,80	2,50	0,06
Dureza	0,80	2,50	0,06
Turbidez sólidos	1,40	2,50	0,06
Turbidez coloidal	1,00	2,50	0,06

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Tiempos de limpieza requeridos del macerador en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	1,00	2,20	0,06
pH	1,15	2,30	0,06
Alcalinidad P	0,65	3,00	0,06
Alcalinidad M	0,80	2,80	0,06
Dureza	1,00	2,90	0,06
Turbidez sólidos	1,00	2,00	0,06
Turbidez coloidal	0,85	2,00	0,06

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. **Tiempos de limpieza requeridos del macerador en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,75	2,35	0,06
pH	0,90	2,00	0,06
Alcalinidad P	0,00	2,00	0,06
Alcalinidad M	0,60	2,00	0,06
Dureza	0,65	2,00	0,06
Turbidez sólidos	0,70	2,00	0,06
Turbidez coloidal	0,70	2,00	0,06

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Tiempos de limpieza requeridos de adjuntos en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,40	3,15	0,06
pH	1,25	2,25	0,06
Alcalinidad P	0,60	2,70	0,06
Alcalinidad M	0,90	2,60	0,06
Dureza	0,90	3,00	0,06
Turbidez sólidos	1,10	2,00	0,06
Turbidez coloidal	0,90	2,00	0,06

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Tiempos de limpieza requeridos de adjuntos en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,90	2,10	0,06
pH	0,60	3,00	0,06
Alcalinidad P	0,00	2,00	0,06
Alcalinidad M	0,80	2,15	0,06
Dureza	0,50	2,00	0,06
Turbidez sólidos	0,90	2,00	0,06
Turbidez coloidal	1,05	2,00	0,06

Fuente: elaboración propia.

- Fermentaciones:

Los resultados se presentan a continuación:

Tabla XXXIII. **Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de cerveza en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,10	3,60	0,08
pH	0,10	5,00	0,08
Alcalinidad P	0,10	3,75	0,08
Alcalinidad M	1,30	5,10	0,08
Dureza	0,75	6,20	0,08
Turbidez sólidos	0,00	3,00	0,08
Turbidez coloidal	0,00	3,00	0,08

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. **Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de cerveza en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	1,90	3,00	0,08
pH	1,30	3,00	0,08
Alcalinidad P	0,00	3,00	0,08
Alcalinidad M	2,25	3,00	0,08
Dureza	2,10	3,00	0,08
Turbidez sólidos	0,00	3,00	0,08
Turbidez coloidal	0,00	3,00	0,08

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. **Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de cerveza en EDD**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,10	3,00	0,08
pH	0,00	3,00	0,08
Alcalinidad P	0,00	3,00	0,08
Alcalinidad M	0,00	3,00	0,08
Dureza	2,35	3,00	0,08
Turbidez sólidos	1,10	3,00	0,08
Turbidez coloidal	0,00	3,00	0,08

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de mosto en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,40	6,25	0,10
pH	2,00	6,60	0,10
Alcalinidad P	0,10	8,20	0,10
Alcalinidad M	1,60	6,60	0,10
Dureza	1,80	7,50	0,10
Turbidez sólidos	2,75	5,00	0,10
Turbidez coloidal	0,00	5,00	0,10

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de mosto en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	3,20	5,00	0,10
pH	3,00	5,00	0,10
Alcalinidad P	0,00	5,00	0,10
Alcalinidad M	3,10	5,00	0,10
Dureza	1,00	5,00	0,10
Turbidez sólidos	0,00	5,00	0,10
Turbidez coloidal	0,00	5,00	0,10

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVIII. **Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de mosto en EDD**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,00	5,00	0,10
pH	0,00	5,00	0,10
Alcalinidad P	0,00	5,00	0,10
Alcalinidad M	0,00	5,00	0,10
Dureza	4,00	5,00	0,10
Turbidez sólidos	0,00	5,00	0,10
Turbidez coloidal	0,50	5,00	0,10

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIX. **Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de levadura en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,45	4,00	0,07
pH	0,75	6,30	0,07
Alcalinidad P	0,40	7,10	0,07
Alcalinidad M	1,10	6,00	0,07
Dureza	1,30	7,00	0,07
Turbidez sólidos	2,30	4,00	0,07
Turbidez coloidal	0,00	4,00	0,07

Fuente: elaboración propia.

Tabla XL. **Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de levadura en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	3,40	5,00	0,10
pH	2,50	5,00	0,10
Alcalinidad P	0,00	5,00	0,10
Alcalinidad M	3,50	5,00	0,10
Dureza	2,75	5,00	0,10
Turbidez sólidos	0,60	5,00	0,10
Turbidez coloidal	0,00	5,00	0,10

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLI. **Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de levadura en EDD**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	2,00	9,00	0,14
pH	0,00	9,00	0,14
Alcalinidad P	0,00	9,00	0,14
Alcalinidad M	4,40	9,00	0,14
Dureza	6,80	9,00	0,14
Turbidez sólidos	0,00	9,00	0,14
Turbidez coloidal	6,40	9,00	0,14

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLII. **Tiempos de limpieza requeridos del contenedor de levadura en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	1,90	10,4	0,12
pH	2,50	10,6	0,12
Alcalinidad P	2,10	10,8	0,12
Alcalinidad M	2,70	9,00	0,12
Dureza	2,80	10,3	0,12
Turbidez sólidos	1,50	8,00	0,12
Turbidez coloidal	0,00	8,00	0,12

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XLIII. Tiempos de limpieza requeridos del contenedor de levadura en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	3,10	13,2	0,17
pH	3,00	11,0	0,17
Alcalinidad P	0,00	11,0	0,17
Alcalinidad M	2,90	11,0	0,17
Dureza	3,75	11,0	0,17
Turbidez sólidos	3,00	11,0	0,17
Turbidez coloidal	0,80	11,0	0,17

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XLIV. Tiempos de limpieza requeridos del contenedor de levadura en EDD**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,00	11,0	0,17
pH	3,70	11,0	0,17
Alcalinidad P	0,00	11,0	0,17
Alcalinidad M	1,30	11,0	0,17
Dureza	2,60	11,0	0,17
Turbidez sólidos	3,90	11,0	0,17
Turbidez coloidal	2,60	11,0	0,17

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XLV. Tiempos de limpieza requeridos del distribuidor de levadura en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	1,75	5,00	0,10
pH	2,00	7,60	0,10
Alcalinidad P	2,10	7,80	0,10
Alcalinidad M	2,25	6,50	0,10
Dureza	2,50	6,80	0,10
Turbidez sólidos	0,00	5,00	0,10
Turbidez coloidal	0,00	5,00	0,10

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XLVI. Tiempos de limpieza requeridos del distribuidor de levadura en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	2,50	9,00	0,14
pH	2,30	9,00	0,14
Alcalinidad P	0,00	9,00	0,14
Alcalinidad M	3,00	9,00	0,14
Dureza	3,30	9,00	0,14
Turbidez sólidos	0,00	9,00	0,14
Turbidez coloidal	2,60	9,00	0,14

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XLVII. Tiempos de limpieza requeridos del distribuidor de levadura en EDD**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,00	8,00	0,12
pH	0,00	8,00	0,12
Alcalinidad P	0,00	8,00	0,12
Alcalinidad M	0,00	8,00	0,12
Dureza	1,00	8,00	0,12
Turbidez sólidos	0,00	8,00	0,12
Turbidez coloidal	1,00	8,00	0,12

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XLVIII. Tiempos de limpieza requeridos del depósito de levadura en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	1,90	8,20	0,12
pH	2,50	8,40	0,12
Alcalinidad P	2,00	9,80	0,12
Alcalinidad M	2,60	8,10	0,12
Dureza	2,75	9,60	0,12
Turbidez sólidos	3,50	7,00	0,12
Turbidez coloidal	0,25	7,00	0,12

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XLIX. Tiempos de limpieza requeridos del depósito de levadura en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	1,30	10,0	0,14
pH	0,25	10,5	0,14
Alcalinidad P	0,00	10,0	0,14
Alcalinidad M	0,50	10,0	0,14
Dureza	2,50	10,0	0,14
Turbidez sólidos	0,00	10,0	0,14
Turbidez coloidal	0,00	10,0	0,14

Fuente: elaboración propia.

**Tabla L. Tiempos de limpieza requeridos del depósito de levadura en EDD**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,00	7,00	0,12
pH	0,00	7,00	0,12
Alcalinidad P	0,00	7,00	0,12
Alcalinidad M	1,40	7,00	0,12
Dureza	4,75	7,00	0,12
Turbidez sólidos	0,00	7,00	0,12
Turbidez coloidal	3,25	7,00	0,12

Fuente: elaboración propia.

**Tabla LI. Tiempos de limpieza requeridos para el corral 1 en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,80	6,00	0,10
pH	1,00	6,00	0,10
Alcalinidad P	0,00	6,00	0,10
Alcalinidad M	1,10	6,00	0,10
Dureza	2,10	6,00	0,10
Turbidez sólidos	1,00	6,00	0,10
Turbidez coloidal	0,00	6,00	0,10

Fuente: elaboración propia.

Tabla LII. **Tiempos de limpieza requeridos del corral 1 en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,00	6,00	0,10
pH	0,25	6,00	0,10
Alcalinidad P	0,00	6,00	0,10
Alcalinidad M	1,50	6,00	0,10
Dureza	1,50	6,00	0,10
Turbidez sólidos	0,00	6,00	0,10
Turbidez coloidal	0,00	6,00	0,10

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIII. **Tiempos de limpieza requeridos del corral 1 en EDD**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,00	6,00	0,10
pH	0,00	6,00	0,10
Alcalinidad P	0,00	6,00	0,10
Alcalinidad M	0,00	6,00	0,10
Dureza	2,75	6,00	0,10
Turbidez sólidos	0,40	6,00	0,10
Turbidez coloidal	0,75	6,00	0,10

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIV. **Tiempos de limpieza requeridos del corral 2 en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,00	5,00	0,10
pH	1,25	5,00	0,10
Alcalinidad P	0,00	5,00	0,10
Alcalinidad M	1,50	5,00	0,10
Dureza	1,50	5,00	0,10
Turbidez sólidos	0,00	5,00	0,10
Turbidez coloidal	0,00	5,00	0,10

Fuente: elaboración propia.

Tabla LV. **Tiempos de limpieza requeridos del corral 2 en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,00	5,00	0,10
pH	0,00	5,00	0,10
Alcalinidad P	0,00	5,00	0,10
Alcalinidad M	0,00	5,00	0,10
Dureza	1,75	5,00	0,10
Turbidez sólidos	0,00	5,00	0,10
Turbidez coloidal	0,00	5,00	0,10

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVI. **Tiempos de limpieza requeridos del corral 2 en EDD**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,00	5,00	0,10
pH	0,00	5,00	0,10
Alcalinidad P	0,00	5,00	0,10
Alcalinidad M	0,00	5,00	0,10
Dureza	1,40	5,00	0,10
Turbidez sólidos	0,00	5,00	0,10
Turbidez coloidal	0,00	5,00	0,10

Fuente: elaboración propia.

Tabla LVII. **Tiempos de limpieza requeridos del corral 3 en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	3,00	4,00	0,07
pH	0,20	5,40	0,07
Alcalinidad P	0,10	4,75	0,07
Alcalinidad M	1,75	6,00	0,07
Dureza	0,25	5,75	0,07
Turbidez sólidos	0,40	4,00	0,07
Turbidez coloidal	0,00	4,00	0,07

Fuente: elaboración propia.

**Tabla LVIII. Tiempos de limpieza requeridos del corral 3 en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	3,10	4,00	0,07
pH	3,20	4,00	0,07
Alcalinidad P	0,00	4,00	0,07
Alcalinidad M	2,75	4,00	0,07
Dureza	3,00	4,00	0,07
Turbidez sólidos	0,10	4,00	0,07
Turbidez coloidal	0,00	4,00	0,07

Fuente: elaboración propia.

**Tabla LIX. Tiempos de limpieza requeridos del corral 3 en EDD**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,00	4,00	0,07
pH	0,00	4,00	0,07
Alcalinidad P	0,00	4,00	0,07
Alcalinidad M	0,00	4,00	0,07
Dureza	3,00	4,00	0,07
Turbidez sólidos	1,75	4,00	0,07
Turbidez coloidal	1,25	4,00	0,07

Fuente: elaboración propia.

- Filtraciones:

Los resultados se muestran a continuación:

Tabla LX. **Tiempos de limpieza requeridos del distribuidor de agua en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	1,10	10,0	0,14
pH	2,25	10,0	0,14
Alcalinidad P	3,25	13,2	0,14
Alcalinidad M	4,25	14,0	0,14
Dureza	5,25	13,2	0,14
Turbidez sólidos	6,00	10,0	0,14
Turbidez coloidal	5,40	10,0	0,14

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXI. **Tiempos de limpieza requeridos del distribuidor de agua en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	6,75	10,0	0,14
pH	0,10	10,0	0,14
Alcalinidad P	0,00	10,0	0,14
Alcalinidad M	6,75	10,0	0,14
Dureza	3,10	10,0	0,14
Turbidez sólidos	0,00	10,0	0,14
Turbidez coloidal	0,00	10,0	0,14

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXII. **Tiempos de limpieza requeridos del distribuidor de agua en EDC**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,00	10,0	0,14
pH	0,00	10,0	0,14
Alcalinidad P	0,00	10,0	0,14
Alcalinidad M	0,00	10,0	0,14
Dureza	4,25	10,0	0,14
Turbidez sólidos	0,00	10,0	0,14
Turbidez coloidal	0,00	10,0	0,14

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXIII. **Tiempos de limpieza requeridos del distribuidor de cerveza en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	1,00	10,0	0,14
pH	2,00	10,2	0,14
Alcalinidad P	1,75	13,8	0,14
Alcalinidad M	1,50	14,5	0,14
Dureza	3,00	14,2	0,14
Turbidez sólidos	4,90	10,0	0,14
Turbidez coloidal	5,25	10,0	0,14

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXIV. **Tiempos de limpieza requeridos del distribuidor de cerveza en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	1,00	10,0	0,14
pH	0,10	10,0	0,14
Alcalinidad P	0,00	10,0	0,14
Alcalinidad M	0,25	10,0	0,14
Dureza	4,25	10,0	0,14
Turbidez sólidos	1,40	10,0	0,14
Turbidez coloidal	3,80	10,0	0,14

Fuente: elaboración propia.

**Tabla LXV. Tiempos de limpieza requeridos del distribuidor de cerveza en EDC**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,25	10,0	0,14
pH	0,00	10,0	0,14
Alcalinidad P	0,00	10,0	0,14
Alcalinidad M	1,50	10,0	0,14
Dureza	3,25	10,0	0,14
Turbidez sólidos	0,00	10,0	0,14
Turbidez coloidal	0,00	10,0	0,14

Fuente: elaboración propia.

**Tabla LXVI. Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de agua en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,40	2,25	0,03
pH	0,60	2,25	0,03
Alcalinidad P	0,60	3,10	0,03
Alcalinidad M	0,50	3,00	0,03
Dureza	0,60	3,50	0,03
Turbidez sólidos	0,00	2,00	0,03
Turbidez coloidal	0,60	2,00	0,03

Fuente: elaboración propia.

**Tabla LXVII. Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de agua en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,10	2,00	0,03
pH	0,25	2,00	0,03
Alcalinidad P	0,00	2,00	0,03
Alcalinidad M	0,10	2,00	0,03
Dureza	0,60	2,00	0,03
Turbidez sólidos	0,00	2,00	0,03
Turbidez coloidal	0,15	2,00	0,03

Fuente: elaboración propia.

**Tabla LXVIII. Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de agua en EDC**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,00	10,0	0,14
pH	0,00	10,0	0,14
Alcalinidad P	0,00	10,0	0,14
Alcalinidad M	2,50	10,0	0,14
Dureza	2,25	10,0	0,14
Turbidez sólidos	0,00	10,0	0,14
Turbidez coloidal	0,00	10,0	0,14

Fuente: elaboración propia.

**Tabla LXIX. Tiempos de limpieza requeridos del desaireador en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	2,25	12,0	0,18
pH	3,40	12,0	0,18
Alcalinidad P	4,60	16,0	0,18
Alcalinidad M	4,40	14,8	0,18
Dureza	5,00	15,0	0,18
Turbidez sólidos	0,25	12,0	0,18
Turbidez coloidal	1,50	12,0	0,18

Fuente: elaboración propia.

**Tabla LXX. Tiempos de limpieza requeridos del desaireador en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	1,00	12,0	0,18
pH	9,25	12,0	0,18
Alcalinidad P	0,00	12,0	0,18
Alcalinidad M	6,00	12,0	0,18
Dureza	1,50	12,0	0,18
Turbidez sólidos	5,75	12,0	0,18
Turbidez coloidal	1,75	12,0	0,18

Fuente: elaboración propia.

**Tabla LXXI. Tiempos de limpieza requeridos del desaireador en EDC**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	1,00	10,0	0,14
pH	0,00	10,0	0,14
Alcalinidad P	0,00	10,0	0,14
Alcalinidad M	0,75	10,0	0,14
Dureza	2,25	10,0	0,14
Turbidez sólidos	0,00	10,0	0,14
Turbidez coloidal	0,00	10,0	0,14

Fuente: elaboración propia.

**Tabla LXXII. Tiempos de limpieza requeridos del tanque de agua en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	3,00	9,00	0,10
pH	3,60	10,2	0,10
Alcalinidad P	3,00	10,0	0,10
Alcalinidad M	3,75	9,25	0,10
Dureza	4,10	10,0	0,10
Turbidez sólidos	4,20	8,00	0,10
Turbidez coloidal	1,50	8,00	0,10

Fuente: elaboración propia.

**Tabla LXXIII. Tiempos de limpieza requeridos del tanque de agua en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	3,40	8,00	0,10
pH	2,00	9,25	0,10
Alcalinidad P	0,00	8,00	0,10
Alcalinidad M	0,25	8,00	0,10
Dureza	1,00	8,00	0,10
Turbidez sólidos	2,10	8,00	0,10
Turbidez coloidal	0,00	8,00	0,10

Fuente: elaboración propia.

**Tabla LXXIV. Tiempos de limpieza requeridos del tanque de agua en EDD**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,25	10,0	0,14
pH	0,00	10,0	0,14
Alcalinidad P	0,00	10,0	0,14
Alcalinidad M	0,50	10,0	0,14
Dureza	2,25	10,0	0,14
Turbidez sólidos	0,00	10,0	0,14
Turbidez coloidal	0,00	10,0	0,14

Fuente: elaboración propia.

**Tabla LXXV. Tiempos de limpieza requeridos del tanque de reserva en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,75	5,00	0,06
pH	0,50	5,10	0,06
Alcalinidad P	1,00	7,25	0,06
Alcalinidad M	1,10	6,90	0,06
Dureza	1,00	7,75	0,06
Turbidez sólidos	0,75	5,00	0,06
Turbidez coloidal	2,25	5,00	0,06

Fuente: elaboración propia.

**Tabla LXXVI. Tiempos de limpieza requeridos del tanque reserva en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,25	5,00	0,06
pH	1,00	5,00	0,06
Alcalinidad P	0,00	5,00	0,06
Alcalinidad M	0,90	5,00	0,06
Dureza	0,10	5,00	0,06
Turbidez sólidos	0,50	5,00	0,06
Turbidez coloidal	0,75	5,00	0,06

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXVII. **Tiempos de limpieza requeridos del tanque reserva en EDD**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,00	5,00	0,06
pH	0,00	5,00	0,06
Alcalinidad P	0,00	5,00	0,06
Alcalinidad M	2,25	5,00	0,06
Dureza	0,50	5,00	0,06
Turbidez sólidos	0,00	5,00	0,06
Turbidez coloidal	0,00	5,00	0,06

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXVIII. **Tiempos de limpieza requeridos del tanque de cerveza no filtrada en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	1,25	5,00	0,06
pH	1,25	5,10	0,06
Alcalinidad P	2,25	6,50	0,06
Alcalinidad M	2,25	6,60	0,06
Dureza	2,50	6,80	0,06
Turbidez sólidos	0,25	5,00	0,06
Turbidez coloidal	3,40	5,00	0,06

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXIX. **Tiempos de limpieza requeridos del tanque de cerveza no filtrada en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,80	5,00	0,06
pH	1,00	5,00	0,06
Alcalinidad P	0,00	5,00	0,06
Alcalinidad M	1,00	5,00	0,06
Dureza	1,25	5,00	0,06
Turbidez sólidos	0,50	5,00	0,06
Turbidez coloidal	1,75	5,00	0,06

Fuente: elaboración propia.

**Tabla LXXX. Tiempos de enjuague del tanque de cerveza no filtrada en EDD**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,00	5,00	0,06
pH	0,00	5,00	0,06
Alcalinidad P	0,00	5,00	0,06
Alcalinidad M	0,25	5,00	0,06
Dureza	3,10	5,00	0,06
Turbidez sólidos	0,00	5,00	0,06
Turbidez coloidal	0,00	5,00	0,06

Fuente: elaboración propia.

- Distribución:

Los resultados se presentan a continuación:

**Tabla LXXXI. Tiempos de limpieza requeridos del salón A en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	11,0	16,3	0,20
pH	10,0	16,0	0,20
Alcalinidad P	10,5	14,0	0,20
Alcalinidad M	8,00	20,0	0,20
Dureza	8,00	19,5	0,20
Turbidez sólidos	5,50	14,5	0,20
Turbidez coloidal	9,00	14,2	0,20

Fuente: elaboración propia.

**Tabla LXXXII. Tiempos de limpieza requeridos del salón A en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,00	14,0	0,20
pH	4,50	14,0	0,20
Alcalinidad P	0,00	14,0	0,20
Alcalinidad M	0,00	14,0	0,20
Dureza	8,00	14,0	0,20
Turbidez sólidos	0,00	14,0	0,20
Turbidez coloidal	0,00	14,0	0,20

Fuente: elaboración propia.

**Tabla LXXXIII. Tiempos de limpieza requeridos del salón A en EDD**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,00	14,0	0,20
pH	0,00	14,0	0,20
Alcalinidad P	0,00	14,0	0,20
Alcalinidad M	0,00	14,0	0,20
Dureza	0,75	14,0	0,20
Turbidez sólidos	0,00	14,0	0,20
Turbidez coloidal	1,75	14,0	0,20

Fuente: elaboración propia.

**Tabla LXXXIV. Tiempos de limpieza requeridos del salón B en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	11,0	16,5	0,20
pH	8,00	16,0	0,20
Alcalinidad P	11,0	16,8	0,20
Alcalinidad M	8,50	20,8	0,20
Dureza	7,75	20,0	0,20
Turbidez sólidos	3,75	15,3	0,20
Turbidez coloidal	9,75	17,8	0,20

Fuente: elaboración propia.

**Tabla LXXXV. Tiempos de limpieza requeridos del salón B en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,00	14,0	0,20
pH	6,50	14,0	0,20
Alcalinidad P	0,00	14,0	0,20
Alcalinidad M	6,75	14,0	0,20
Dureza	0,00	14,0	0,20
Turbidez sólidos	0,00	14,0	0,20
Turbidez coloidal	7,10	14,0	0,20

Fuente: elaboración propia.

**Tabla LXXXVI. Tiempos de limpieza requeridos del salón B en EDD**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,00	14,0	0,20
pH	0,00	14,0	0,20
Alcalinidad P	0,00	14,0	0,20
Alcalinidad M	0,00	14,0	0,20
Dureza	0,00	14,0	0,20
Turbidez sólidos	0,00	14,0	0,20
Turbidez coloidal	9,10	14,0	0,20

Fuente: elaboración propia.

**Tabla LXXXVII. Tiempos de limpieza requeridos del salón C en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	11,1	14,0	0,20
pH	8,00	16,0	0,20
Alcalinidad P	11,0	17,0	0,20
Alcalinidad M	8,25	20,8	0,20
Dureza	7,00	22,0	0,20
Turbidez sólidos	3,25	17,0	0,20
Turbidez coloidal	1,75	14,0	0,20

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXVIII. **Tiempos de limpieza requeridos del salón C en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	10,0	14,0	0,20
pH	6,50	14,0	0,20
Alcalinidad P	0,00	14,0	0,20
Alcalinidad M	7,00	14,0	0,20
Dureza	0,00	14,0	0,20
Turbidez sólidos	0,00	14,0	0,20
Turbidez coloidal	7,25	14,0	0,20

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXXIX. **Tiempos de limpieza requeridos del salón C en EDD**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,00	14,0	0,20
pH	0,00	14,0	0,20
Alcalinidad P	0,00	14,0	0,20
Alcalinidad M	0,00	14,0	0,20
Dureza	0,00	14,0	0,20
Turbidez sólidos	0,00	14,0	0,20
Turbidez coloidal	9,30	14,0	0,20

Fuente: elaboración propia.

Tabla XC. **Tiempos de limpieza requeridos del salón D en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	9,00	16,3	0,20
pH	9,25	17,8	0,20
Alcalinidad P	9,50	17,8	0,20
Alcalinidad M	7,00	19,8	0,20
Dureza	8,75	20,0	0,20
Turbidez sólidos	3,50	15,0	0,20
Turbidez coloidal	5,40	16,0	0,20

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XCI. Tiempos de limpieza requeridos del salón D en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	7,50	14,0	0,20
pH	0,00	14,0	0,20
Alcalinidad P	0,00	14,0	0,20
Alcalinidad M	0,00	14,0	0,20
Dureza	0,00	14,0	0,20
Turbidez sólidos	0,00	14,0	0,20
Turbidez coloidal	7,25	14,0	0,20

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XCII. Tiempos de limpieza requeridos del salón D en EDD**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,00	14,0	0,20
pH	0,00	14,0	0,20
Alcalinidad P	0,00	14,0	0,20
Alcalinidad M	0,00	14,0	0,20
Dureza	2,00	14,0	0,20
Turbidez sólidos	0,00	14,0	0,20
Turbidez coloidal	10,0	14,0	0,20

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XCIII. Tiempos de limpieza requeridos del salón de barriles en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	11,2	18,8	0,20
pH	10,6	16,5	0,20
Alcalinidad P	11,0	15,7	0,20
Alcalinidad M	8,50	20,7	0,20
Dureza	9,00	20,5	0,20
Turbidez sólidos	3,75	15,0	0,20
Turbidez coloidal	6,50	15,9	0,20

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XCIV. Tiempos de limpieza requeridos del salón de barriles en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,00	15,0	0,20
pH	0,00	15,0	0,20
Alcalinidad P	0,00	15,0	0,20
Alcalinidad M	1,00	15,0	0,20
Dureza	0,00	15,0	0,20
Turbidez sólidos	0,00	15,0	0,20
Turbidez coloidal	0,00	15,0	0,20

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XCV. Tiempos de limpieza requeridos del salón de barriles en EDD**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,00	30,0	0,23
pH	0,00	30,0	0,23
Alcalinidad P	0,00	30,0	0,23
Alcalinidad M	15,3	30,0	0,23
Dureza	17,0	30,0	0,23
Turbidez sólidos	0,00	30,0	0,23
Turbidez coloidal	0,25	30,0	0,23

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XCVI. Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de refiltración en EDS**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	8,00	16,0	0,20
pH	10,5	15,7	0,20
Alcalinidad P	10,2	15,5	0,20
Alcalinidad M	7,50	20,0	0,20
Dureza	8,00	20,8	0,20
Turbidez sólidos	5,25	14,5	0,20
Turbidez coloidal	8,00	14,0	0,20

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XCVII. Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de refiltración en EDA**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	2,65	17,3	0,20
pH	10,0	22,0	0,20
Alcalinidad P	0,00	15,0	0,20
Alcalinidad M	6,50	15,0	0,20
Dureza	8,50	15,5	0,20
Turbidez sólidos	0,00	15,0	0,20
Turbidez coloidal	8,00	18,5	0,20

Fuente: elaboración propia.

**Tabla XCVIII. Tiempos de limpieza requeridos de la tubería de refiltración en EDD**

Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Incertidumbre (min)
Conductividad	0,00	14,0	0,20
pH	0,00	14,0	0,20
Alcalinidad P	0,00	14,0	0,20
Alcalinidad M	7,25	14,0	0,20
Dureza	2,00	14,0	0,20
Turbidez sólidos	0,00	14,0	0,20
Turbidez coloidal	0,00	14,0	0,20

Fuente: elaboración propia.

#### **4.3. Cuantificación de la reducción del consumo de agua empleada al utilizar nuevos tiempos de enjuague**

Los resultados se presentan en orden de áreas que conforman el proceso de elaboración de cerveza.

- Cocimientos:

Los resultados se presentan a continuación:

Tabla XCIX. **Nuevos enjuagues para el enfriador**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua		
		CIP (m <sup>3</sup> )	Semanal (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	2,00	40,0	320	26 640
Ácido	1,75	50,0	400	20 800
Agua caliente	2,00	20,0	160	8 320
	<b>Total</b>	<b>110</b>	<b>880</b>	<b>45 760</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla C. **Nuevos enjuagues para el calentador**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua		
		CIP (m <sup>3</sup> )	Semanal (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	1,30	21,0	168	8 736
Ácido	1,30	21,0	168	8 736
Agua caliente	1,00	14,0	120	6 240
	<b>Total</b>	<b>57,0</b>	<b>456</b>	<b>23 712</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla CI. **Nuevos enjuagues para el cocedor**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua		
		CIP (m <sup>3</sup> )	Semanal (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	1,30	21,0	168	8 736
Ácido	1,40	18,0	144	7 488
	<b>Total</b>	<b>39,0</b>	<b>312</b>	<b>16 224</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla CII. **Nuevos enjuagues para el Whirlpool**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	1,40	28,0	1 456
Ácido	2,10	36,0	1 872
	<b>Total</b>	<b>64,0</b>	<b>3 328</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla CIII. **Nuevo enjuague para el regenerador**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	1,40	24,0	1 248
	<b>Total</b>	<b>24,0</b>	<b>1 248</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla CIV. **Nuevos enjuagues para el filtro**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	1,40	24,0	1 248
Ácido	2,00	60,0	3 120
	<b>Total</b>	<b>84,0</b>	<b>4 368</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla CV. **Nuevos enjuagues para el colector**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	1,60	16,0	832
Ácido	1,50	20,0	1 040
	<b>Total</b>	<b>36,0</b>	<b>1 872</b>

Fuente: elaboración propia, apéndice 6

Tabla CVI. **Nuevos enjuagues para el tanque de agua**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	1,50	15,0	780
Ácido	2,00	30,0	1 560
	<b>Total</b>	<b>45,0</b>	<b>2 340</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla CVII. **Nuevos enjuagues para el tanque de azúcar**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	1,60	12,0	624
Ácido	2,15	25,5	1 326
	<b>Total</b>	<b>37,5</b>	<b>1 950</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla CVIII. **Nuevos enjuagues para la tubería de azúcar**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	2,25	15,0	780
Ácido	2,20	16,0	832
	<b>Total</b>	<b>31,0</b>	<b>1 612</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla CIX. **Nuevos enjuagues para el tanque turbio**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	1,80	21,0	1 092
Ácido	1,80	21,0	1 092
	<b>Total</b>	<b>42,0</b>	<b>2 184</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla CX. **Nuevos enjuagues para el macerador**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	1,50	10,0	520
Ácido	1,20	16,0	832
	<b>Total</b>	<b>26,0</b>	<b>1 352</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla CXI. **Nuevos enjuagues para adjuntos**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	1,50	15,0	780
Ácido	1,40	18,0	936
	<b>Total</b>	<b>33,0</b>	<b>1 716</b>

Fuente: elaboración propia.

- Fermentaciones:

Los resultados se presentan a continuación:

Tabla CXII. **Nuevos enjuagues para la tubería de cerveza**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	1,75	62,5	3 250
Ácido	2,70	15,0	780
Desinfectante	2,80	10,0	520
	<b>Total</b>	<b>62,5</b>	<b>4 550</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla CXIII. **Nuevos enjuagues para la tubería de mosto**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	3,50	150	7 800
Ácido	3,95	105	5 460
Desinfectante	4,75	25,0	1 300
	<b>Total</b>	<b>280</b>	<b>14 560</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla CXIV. **Nuevos enjuagues para la tubería de levadura**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	2,90	82,5	4 290
Ácido	4,25	56,3	2 925
Desinfectante	8,15	63,7	3 315
	<b>Total</b>	<b>202,5</b>	<b>10 530</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla CXV. **Nuevos enjuagues para el contenedor de levadura**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	4,00	240	12 480
Ácido	5,40	336	17 472
Desinfectante	5,60	324	16 848
	<b>Total</b>	<b>900</b>	<b>46 800</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla CXVI. **Nuevos enjuagues para el distribuidor de levadura**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	3,25	105	5 460
Ácido	4,65	261	13 572
Desinfectante	2,25	345	17 940
	<b>Total</b>	<b>711</b>	<b>36 972</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla CXVII. **Nuevos enjuagues para el depósito de levadura**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	4,60	180	9 360
Ácido	4,00	450	23 400
Desinfectante	5,80	90	4 680
	<b>Total</b>	<b>720</b>	<b>37 440</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla CXVIII. **Nuevos enjuagues para el corral 1**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	3,00	450	23 400
Ácido	2,40	540	28 080
Desinfectante	3,60	360	18 720
	<b>Total</b>	<b>1 350</b>	<b>70 200</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla CXIX. **Nuevos enjuagues para el corral 2**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	2,25	413	21 476
Ácido	2,50	375	19 500
Desinfectante	2,15	427	22 204
	<b>Total</b>	<b>1 215</b>	<b>63 180</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla CXX. **Nuevos enjuagues para el corral 3**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	3,60	60,0	3 120
Ácido	3,80	30,0	1 560
Desinfectante	3,60	60,0	3 120
	<b>Total</b>	<b>150</b>	<b>7 800</b>

Fuente: elaboración propia.

- Filtraciones:

Se presentan los resultados a continuación:

Tabla CXXI. **Nuevos enjuagues del distribuidor de agua**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	7,50	75,0	3 900
Ácido	8,25	52,5	2 730
Agua caliente	5,75	127,5	6 630
	<b>Total</b>	<b>255</b>	<b>13 260</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla CXXII. **Nuevos enjuagues del distribuidor de cerveza**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	6,75	97,5	5 070
Ácido	5,75	127,5	6 630
Agua caliente	4,75	157,5	8 190
	<b>Total</b>	<b>382,5</b>	<b>19 890</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla CXXIII. **Nuevos enjuagues de la tubería de agua**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	0,90	44,0	2 288
Ácido	0,90	44,0	2 288
Agua caliente	4,00	240	12 480
	<b>Total</b>	<b>328</b>	<b>17 056</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla CXXIV. **Nuevos enjuagues del desaireador**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	6,50	440	22 880
Ácido	10,7	104	5 408
Agua caliente	3,75	500	26 000
	<b>Total</b>	<b>1 044</b>	<b>54 288</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla CXXV. **Nuevos enjuagues del tanque de agua**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	5,40	156	8 112
Ácido	4,60	204	10 608
Agua caliente	3,75	375	19 500
	<b>Total</b>	<b>735</b>	<b>38 220</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla CXXVI. **Nuevos enjuagues del tanque reserva**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	3,00	80,0	4 160
Ácido	1,75	130	6 760
Agua caliente	3,00	80,0	4 160
	<b>Total</b>	<b>290</b>	<b>15 080</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla CXXVII. **Nuevos enjuagues del tanque de cerveza no filtrada**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	4,15	68,0	3 536
Ácido	2,50	200	10 400
Agua caliente	3,90	88,0	4 576
	<b>Total</b>	<b>356</b>	<b>18 512</b>

Fuente: elaboración propia.

- Distribución:

Se presentan los resultados a continuación:

Tabla CXXVIII. **Nuevos enjuagues del salón A**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	13,1	108	5 616
Ácido	10,1	468	24 336
Desinfectante	3,90	1 212	63 024
	<b>Total</b>	<b>1 788</b>	<b>92 976</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla CXXIX. **Nuevos enjuagues del salón B**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	13,1	108	5 616
Ácido	9,25	570	29 640
Desinfectante	11,2	336	17 472
	<b>Total</b>	<b>1 014</b>	<b>52 728</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla CXXX. **Nuevos enjuagues del salón C**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	13,2	96,0	4 992
Ácido	12,1	228	11 856
Desinfectante	11,4	312	16 224
	<b>Total</b>	<b>636</b>	<b>33 072</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla CXXXI. **Nuevos enjuagues del salón D**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	11,6	288	14 976
Ácido	9,60	528	27 456
Desinfectante	12,1	228	11 856
	<b>Total</b>	<b>1 044</b>	<b>54 288</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla CXXXII. **Nuevos enjuagues del salón de barriles**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	13,3	105	5 460
Ácido	3,25	1 762,5	9 150
Desinfectante	21,5	1 275	66 300
	<b>Total</b>	<b>3 142,5</b>	<b>163 410</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla CXXXIII. **Nuevos enjuagues de la tubería de refiltración**

Enjuague	Tiempo nuevo (min)	Reducción de volumen de agua	
		CIP (m <sup>3</sup> )	Anual (m <sup>3</sup> )
Soda	12,6	168	8 736
Ácido	12,1	348	18 096
Desinfectante	9,40	552	28 704
	<b>Total</b>	<b>1 068</b>	<b>55 536</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla CXXXIV. **Reducción global de volumen de agua en el sistema CIP**

Área	Reducción anual (m <sup>3</sup> )
Cocimientos	107 666
Fermentaciones	292 032
Filtraciones	176 306
Distribución	452 010
<b>Total</b>	<b>1 028 014</b>

Fuente: elaboración propia.

## 5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

La interpretación de los resultados se presenta en orden de los objetivos del trabajo de investigación, abarcando las áreas que conforman el proceso de elaboración de cerveza.

### 5.1. Descripción del comportamiento de la composición química del agua utilizada para enjuagues en el sistema *CIP*

En el caso de los enjuagues después de solución de soda (EDS), la composición química inicial es de carácter fuertemente alcalino, lo cual se observa en el pH y alcalinidad P. Además, se manejan concentraciones medias, como se observa en la conductividad.

Estas propiedades tienen la tendencia a disminuir, en función del tiempo, hacia los parámetros de calidad manejados (ver anexo 5), en todas las áreas, como se observa en las figuras 24, 37, 52, 59, 69, 73, 80, 88, 97, 107, 118, 130, 137 (conductividad); figuras 25, 38, 53, 60, 70, 74, 81, 89, 98, 108, 119, 131, 38 (pH); figuras 26, 39, 54, 61, 72, 75, 82, 90, 99, 109, 120, 132, 139 (alcalinidad P) para el área de cocimientos. En el área de fermentaciones, los comportamientos se presentan en las figuras 158, 171, 185, 200, 213, 226, 240, 253 (conductividad); figuras 147, 159, 172, 186, 201, 214, 227, 241, 254 (pH); figuras 148, 160, 173, 187, 202, 215, 228, 242, 255 (alcalinidad P).

En el área de filtraciones, estos comportamientos se observan en las figuras 267, 280, 294, 307, 323, 337, 350 (conductividad); figuras 268, 281, 295, 308, 324, 338, 351 (pH); figuras 269, 282, 296, 309, 325, 339, 352 (alcalinidad P). Mientras que en el área de distribución, estos comportamientos se presentan en las figuras 364, 377, 391, 405, 419, 432 (conductividad); 365, 378, 392, 406, 420, 433 (pH); figuras 366, 379, 393, 406, 420, 433 (alcalinidad P).

La tendencia de disminución en estas propiedades probablemente se debe a los caudales empleados durante los enjuagues, ya que se usan en un intervalo de 20 a 40 m<sup>3</sup>/min en el área de cocimientos (ver anexo 1); 50 a 150 m<sup>3</sup>/min en el área de fermentaciones (ver anexo 2); 30 a 80 m<sup>3</sup>/min en el área de filtraciones (ver anexo 3); 120 a 150 m<sup>3</sup>/min en el área de distribución (ver anexo 4).

En el caso de los enjuagues después de solución ácida (EDA), la composición química inicial es de carácter ácido fuerte, lo cual se observa en el pH, alcalinidad M y dureza, debido al manejo de tiempos aumentados en la circulación de esta solución a través de los equipos.

Estas propiedades tienen la tendencia a aumentar, en función del tiempo, hacia los parámetros de calidad (ver anexo 5), como se observa en las figuras 28, 43, 55, 64, 77, 84, 92, 102, 113, 125, 133, 142 (pH); figuras 29, 44, 56, 65, 78, 85, 93, 103, 114, 126, 134, 143 (alcalinidad M); figuras 30, 45, 57, 66, 79, 86, 94, 104, 115, 127, 135, 144 (dureza) en el área de cocimientos. Mientras que, en el área de fermentaciones, estos comportamientos se observan en las figuras 152, 164, 177, 192, 206, 219, 232, 245, 259 (pH); figuras 153, 165, 178, 193, 207, 220, 233, 246, 260 (alcalinidad M); figuras 154, 166, 179, 194, 208, 221, 234, 247, 261 (dureza).

Estos comportamientos se aprecian también, en el caso del área de Filtraciones, en las figuras 273, 286, 299, 314, 329, 342, 356 (pH); 274, 287, 300, 315, 330, 343, 357 (alcalinidad M); 275, 288, 301, 316, 331, 344, 358 (dureza). En el área de distribución, se observa en las figuras 369, 383, 397, 411, 424, 437 (pH); figuras 370, 384, 398, 412, 425, 438 (alcalinidad M); figuras 371, 385, 399, 413, 426, 439 (dureza).

La tendencia de aumento en estas propiedades probablemente se debe a que los caudales empleados durante los enjuagues arrastran la solución de ácido, ya que se usan en un intervalo de 20 a 40 m<sup>3</sup>/min en el área de cocimientos (ver anexo 1); 50 a 150 m<sup>3</sup>/min en el área de fermentaciones (ver anexo 2); 30 a 80 m<sup>3</sup>/min en el área de filtraciones (ver anexo 3); 120 a 150 m<sup>3</sup>/min en el área de distribución (ver anexo 4).

En el caso de los enjuagues después de agua caliente (EDC), estos se realizan en los *CIP* cortos del área de cocimientos y en los *CIP* con agua caliente del área de filtraciones.

En el caso del área de cocimientos, solo se realiza al enfriador y calentador, debido a que estos equipos tienen un contacto directo con el mosto (el cual se obtiene luego de realizar el cocimiento y filtrado). La composición química inicial es de carácter neutro, lo cual se observa en el pH, alcalinidad P y alcalinidad M, las cuales se observan en las figuras 32, 47 (pH); figuras 33, 48 (alcalinidad P); figuras 34, 49 (alcalinidad M) en el área de cocimientos. En el área de filtraciones, se observa en las figuras 276, 290, 303, 319 (pH); figuras 277, 291, 304, 320 (alcalinidad P); figuras 278, 292, 305, 321 (alcalinidad M).

Sin embargo, en el área de cocimientos, se observa una alta presencia de turbidez de sólidos y coloidal en el calentador, como se observa en las figuras 50 (turbidez de sólidos) y 51 (turbidez coloidal). El enfriador presenta una turbidez coloidal media como se aprecia en la figura 36. En ambos equipos, estas turbideces disminuyen en función del tiempo hacia los parámetros de agua limpia (ver anexo 5). En el área de filtraciones, se observa que el comportamiento de la dureza tiende a aumentar en función del tiempo, esto se presenta en las figuras 279, 293, 306 y 322

Para los enjuagues después de desinfectante (EDD), estos se aplican en el área de fermentaciones, en los *CIP* con desinfectante del área de filtraciones y en distribución. En estas áreas, se observan propiedades ácidas débiles, reflejadas en el pH, alcalinidad M y dureza, producto de la presencia del desinfectante, las cuales aumentan en función del tiempo hacia los parámetros de agua limpia (ver anexo 5). Estos comportamientos se aprecian en las figuras 155, 167, 181, 196, 209, 222, 236, 249, 262 (pH); figuras 168, 182, 197, 210, 223, 250, 263 (alcalinidad M); figuras 156, 169, 183, 198, 211, 224, 237, 251, 264 (dureza) para el área de fermentaciones.

En el área de filtraciones, estos comportamientos se observan en las figuras 334, 346, 360 (pH); figuras 335, 347, 361 (alcalinidad M); figuras 336, 348, 362 (dureza). Mientras que, en el área de distribución, se presentan en las figuras 373, 387, 401, 415, 428, 441 (pH); figuras 374, 388, 402, 416, 429, 442 (alcalinidad M); figuras 375, 389, 403, 417, 430, 443 (dureza).

## 5.2. Estimación del tiempo de limpieza mínimo requerido

Para los enjuagues después de solución de soda (EDS) en el área de cocimientos, las propiedades que delimitan la estimación de los tiempos mínimos requeridos son el pH y la conductividad. Estas propiedades muestran una alta concentración de hidróxido de sodio en los enjuagues, producto de los tiempos de circulación de esta solución, la cual es de 15 minutos. La estimación de los tiempos de limpieza mínimos requeridos oscilan entre 0,00 a 1,80 minutos, como se observa en las tablas VI, IX, XII, XIV, XVI, XVII, XIX, XXI, XXIII, XXV, XXVII, XXIX y XXXI.

En el caso del área de fermentaciones, se tiene alta presencia de turbidez de sólidos, producto de levaduras muertas que son arrastradas en los enjuagues; de la misma manera, la presencia de solución de hidróxido de sodio provoca que la dureza de agua de estos enjuagues le tome tiempo en estabilizarse en los parámetros de calidad, producto de la interacción entre los cationes  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  con los aniones de la solución, razones por las cuales los tiempos mínimos requeridos son delimitados por estas propiedades. Dichos tiempos están comprendidos entre 0,00 a 3,50 minutos, como se observa en las tablas XXXIII, XXXVI, XXXIX, XLII, XLV, XLVIII, LI, LIV y LVII.

Para el área de filtraciones, la turbidez de coloidal presenta una alta presencia de solución de hidróxido de sodio en los enjuagues, siendo esta propiedad la que define los tiempos mínimos requeridos, que se en un intervalo de 0,00 a 6,00 minutos, como se presenta en las tablas LX, LXIII, LXVI, LXIX, LXXII, LXXV, LXXVIII.

En el caso del área de distribución, es la conductividad la que define los tiempos mínimos requeridos, debido a la alta concentración de la solución que se maneja en el área. Esta concentración se debe a los volúmenes requeridos para llenar en su totalidad la tubería hacia los salones de llenado; a su vez, debido a ser el área previa al llenado de las botellas de cerveza, cualquier tipo de contaminación o suciedad en las tuberías de distribución afectaría a todo un lote de producción, lo cual pondría en riesgo a los consumidores, razón por las cuales estas deben de ser eliminadas.

Los tiempos mínimos requeridos están comprendidos entre 3,75 hasta 11,2 minutos, como se puede observar en las tablas LXXXI, LXXXIV, LXXXVII, XC, XCIII y XCVI.

Para los enjuagues después de solución de ácido (EDA) en el área de cocimientos, la propiedad que delimitan la estimación de los tiempos mínimos requeridos es el pH. Esta propiedad muestra presencia continua de la solución de ácido en los enjuagues, producto de las concentraciones manejadas para la neutralización de especies y remanentes básicos en los equipos. La estimación de los tiempos de limpieza mínimos requeridos oscilan entre 0,00 a 1,75 minutos, como se observa en las tablas VII, X, XIII, XV, XVI, XVIII, XX, XXII, XXIV, XXVI, XXVIII, XXX y XXXII.

En el caso del área de fermentaciones, es la dureza la que define en mayor medida a los tiempos mínimos requeridos, ya que esta propiedad se ve afectada por el uso de la solución ácida. A diferencia del enjuague de solución de soda, la dureza no se ve opacada completamente por la solución, sino que los cationes de la solución ácida enmascaran a los cationes de  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  al momento de realizar la prueba volumétrica.

Luego de que el enjuague ha arrastrado a estos cationes, la dureza del agua vuelve a sus parámetros normales. La estimación de los tiempos mínimos requeridos para los enjuagues de solución después de ácido están comprendidos entre 0,00 a 3,75 minutos. Esto se observa en las tablas XXXIV, XXXVII, XL, XLIII, XLVI, XLIX, LII, LV y LVIII.

Para el área de filtraciones, los tiempos mínimos requeridos estimados oscilan entre 0,00 a 9,25 minutos, siendo el pH la propiedad que define estos tiempos, producto de la concentración utilizada durante la circulación de la solución. Estos tiempos se observan en las tablas XXXIV, XXXVII, XL, XLIII, XLVI, XLIX, LII, LV y LVIII.

En el caso del área de distribución, al igual que con la solución de soda, se manejan altas concentraciones de la solución ácida debido a los volúmenes requeridos para llenar en su totalidad la tubería hacia los salones de llenado y la eliminación de la presencia de cualquier sustancia contaminante o suciedad de las tuberías de distribución. Esta es la razón por la cual la conductividad es la propiedad que define a los tiempos mínimos requeridos, los cuales están abarcados entre 0,00 a 10,0 minutos, como se observa en las tablas LXXXII, LXXXV, LXXXVIII, XCI, XCIV y XCVII.

Para los enjuagues después de agua caliente (EDC), estos solo se presentan en el área de cocimientos y filtraciones, sin embargo, las razones que definen a los tiempos mínimos requeridos difieren entre ambas. Para el área de cocimientos, es la turbidez del agua la que define los tiempos mínimos requeridos, los cuales están comprendidos entre 0,00 a 1,60 minutos, como se observa en las tablas VIII y XI.

En cambio, en el área de filtraciones, debido a que el agua caliente utilizada es agua blanda, con el objetivo de evitar incrustaciones en el equipo, es la dureza del agua la propiedad principal en el enjuague. Dicha propiedad define los tiempos mínimos requeridos, que oscilan entre 0 a 4,25 minutos. Al momento de recuperar los parámetros de dureza (ver anexo 5), el enjuague cumple con su propósito. Los tiempos mínimos requeridos se presentan en las tablas LXII, LXV, LXVIII y LXXI.

Para los enjuagues después de desinfectante (EDD), estos se realizan en las áreas de fermentaciones, filtraciones y distribución. En el caso de las 3, la propiedad que define los tiempos mínimos requeridos es la dureza, debido a la presencia de desinfectante. Este comportamiento se debe a la interacción con los cationes  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  con el desinfectante, similar a la interacción con jabón (extremos hidrófilos), reduciendo la presencia de estos iones. Es, luego de transcurrido más tiempo del enjuague, cuando la dureza se vuelve a estabilizar.

En el área de fermentaciones, se estimaron que los tiempos mínimos requeridos para los enjuagues de después de desinfectante están comprendidos entre 0,00 a 4,75 minutos. Esto se observa en las tablas XXXV, XXXVIII, XLI, XLIV, XLVII, L, LIII, LVI y LIX. Para el área de filtraciones, los tiempos oscilan entre 0,00 a 3,10 minutos, como se observa en las tablas LXXIV, LXXVII y LXXX. En el caso del área de distribución, los tiempos se encuentran en el intervalo de 0,00 y 17,0 minutos, como se observa en las tablas LXXXIII, LXXXVI, LXXXIX, XCII, XCV y XCVIII.

### **5.3. Cuantificación de la reducción del consumo de agua empleada en los enjuagues del sistema al implementar los nuevos tiempos**

Los nuevos tiempos de enjuague, o tiempos mínimos necesarios, se estiman al sumar el 15 % de los tiempos programados (ver anexo 1, 2, 3 y 4) a los tiempos mínimos requeridos de la sección anterior, en cada uno de los equipos.

Para el área de cocimientos, los equipos en *CIP* corto son limpiados cada 5 cocimientos. Al tener una producción semanal de 40 cocimientos, estos equipos son limpiados 8 veces a la semana. Los nuevos tiempos de enjuague mínimo necesario para después de solución de soda (EDS) son:  $2,00 \pm 0,08$  minutos para el enfriador,  $1,30 \pm 0,06$  minutos para el calentador y cocedor. Estos tiempos representan una reducción de consumo de agua empleada de  $40 \text{ m}^3$  (por *CIP*),  $320 \text{ m}^3$  (semanalmente) y  $16\ 640 \text{ m}^3$  (anualmente) para el enfriador;  $21 \text{ m}^3$  (por *CIP*),  $168 \text{ m}^3$  (semanalmente) y  $8\ 736 \text{ m}^3$  (anualmente) para el calentador y cocedor, como se observa en las tablas XCIX, C y CI.

Para los equipos que conforman el *CIP* largo, estos son limpiados 1 vez a la semana, y sus tiempos mínimos necesarios para EDS son:  $1,30 \pm 0,06$  min para el *Whirlpool*,  $1,40 \pm 0,06$  min para el regenerador,  $1,40 \pm 0,06$  min para el filtro,  $1,60 \pm 0,06$  min para el colector,  $1,50 \pm 0,06$  min para el tanque de agua,  $1,60 \pm 0,06$  min para el tanque de azúcar,  $2,25 \pm 0,08$  min para la tubería de azúcar,  $1,80 \pm 0,06$  min para el tanque turbio,  $1,50 \pm 0,06$  min para el macerador y  $1,50 \pm 0,06$  min para el adjuntos.

Estos tiempos representan una reducción de consumo de agua empleada de  $28 \text{ m}^3$  (por *CIP*), y  $1\ 456 \text{ m}^3$  (anualmente) para el *Whirlpool*;  $24 \text{ m}^3$  (por *CIP*)

y 1 248 m<sup>3</sup> (anualmente) para el regenerador; 24 m<sup>3</sup> (por *CIP*) y 1 248 m<sup>3</sup> (anualmente) para el filtro; 16 m<sup>3</sup> (por *CIP*) y 832 m<sup>3</sup> (anualmente) para el colector; 15 m<sup>3</sup> (por *CIP*) y 780 m<sup>3</sup> (anualmente) para el tanque de agua; 12 m<sup>3</sup> (por *CIP*) y 624 m<sup>3</sup> (anualmente) para el tanque de azúcar; 15 m<sup>3</sup> (por *CIP*) y 780 m<sup>3</sup> (anualmente) para la tubería de azúcar; 21 m<sup>3</sup> (por *CIP*) y 1 092 m<sup>3</sup> (anualmente) para el tanque turbio; 10 m<sup>3</sup> (por *CIP*) y 520 m<sup>3</sup> (anualmente) para el macerador; 15 m<sup>3</sup> (por *CIP*) y 780 m<sup>3</sup> (anualmente) para adjuntos, como se observa en las tablas CII, CIII, CIV, CV, CVI, CVII, CVIII, CIX, CX y CXI.

Para el área de fermentaciones, los nuevos tiempos de enjuague mínimo necesario para después de solución de soda son: 1,75 ± 0,08 min para la tubería de cerveza, 3,50 ± 0,10 min para la tubería de mosto, 2,90 ± 0,07 min para la tubería de levadura, 4,00 ± 0,12 min para el contenedor de levadura, 3,25 ± 0,10 min para el distribuidor de levadura, 4,60 ± 0,12 min para el depósito de levadura, 3,00 ± 0,10 min para el corral 1, 2,25 ± 0,10 min para el corral 2 y 3,60 ± 0,07 min para el corral 3.

Estos tiempos representan una reducción de consumo de agua empleada de 62,5 m<sup>3</sup> (por *CIP*), y 3 250 m<sup>3</sup> (anualmente) para la tubería de cerveza; 150 m<sup>3</sup> (por *CIP*) y 7 800 m<sup>3</sup> (anualmente) para la tubería de mosto; 82.5 m<sup>3</sup> (por *CIP*) y 4 290 m<sup>3</sup> (anualmente) para la tubería de levadura; 240 m<sup>3</sup> (por *CIP*) y 12 480 m<sup>3</sup> (anualmente) para el contenedor de levadura; 105 m<sup>3</sup> (por *CIP*) y 5 460 m<sup>3</sup> (anualmente) para el distribuidor de levadura; 180 m<sup>3</sup> (por *CIP*) y 9 360 m<sup>3</sup> (anualmente) para el depósito de levadura; 450 m<sup>3</sup> (por *CIP*) y 23 400 m<sup>3</sup> (anualmente) para el corral 1; 412,5 m<sup>3</sup> (por *CIP*) y 21 450 m<sup>3</sup> (anualmente) para el corral 2; 60 m<sup>3</sup> (por *CIP*) y 3 120 m<sup>3</sup> (anualmente) para el corral 3, como se observa en las tablas CXII, CXIII, CXIV, CXV, CXVI, CXVII, CXVIII, CXIX y CXX.

Para el área de filtraciones, los nuevos tiempos de enjuague mínimo necesario para después de solución de soda son:  $7,50 \pm 0,14$  min para el distribuidor de agua,  $6,75 \pm 0,14$  min para el distribuidor de cerveza,  $0,90 \pm 0,03$  min para la tubería de agua,  $6,50 \pm 0,18$  min para el desaireador,  $5,40 \pm 0,10$  min para el tanque de agua,  $3,00 \pm 0,10$  min para el tanque reserva y  $4,15 \pm 0,10$  min para el tanque de cerveza no filtrada.

Estos tiempos representan una reducción de consumo de agua empleada de  $75 \text{ m}^3$  (por *CIP*), y  $3\ 900 \text{ m}^3$  (anualmente) para el distribuidor de agua;  $97,5 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $5\ 070 \text{ m}^3$  (anualmente) para el distribuidor de cerveza;  $44 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $2\ 288 \text{ m}^3$  (anualmente) para la tubería de agua;  $440 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $22\ 880 \text{ m}^3$  (anualmente) para el desaireador;  $156 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $8\ 112 \text{ m}^3$  (anualmente) para el tanque de agua;  $80 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $4\ 160 \text{ m}^3$  (anualmente) para el tanque reserva;  $68 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $3\ 536 \text{ m}^3$  (anualmente) para el tanque de cerveza no filtrada, ver las tablas CXXI, CXXII, CXXIII, CXIV, CXXV, CXXVI y CXXVII.

En el caso del área de distribución, los nuevos tiempos de enjuague mínimo necesario para EDS son:  $13,1 \pm 0,20$  min para el salón A,  $13,1 \pm 0,20$  min para el salón B,  $13,2 \pm 0,20$  min para el salón C,  $11,6 \pm 0,20$  min para el salón D,  $13,3 \pm 0,20$  min para el salón de barriles y  $12,6 \pm 0,20$  min para la tubería de refiltración. Estos tiempos representan una reducción de consumo de agua empleada de  $108 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $5\ 616 \text{ m}^3$  (anualmente) para el salón A;  $108 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $5\ 616 \text{ m}^3$  (anualmente) para el salón B;  $96 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $4\ 992 \text{ m}^3$  (anualmente) para el salón C;  $288 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $14\ 976 \text{ m}^3$  (anualmente) para el salón D;  $105 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $5\ 460 \text{ m}^3$  (anualmente) para el salón de barriles;  $168 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $8\ 736 \text{ m}^3$  (anualmente) para la tubería de refiltración, ver las tablas CXXVIII, CXXIX, CXXX, CXXXI, CXXXII y CXXXIII.

Al analizar los enjuagues después de ácido (EDA), en el área de cocimientos, los tiempos de enjuague mínimo necesario para los *CIP* cortos son:  $1,75 \pm 0,08$  min para el enfriador,  $1,30 \pm 0,06$  min para el calentador y  $1,40 \pm 0,06$  min para el cocedor. Estos tiempos representan una reducción de consumo de agua empleada de  $50 \text{ m}^3$  (por *CIP*),  $400 \text{ m}^3$  (semanalmente) y  $20\ 800 \text{ m}^3$  (anualmente) para el enfriador;  $21 \text{ m}^3$  (por *CIP*),  $168 \text{ m}^3$  (semanalmente) y  $8\ 736 \text{ m}^3$  (anualmente) para el calentador;  $18 \text{ m}^3$  (por *CIP*),  $144 \text{ m}^3$  (semanalmente) y  $7\ 488 \text{ m}^3$  (anualmente) para el cocedor, como se observa en las tablas XCIX, C, CI.

Para los *CIP* largos, estos tiempos son:  $2,10 \pm 0,08$  min para el *Whirlpool*,  $2,00 \pm 0,08$  min para el filtro,  $1,50 \pm 0,06$  min para el colector,  $2,00 \pm 0,08$  min para el tanque de agua,  $2,15 \pm 0,08$  min para el tanque de azúcar,  $2,20 \pm 0,08$  min para la tubería de azúcar,  $1,80 \pm 0,06$  min para el tanque turbio,  $1,20 \pm 0,06$  min para el macerador y  $1,40 \pm 0,06$  min para el adjunto. Lo cual representa una reducción de consumo de agua empleada de  $36 \text{ m}^3$  (por *CIP*), y  $1\ 872 \text{ m}^3$  (anualmente) para el *Whirlpool*;  $60 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $3\ 120 \text{ m}^3$  (anualmente) para el filtro;  $20 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $1\ 040 \text{ m}^3$  (anualmente) para el colector;  $30 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $1\ 560 \text{ m}^3$  (anualmente) para el tanque de agua;  $25,5 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $1\ 326 \text{ m}^3$  (anualmente) para el tanque de azúcar;  $16 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $832 \text{ m}^3$  (anualmente) para la tubería de azúcar;  $21 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $1\ 092 \text{ m}^3$  (anualmente) para el tanque turbio;  $16 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $832 \text{ m}^3$  (anualmente) para el macerador;  $18 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $936 \text{ m}^3$  (anualmente) para adjuntos, ver las tablas CII, CIII, CIV, CV, CVI, CVII, CVIII, CIX, CX y CXI.

En el caso del área de fermentaciones, se tiene que los tiempos mínimos necesarios para EDA son:  $2,70 \pm 0,08$  min para la tubería de cerveza,  $3,95 \pm 0,10$  min para la tubería de mosto,  $4,25 \pm 0,10$  min para la tubería de levadura,  $5,40 \pm 0,17$  min para el contenedor de levadura,  $4,65 \pm 0,14$  min para

el distribuidor de levadura,  $4,00 \pm 0,14$  min para el depósito de levadura,  $2,40 \pm 0,10$  min para el corral 1,  $2,50 \pm 0,10$  min para el corral 2 y  $3,80 \pm 0,07$  min para el corral 3.

Estos tiempos representan una reducción de consumo de agua empleada de  $15 \text{ m}^3$  (por *CIP*), y  $780 \text{ m}^3$  (anualmente) para la tubería de cerveza;  $105 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $5\,460 \text{ m}^3$  (anualmente) para la tubería de mosto;  $56,3 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $2\,925 \text{ m}^3$  (anualmente) para la tubería de levadura;  $336 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $17\,472 \text{ m}^3$  (anualmente) para el contenedor de levadura;  $261 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $13\,572 \text{ m}^3$  (anualmente) para el distribuidor de levadura;  $450 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $23\,400 \text{ m}^3$  (anualmente) para el depósito de levadura;  $540 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $28\,080 \text{ m}^3$  (anualmente) para el corral 1;  $375 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $19\,500 \text{ m}^3$  (anualmente) para el corral 2;  $30 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $1\,560 \text{ m}^3$  (anualmente) para el corral 3, ver las tablas CXII, CXIII, CXIV, CXV, CXVI, CXVII, CXVIII, CXIX y CXX.

Para el área de filtraciones, los tiempos mínimos necesarios en EDA son:  $8,25 \pm 0,14$  min para el distribuidor de agua,  $5,75 \pm 0,14$  min para el distribuidor de cerveza,  $0,90 \pm 0,03$  min para la tubería de agua,  $10,7 \pm 0,18$  min para el desaireador,  $4,60 \pm 0,10$  min para el tanque de agua,  $1,75 \pm 0,16$  min para el tanque reserva y  $2,50 \pm 0,14$  min para el tanque de cerveza no filtrada. Lo cual representan una reducción de consumo de agua empleada de  $52,5 \text{ m}^3$  (por *CIP*), y  $2\,730 \text{ m}^3$  (anualmente) para el distribuidor de agua;  $127,5 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $6\,630 \text{ m}^3$  (anualmente) para el distribuidor de cerveza;  $44 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $2\,288 \text{ m}^3$  (anualmente) para la tubería de agua;  $104 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $5\,408 \text{ m}^3$  (anualmente) para el desaireador;  $204 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $10\,608 \text{ m}^3$  (anualmente) para el tanque de agua;  $130 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $6\,760 \text{ m}^3$  (anualmente) para el tanque reserva;  $200 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $10\,400 \text{ m}^3$  (anualmente) para el tanque de

cerveza no filtrada, ver las tablas CXXI, CXXII, CXXIII, CXIV, CXXV, CXXVI y CXXVII.

Para el área de distribución, los tiempos mínimos necesarios en EDA son:  $10,1 \pm 0,20$  min para el salón A,  $9,25 \pm 0,20$  min para el salón B,  $12,1 \pm 0,20$  min para el salón C,  $9,60 \pm 0,20$  min para el salón D,  $25 \pm 0,20$  min para el salón de barriles y  $12,1 \pm 0,20$  min para la tubería de refiltración.

Estos tiempos representan una reducción de consumo de agua empleada de  $468 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $24\,336 \text{ m}^3$  (anualmente) para el salón A;  $570 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $29\,640 \text{ m}^3$  (anualmente) para el salón B;  $228 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $11\,856 \text{ m}^3$  (anualmente) para el salón C;  $528 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $27\,456 \text{ m}^3$  (anualmente) para el salón D;  $1\,762.5 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $91\,650 \text{ m}^3$  (anualmente) para el salón de barriles;  $348 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $18\,096 \text{ m}^3$  (anualmente) para la tubería de refiltración, ver las tablas CXXVIII, CXXIX, CXXX, CXXXI, CXXXII y CXXXIII.

En el caso de los enjuagues después de agua caliente (EDC), se aplican al área de cocimientos y filtraciones. Los nuevos tiempos de enjuague mínimos necesarios para el área de cocimientos son:  $2,00 \pm 0,08$  min para el enfriador y  $1,00 \pm 0,06$  min para el calentador. Estos tiempos representan una reducción de consumo de agua empleada de  $20 \text{ m}^3$  (por *CIP*),  $160 \text{ m}^3$  (semanalmente) y  $8\,320 \text{ m}^3$  (anualmente) para el enfriador;  $15 \text{ m}^3$  (por *CIP*),  $120 \text{ m}^3$  (semanalmente) y  $6\,240 \text{ m}^3$  (anualmente) para el calentador, como se observa en las tablas XCIX y C.

Para los enjuagues de EDC del área de filtraciones, los tiempos mínimos necesarios de los equipos son:  $5,75 \pm 0,14$  min para el distribuidor de agua,  $4,75 \pm 0,14$  min para el distribuidor de cerveza,  $4,00 \pm 0,14$  min para la tubería de agua y  $3,75 \pm 0,14$  min para el desaireador.

Estos tiempos representan una reducción de consumo de agua empleada de 127,5 m<sup>3</sup> (por *CIP*), y 6 630 m<sup>3</sup> (anualmente) para el distribuidor de agua; 157,5 m<sup>3</sup> (por *CIP*) y 8 190 m<sup>3</sup> (anualmente) para el distribuidor de cerveza; 240 m<sup>3</sup> (por *CIP*) y 12 480 m<sup>3</sup> (anualmente) para la tubería de agua; 500 m<sup>3</sup> (por *CIP*) y 26 000 m<sup>3</sup> (anualmente) para el desaireador, los cuales se observan en las tablas CXXI, CXXII, CXXIII y CXIV.

En los enjuagues después de desinfectante (EDD), estos se aplican en fermentaciones, filtraciones y distribución. Los tiempos mínimos necesarios para los equipos del área de fermentaciones son: 2,80 ± 0,08 min para la tubería de cerveza, 4,75 ± 0,10 min para la tubería de mosto, 8,15 ± 0,14 min para la tubería de levadura, 5,60 ± 0,17 min para el contenedor de levadura, 2,25 ± 0,12 min para el distribuidor de levadura, 5,80 ± 0,10 min para el depósito de levadura, 3,60 ± 0,10 min para el corral 1, 2,15 ± 0,10 min para el corral 2 y 3,60 minutos para el corral 3.

Al implementar estos nuevos tiempos, se tiene una reducción de consumo de agua empleada de 10 m<sup>3</sup> (por *CIP*), y 520 m<sup>3</sup> (anualmente) para la tubería de cerveza; 25 m<sup>3</sup> (por *CIP*) y 1 300 m<sup>3</sup> (anualmente) para la tubería de mosto; 63,7 m<sup>3</sup> (por *CIP*) y 3 315 m<sup>3</sup> (anualmente) para la tubería de levadura; 324 m<sup>3</sup> (por *CIP*) y 16 848 m<sup>3</sup> (anualmente) para el contenedor de levadura; 345 m<sup>3</sup> (por *CIP*) y 17 940 m<sup>3</sup> (anualmente) para el distribuidor de levadura; 90 m<sup>3</sup> (por *CIP*) y 4 680 m<sup>3</sup> (anualmente) para el depósito de levadura; 360 m<sup>3</sup> (por *CIP*) y 18 720 m<sup>3</sup> (anualmente) para el corral 1; 427,5 m<sup>3</sup> (por *CIP*) y 22 230 m<sup>3</sup> (anualmente) para el corral 2; 60 m<sup>3</sup> (por *CIP*) y 3 120 m<sup>3</sup> (anualmente) para el corral 3, ver las tablas CXII, CXIII, CXIV, CXV, CXVI, CXVII, CXVIII, CXIX y CXX.

En el área de filtraciones, los nuevos tiempos de enjuague para los equipos son:  $3,75 \pm 0,14$  min para el tanque de agua,  $3,00 \pm 0,06$  min para el tanque reserva y  $3,90 \pm 0,06$  min para el tanque de cerveza no filtrada. Estos tiempos representan una reducción de consumo de agua empleada de  $375 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $19\,500 \text{ m}^3$  (anualmente) para el tanque de agua;  $80 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $4\,160 \text{ m}^3$  (anualmente) para el tanque reserva;  $88 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $4\,570 \text{ m}^3$  (anualmente) para el tanque de cerveza no filtrada, ver las tablas CXXV, CXXVI y CXXVII.

Para los enjuagues EDD del área de distribución, se tiene que los nuevos tiempos de enjuague mínimo necesario son:  $3,90 \pm 0,20$  min para el salón A,  $11,2 \pm 0,20$  min para el salón B,  $11,4 \pm 0,20$  min para el salón C,  $12,1 \pm 0,20$  min para el salón D,  $21,5 \pm 0,23$  min para el salón de barriles y  $9,40 \pm 0,23$  min para la tubería de refiltración. Lo cual representan una reducción de consumo de agua empleada de  $1\,212 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $63\,024 \text{ m}^3$  (anualmente) para el salón A;  $336 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $17\,472 \text{ m}^3$  (anualmente) para el salón B;  $312 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $16\,224 \text{ m}^3$  (anualmente) para el salón C;  $228 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $11\,856 \text{ m}^3$  (anualmente) para el salón D;  $1\,275 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $66\,300 \text{ m}^3$  (anualmente) para el salón de barriles;  $552 \text{ m}^3$  (por *CIP*) y  $28\,704 \text{ m}^3$  (anualmente) para la tubería de refiltración, ver las tablas CXXVIII, CXXIX, CXXX, CXXXI, CXXXII y CXXXIII.

Las reducciones en el consumo de agua muestran que los tiempos programados pueden cambiarse sin comprometer o afectar la limpieza de los equipos, obteniendo como resultado una reducción de volumen de agua global de  $1\,028\,014 \text{ m}^3$  anuales, la cual resulta de la suma de la reducción de volumen de agua en el área de cocimientos, fermentaciones, filtraciones y distribución. Esto se puede observar en la tabla CXXXIV.

## CONCLUSIONES

1. Los parámetros de calidad del agua utilizada como enjuague en el sistema de limpieza en el sitio (*CIP*) se comportan de manera que alcanzan los requerimientos para ser catalogadas como agua limpia luego de haber transcurrido un intervalo de tiempo menor a los tiempos de enjuague actualmente programados, permitiendo una reducción significativa en el consumo de agua empleada.
2. Los parámetros de calidad de agua cumplen con los requerimientos de limpieza después de un tiempo promedio de 1,60 min en EDS, 1,75 min en EDA y 1,50 min en EDC en el área de cocimientos; 3,90 min en EDS, 3,75 min en EDA y 4,10 min en EDD en el área de fermentaciones; 4,90 min en EDS, 4,95 min en EDA, 4,60 min en EDC y 3,55 min en EDD en el área de filtraciones; 12,9 min en EDS, 9,40 min en EDA y 11,6 min en EDD en el área de distribución.
3. Se tiene una reducción de consumo de agua anual de 107 666 m<sup>3</sup> en el área de cocimientos; 292 032 m<sup>3</sup> en el área de fermentaciones; 176 306 m<sup>3</sup> de filtraciones y 452 010 m<sup>3</sup> en el área de distribución al utilizar tiempos de enjuague diferentes.
4. Los tiempos óptimos de enjuague en el sistema de limpieza *CIP* que permiten una reducción del uso de agua y cumplen con los parámetros de agua limpia son en promedio de aproximadamente 5,83 min en EDS, 4,96 min en EDA, 3,05 min en EDC y 6,42 min en EDD.



## RECOMENDACIONES

1. Realizar un estudio de comprobación previo a implementar los tiempos de limpieza mínimos necesarios en el sistema de limpieza en el sitio (*CIP*), con el objetivo de cerciorarse que estos no comprometen la limpieza de los equipos.
2. Realizar un estudio diagnóstico para verificar si los tiempos de circulación, concentración y temperatura de las soluciones de soda, ácido y desinfectante son adecuadas para la limpieza de los equipos, con el objetivo de poder realizar una optimización de estas soluciones.
3. Desarrollar una programación de chequeo y calibración de los equipos de análisis instrumental, con el objetivo de reducir la posibilidad de obtener una mala lectura al momento de realizar un análisis de las muestras.
4. Desarrollar un programa de chequeo de enjuagues de agua en el sistema de limpieza en el sitio (*CIP*) con el objetivo de verificar que la limpieza se realiza adecuadamente.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Agencia Santafésima de Seguridad Alimentaria. *Determinación de la alcalinidad del agua*. Argentina: Agencia Santafésima de Seguridad Alimentaria, 2008. 10 p.
2. ALCUSÓN MARCO, Guillermo; LORÉS GUERRERO, Alberto. *Elaboración de la cerveza*. España: Universidad de Zaragoza, 2009. 22 p.
3. ANELIN NIRVANA, Adrián. *Optimización de los métodos de limpieza CIP y FOB en tanques de jarabe simple y terminado en la cervecería boliviana nacional s.a. planta gaseosas el alto*. Trabajo de graduación de Química Industrial, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Tecnología, 2013. 157 p.
4. Banco Interamericano de Desarrollo. *Estrategia para la Gestión Integrada de Los Recursos Hídricos de Guatemala diagnóstico*. Guatemala: Secretaría Planificación y Programación segeplan, 2006. 104 p.
5. BERNAL SAENZ, Laura. *Lineamientos para la implementación de FSSC22000-1; sistema de certificación en inocuidad de alimentos en una organización*. Trabajo de investigación, Colombia: Universidad del Tolima, Facultad de Ingeniería Agronómica, 2015. 7 p.

6. BURNHAM, Ted; HERZ, Julia; HOLL, John; JONES, Cindy; STOREY, Meghan; TRAUTWEIN, Luke; SPARHAWK, Andy; PUZA, Grant; ZANDER, Nate. *Beer styles study guide*. Estados Unidos: Craftbeers.com, 2014. 120 p.
7. CANTELI, José.; CANTERO, Juan.; MIGUÉLEZ, Marco. *Sistemas de Producción y Fabricación Automatizados*. España: Universidad Carlos III de Madrid, Facultad de Ingeniería, 2009. 41 p.
8. CAJIGAS CERON, Alvarado Andrés; PÉREZ VIDAL, Andrea; TORRES LOZADA, Patricia. *Importancia del pH y la alcalinidad en el tratamiento anaerobio de las aguas residuales del proceso de extracción de almidón de yuca*. Proyecto de fin investigación, Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira. 2005. 7 p.
9. CONSUELO LAZO, P. *Técnicas de Limpieza Profesional en Centros de Producción de Alimentos*. Colombia: Sistemas de Higiene Profesional T & I. 2011. 42 p.
10. EXPÓSITO MÉNDEZ, Ana María; SIMONS RODRÍGUEZ, Brenda Carolina. *Cleaning in place (CIP) en líneas de envasado de una planta de cerveza y malta*. Trabajo de graduación de Postgrado en Gerencia en Especialización de Tecnología, Venezuela: Universidad Simón Bolívar: Decanato de estudios de postgrado. 2007. 115 p.
11. FUNDESA. *Uso del Agua en Guatemala*. Guatemala: FUNDESA, 2012. 15 p.

12. Gabinete Específico del agua. *Política Nacional del Aguade Guatemala y su Estrategia*. Guatemala: Gobierno de la República de Guatemala. 2011. 48 p.
13. GARCÍA MORENO, Emilio. *Automatización de procesos industriales: robótica y automática*. España: Universidad Politécnica de Valencia, 2012. 43 p.
14. GISBERT VERDÚ, Mauro. *Diseño del proceso industrial para la elaboración de cerveza*. Trabajo de fin de grado de Ingeniería Química, España: Universidad Politécnica de Valencia, Campus de Alcoy, 2016. 78 p.
15. GONZÁLES TORO, Carmen. *El pH*. Puerto Rico: Recinto Universitario de Mayaguez, Colegio de Ciencias Agrícolas. 2011. 12 p.
16. GOYENOLA, Guillermo. *Determinación de la Alcalinidad P*. Guía para la utilización de las Valijas Viajeras, Uruguay: Universidad de la República, Facultad de Ciencias, 2007. 4 p.
17. HACH Company. *¿Qué es la conductividad?* México: HACH Company. 2017. 2 p.
18. ILI JARA, Cristian Andrés. *Diseño de sistema de lavado de estanques automatizado CIP (Cleaning In Place)*. Trabajo de fin de graduación de Ingeniería Mecánica, Chile: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, 2010. 66 p.

19. Instituto de Incidencia Ambiental. *Situación del Recurso Hídrico en Guatemala*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. 2005. 32 p.
20. LOREZNO LLEDÓ, Gonzalo. *Automatización de una planta industrial*. Tesis doctoral de Automática y Robótica, España: Universidad de Alicante, Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal, 2009. 242 p.
21. MARCÓ, Leandro; AZARIO, Ricardo; METZLER, Celia. *La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadas a partir de fuentes superficiales. Propuestas a propósito del estudio del sistema de potabilización y distribución en la ciudad Uruguay (Entre Ríos, Argentina)*. Trabajo de investigación, Argentina: Higiene y Sanidad Ambiental. 2004. 11 p.
22. MARTÍNEZ TICHONOW, David. *Elaboración de cerveza Asignatura: Bebidas*. España, 2010. 14 p.
23. MEDINA DELGADO, Erika. *Elaboración y documentación del programa de limpieza y desinfección de los laboratorios del Departamento de Microbiología de la Pontificia Universidad Javeriana*. Trabajo de grado de Microbiología Industrial, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias. 2006. 81 p.
24. MEMISI, Nurgin; VESKOVIC MORACANIN, Slavica; MILIJASEVIC, Milan; BABIC, Jelena. *CIP cleaning processes in the dairy industry*. Trabajo de investigación, Serbia: Institute of Meat Hygiene and Technology, 2015. 3 p.

25. MetAs & Metrólogos Asociados. *Medición de Turbidez en la Calidad del Agua*. México: Metrólogos Asociados, 2010. 6 p.
26. MILLÁN, Fernando.; MATHISON, José.; ALVARES, Miguel. *Estudio comparativo de la dureza del agua en el estado de Mérida y algunas localidades del centro y occidente de Venezuela*. Trabajo de investigación, Venezuela. 2003. 9 p.
27. MORALES BUSTAMANTE, Erick Andrés. *Reportaje escrito: Las causas de la escasez y falta de acceso a agua potable en el área rural de Guatemala y las posibles soluciones alternativas a esta problemática*. Trabajo de grado de Licenciado en Ciencias de la Comunicación, Guatemala: Universidad Rafael Landívar, Facultad de Humanidades, 2014. 99 p.
28. NEGRI, Livia. *El pH Y la acidez de la leche*. Manual de Referencias técnicas para el logro de leche de calidad, Argentina: Asociación Pro Calidad de Leche. 2005. 11 p.
29. PALÚ GARCÍA, Eduardo. *ISO 22000 nuevo estándar mundial de seguridad alimentaria*. España: SGS ICS Ibérica, 2005. 10 p.
30. PAREDES, José. *La cerveza y su historia*. Trabajo final de ciclo, España: Universidad para Mayores, 2012. 54 p.
31. PÉREZ, Sergio; OROZCO, Jaime Alfredo. *Experiencias de Agua Potable y Saneamiento con enfoque de Gestión Integrada de*

*Recursos Hídricos en Guatemala.* Guatemala: Global Water Partnership Central America. 2010. 26 p.

32. RAVE, Andrés. *Sistema de limpieza en el sitio Cleaning In Place (CIP).* Colombia: INDISA, 2010. 6 p.
33. RODA, Roberto. *Estudio de los hábitos de consumo de cerveza artesanal de los habitantes de Pamplona.* España: Universidad Pública de Navarra, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. 2015. 94 p.
34. RODRÍGUEZ, Sergio Alejandro. *La dureza del Agua.* Argentina: Universidad Técnica Nacional, Facultad Regional Bahía Blanca. 2010. 32 p.
35. ROMERO, Xiomara; NAVARRO, Pedro; NOGUERA, Juan. *Acidez y pH.* Venezuela: Escuela venezolana para la enseñanza de la química, 2005. 50 p.
36. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. *Tercer informe en el cumplimiento de los objetivos de desarrollo del milenio.* Guatemala: Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, República de Guatemala, 2010. 524 p.
37. SLEVOGT, Karl. *Turbidez y sólidos suspendidos.* Alemania: Wissenschaftlich-Technische Werkstätten WTW, 2014. 6 p.
38. SOTO, Julián. *La dureza del agua como indicador básico de la presencia de incrustaciones en instalaciones domésticas*

- sanitarias*. Trabajo de investigación, México: Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad-Oaxaca. 2010. 11 p.
39. SPX Flow Technology. *CIP and Sanitation of Process Plant*. Dinamarca: SPX Corporation Inc, 2013. 24 p.
40. SUANCA CAMARGO, Diana Carolina. *Diseño de un programa de limpieza y desinfección para la “casa de banquetes Gabriel”, actual administradora del casino de la empresa ALGARRA S.A.* Trabajo de graduación de Microbióloga Industrial, Colombia: Pontifica Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias. 2008. 74 p.
41. SUAREZ SANABRIA, Doris. *Conductividad eléctrica por el método electrométrico en agua*. Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2006. 7 p.
42. SUEZ Water Technology. *Alcalinidad Método fenolftaleína y total, método por titulación*. Estados Unidos: SUEZ Water Technologies & Solutions. 2 p.
43. VALLEJO, Bibiana; VALLEJO, Sandra. *Aspectos generales de la automatización industrial del sector farmacéutico*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, 2006. 23 p.

44. ZENDEJAS RODRÍGUEZ, Alfredo Nahum. *CLEANING-IN-PLACE process monitoring*. México: Secretaría de Educación Pública, Tecnológico Nacional de México. 2016. 60 p.

## APÉNDICES

### Apéndice 1. Datos originales para la descripción del comportamiento de la composición química del agua utilizada para enjuague en el sistema *CIP* del área de cocimientos

Equipo	Enfriador	Repetición	1						
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	5,24	12,01	20	0	0	6,81	12,21
	2	0,50	4,58	11,07	16	0	0	4,79	9,94
	3	1,00	3,81	9,41	8	0	0	3,94	7,45
	4	1,50	2,74	8,85	0	72	90	2,43	7,43
	5	2,00	2,40	8,03	0	120	100	1,22	3,82
	6	2,50	2,25	8,07	0	128	104	0,83	3,06
	7	3,00	2,16	7,98	0	136	108	0,72	1,64
Enjuague después de ácido	8	0,00	3,81	1,70	0	202	60	5,46	7,12
	9	0,50	3,10	3,31	0	184	72	2,98	4,92
	10	1,00	3,37	4,47	0	172	98	1,05	4,05
	11	1,50	2,53	6,01	0	160	104	0,87	3,13
	12	2,00	2,41	6,7	0	154	110	0,43	2,13
	13	2,50	2,35	6,91	0	146	110	0,36	1,86
	14	3,00	2,13	6,93	0	140	114	0,22	1,22
Enjuague después de agua caliente	15	0,00	2,44	6,67	0	100	84	0,82	5,18
	16	0,50	2,41	6,79	0	106	96	0,46	4,07
	17	1,00	2,37	6,80	0	134	104	0,33	3,26
	18	1,50	2,28	6,86	0	140	108	0,31	2,67
	19	2,00	2,23	6,97	0	154	108	0,25	2,05
	20	2,50	2,21	6,99	0	156	114	0,27	1,93

Equipo	Enfriador	Repetición	2						
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	4,62	11,66	14	0	0	4,22	11,97
	2	0,50	4,17	10,82	8	0	0	3,45	8,55
	3	1,00	2,82	9,16	2	0	0	3,06	6,29
	4	1,50	2,71	8,17	0	108	82	2,14	3,95
	5	2,00	2,37	8,11	0	124	104	0,93	3,01
	6	2,50	2,23	8,09	0	130	104	0,66	2,44
	7	3,00	2,2	8,01	0	138	110	0,51	2,26
Enjuague después de ácido	8	0,00	3,04	2,24	0	210	70	5,03	7,93
	9	0,50	2,73	3,68	0	194	84	4,21	5,37
	10	1,00	2,62	5,82	0	178	92	1,05	4,19
	11	1,50	3,02	6,23	0	170	106	1,11	3,54
	12	2,00	2,37	6,55	0	162	106	0,82	3,09
	13	2,50	2,32	6,83	0	158	114	0,71	2,83
	14	3,00	2,24	7,11	0	158	116	0,53	2,15
Enjuague después de agua caliente	15	0,00	2,47	6,54	0	112	74	0,77	5,79
	16	0,50	2,36	6,83	0	118	90	0,85	4,08
	17	1,00	2,37	6,76	0	126	100	0,68	3,62
	18	1,50	2,24	6,93	0	130	106	0,52	2,99
	19	2,00	2,14	7,05	0	146	106	0,43	2,54
	20	2,50	2,12	7,11	0	144	112	0,29	2,61

Continuación apéndice 1.

Equipo	Enfriador	Repetición	3						
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	5,12	11,28	18	0	0	6,48	11,03
	2	0,50	3,47	9,34	10	0	0	6,05	7,43
	3	1,00	3,52	8,81	2	0	0	2,73	5,72
	4	1,50	3,44	8,3	0	116	96	3,27	5,15
	5	2,00	2,48	8,15	0	128	104	0,47	3,97
	6	2,50	2,4	8,11	0	136	108	0,39	1,80
	7	3,00	2,41	8,06	0	142	108	0,11	0,98
Enjuague después de ácido	8	0,00	3,54	2,07	0	198	66	4,76	7,41
	9	0,50	3,43	4,37	0	180	78	3,55	5,93
	10	1,00	2,52	5,52	0	174	100	2,08	4,52
	11	1,50	2,61	5,58	0	166	100	1,34	4,02
	12	2,00	2,39	6,72	0	160	106	0,63	3,80
	13	2,50	2,41	6,72	0	154	102	0,56	3,06
	14	3,00	2,36	7,02	0	150	108	0,14	2,94
Enjuague después de agua caliente	15	0,00	2,47	6,53	0	100	78	0,74	4,67
	16	0,50	2,4	6,61	0	114	90	0,62	4,08
	17	1,00	2,43	6,69	0	128	104	0,49	3,52
	18	1,50	2,35	6,77	0	134	104	0,41	3,01
	19	2,00	2,27	6,91	0	140	110	0,36	2,94
	20	2,50	2,18	7,08	0	138	108	0,31	2,81

Equipo	Calentador	Repetición	1						
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	6,43	9,42	8	0	0	5,03	7,46
	2	0,50	4,51	8,55	8	0	0	3,36	4,29
	3	1,00	2,76	8,32	0	96	90	1,19	3,71
	4	1,50	2,2	8,11	0	128	100	0,88	3,55
	5	2,00	2,21	8,07	0	140	108	0,76	3,51
Enjuague después de ácido	6	0,00	7,31	3,05	0	200	84	3,04	5,13
	7	0,50	3,72	4,26	0	196	92	2,98	4,93
	8	1,00	2,68	6,13	0	174	106	1,05	4,17
	9	1,50	2,35	6,74	0	164	106	0,87	3,82
	10	2,00	2,3	7,12	0	160	110	0,43	3,04
Enjuague después de agua caliente	11	0,00	2,42	7,22	0	120	90	0,82	5,29
	12	0,50	2,35	7,36	0	124	106	0,46	4,13
	13	1,00	2,3	7,41	0	146	110	0,33	3,68
	14	1,50	2,17	7,4	0	144	110	0,31	3,44

Equipo	Calentador	Repetición	2						
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	6,68	9,56	14	0	0	3,89	6,28
	2	0,50	5,02	9,07	8	0	0	1,93	5,31
	3	1,00	3,02	8,42	0	118	94	0,97	3,44
	4	1,50	2,43	8,18	0	148	106	0,64	3,16
	5	2,00	2,32	8,09	0	152	110	0,51	3,22
Enjuague después de ácido	6	0,00	6,86	3,44	0	204	70	2,97	4,97
	7	0,50	4,23	4,59	0	186	86	2,43	4,76
	8	1,00	2,91	5,91	0	178	92	1,94	4,05
	9	1,50	2,44	6,59	0	170	108	0,58	3,77
	10	2,00	2,4	6,83	0	166	114	0,19	3,22
Enjuague después de agua caliente	11	0,00	2,36	7,05	0	134	84	1,16	5,11
	12	0,50	2,31	7,05	0	142	96	0,73	4,67
	13	1,00	2,27	7,12	0	140	104	0,55	3,69
	14	1,50	2,24	7,23	0	146	112	0,24	3,21

Equipo	Calentador	Repetición	3						
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	6,43	9,35	14	0	0	4,62	7,05
	2	0,50	5,18	8,94	0	0	0	4,41	4,91
	3	1,00	3,74	8,37	0	110	82	2,08	4,42
	4	1,50	2,4	8,13	0	134	108	0,84	3,67
	5	2,00	2,22	8,01	0	148	114	0,33	2,78
Enjuague después de ácido	6	0,00	6,97	3,22	0	200	80	2,86	5,08
	7	0,50	4,11	4,33	0	184	94	1,94	4,42
	8	1,00	2,83	5,81	0	170	96	1,34	4,09
	9	1,50	2,44	6,62	0	162	108	0,74	3,67
	10	2,00	2,29	6,99	0	154	112	0,55	3,07
Enjuague después de agua caliente	11	0,00	2,45	7,16	0	126	94	0,98	5,08
	12	0,50	2,36	7,28	0	138	98	0,67	4,67
	13	1,00	2,32	7,35	0	144	106	0,72	3,85
	14	1,50	2,33	7,42	0	146	110	0,55	3,71

Continuación apéndice 1.

Equipo	Cocedor	Repetición	1						
Etapas	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	4,28	9,98	16	0	0	4,28	7,27
	2	0,50	3,81	9,05	4	0	0	3,16	5,66
	3	1,00	3,16	8,57	0	104	94	1,64	4,18
	4	1,50	2,44	8,04	0	122	108	0,86	3,54
	5	2,00	2,23	7,98	0	144	114	0,81	3,28
Enjuague después de ácido	6	0,00	4,05	3,55	0	198	66	3,59	6,32
	7	0,50	3,64	4,28	0	176	72	3,05	5,07
	8	1,00	2,96	5,99	0	170	98	1,43	4,19
	9	1,50	2,35	6,78	0	164	104	0,55	3,84
	10	2,00	2,11	6,94	0	160	110	0,61	3,52

Equipo	Cocedor	Repetición	2						
Etapas	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	4,17	9,82	14	0	0	4,11	7,08
	2	0,50	3,46	9,25	6	0	0	3,59	6,48
	3	1,00	2,61	8,63	0	116	96	1,67	4,33
	4	1,50	2,38	8,14	0	130	106	0,92	3,88
	5	2,00	2,32	8,09	0	138	110	0,67	3,72
Enjuague después de ácido	6	0,00	3,94	3,46	0	186	74	3,37	6,27
	7	0,50	3,25	4,49	0	180	88	2,81	5,43
	8	1,00	2,71	6,24	0	172	94	1,43	4,06
	9	1,50	2,41	6,69	0	158	102	0,92	3,62
	10	2,00	2,37	6,82	0	150	106	0,73	3,47

Equipo	Cocedor	Repetición	3						
Etapas	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	4,08	9,85	10	0	0	4,16	7,12
	2	0,50	3,56	8,99	6	0	0	3,55	5,83
	3	1,00	2,57	8,46	0	100	90	1,83	4,16
	4	1,50	2,36	8,15	0	134	102	0,94	3,36
	5	2,00	2,17	8,02	0	146	110	0,71	3,08
Enjuague después de ácido	6	0,00	4,11	3,89	0	188	66	3,44	6,18
	7	0,50	3,57	4,52	0	176	84	2,76	5,16
	8	1,00	2,81	6,27	0	172	90	1,63	4,27
	9	1,50	2,43	6,73	0	160	100	0,86	3,61
	10	2,00	2,27	7,02	0	154	108	0,72	3,28

Equipo	Whirlpool	Repetición	1						
Etapas	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	7,75	9,78	18	0	0	3,41	8,84
	2	0,50	5,16	8,73	0	88	74	2,16	5,19
	3	1,00	3,69	8,35	0	106	92	1,55	4,53
	4	1,50	2,28	8,16	0	128	100	0,73	3,42
	5	2,00	2,16	8,05	0	132	108	0,46	3,19
Enjuague después de ácido	6	0,00	6,67	2,44	0	212	66	5,55	10,53
	7	0,50	5,19	4,19	0	196	72	5,14	8,14
	8	1,00	4,28	5,38	0	184	88	3,01	6,35
	9	1,50	3,66	6,05	0	172	96	1,48	4,11
	10	2,00	2,47	6,84	0	164	104	0,69	3,64
	11	2,50	2,42	7,05	0	156	104	0,29	3,32
	12	3,00	2,21	7,26	0	150	116	0,22	3,11

Equipo	Whirlpool	Repetición	2						
Etapas	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	7,11	9,44	10	0	0	3,32	8,39
	2	0,50	5,38	8,52	0	80	82	2,46	5,43
	3	1,00	3,07	8,29	0	112	98	1,28	4,16
	4	1,50	2,33	8,09	0	134	106	0,66	3,61
	5	2,00	2,28	7,99	0	148	114	0,27	3,35
Enjuague después de ácido	6	0,00	6,84	2,36	0	204	60	5,19	10,14
	7	0,50	5,28	4,31	0	190	82	4,87	8,46
	8	1,00	4,39	5,66	0	176	90	2,08	6,67
	9	1,50	3,62	6,29	0	178	100	1,42	4,32
	10	2,00	2,43	6,61	0	170	104	0,78	3,26
	11	2,50	2,26	6,93	0	166	112	0,64	3,08
	12	3,00	2,18	7,11	0	166	112	0,37	2,94

Continuación apéndice 1.

Equipo	Whirlpool	Repetición	3						
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	7,25	9,28	14	0	0	3,36	8,53
	2	0,50	5,54	8,66	0	72	80	2,54	4,94
	3	1,00	3,35	8,43	0	114	94	1,13	4,02
	4	1,50	2,34	8,12	0	130	106	0,55	3,3
	5	2,00	2,27	8,04	0	144	114	0,22	3,02
Enjuague después de ácido	6	0,00	6,7	2,48	0	200	72	5,47	10,44
	7	0,50	5,37	4,38	0	132	80	4,31	8,26
	8	1,00	4,06	5,22	0	178	80	3,32	5,93
	9	1,50	3,14	6,34	0	172	90	1,22	4,24
	10	2,00	2,68	6,32	0	160	102	0,83	3,11
	11	2,50	2,34	7,08	0	150	108	0,44	3,02
	12	3,00	2,19	7,18	0	144	114	0,41	2,66

Equipo	Regenerador	Repetición	1						
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	5,94	10,87	18	0	0	8,07	12,96
	2	0,50	4,38	10,04	8	0	0	5,23	8,55
	3	1,00	2,94	8,93	0	114	84	1,08	4,82
	4	1,50	2,43	8,16	0	138	100	0,82	3,74
	5	2,00	2,36	7,99	0	146	104	0,80	2,44

Equipo	Regenerador	Repetición	2						
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	5,89	11,06	20	0	0	8,12	13,02
	2	0,50	4,59	9,95	6	0	0	5,19	7,49
	3	1,00	3,19	8,68	0	116	80	1,48	4,66
	4	1,50	2,42	8,16	0	140	100	0,92	3,29
	5	2,00	2,37	8,04	0	144	108	0,48	2,88

Equipo	Regenerador	Repetición	3						
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	6,05	11,15	18	0	0	8,44	13,24
	2	0,50	5,16	10,21	8	0	0	5,58	8,16
	3	1,00	3,09	8,43	0	108	84	1,36	4,56
	4	1,50	2,31	8,11	0	126	106	0,88	3,05
	5	2,00	2,13	8,02	0	138	114	0,54	2,18

Equipo	Filtro	Repetición	1						
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	8,12	9,99	18	0	0	4,15	8,73
	2	0,50	4,22	9,45	6	0	0	2,48	5,32
	3	1,00	3,04	8,92	0	108	84	1,22	4,15
	4	1,50	2,42	8,14	0	134	106	0,84	3,66
	5	2,00	2,41	8,03	0	148	106	0,81	3,08
Enjuague después de ácido	6	0,00	7,53	1,91	0	208	78	5,84	7,46
	7	0,50	7,31	2,58	0	194	82	4,02	6,48
	8	1,00	4,28	4,89	0	176	94	2,43	4,19
	9	1,50	2,86	6,47	0	170	100	1,26	4,00
	10	2,00	2,43	6,61	0	170	106	0,84	3,62
	11	2,50	2,34	6,99	0	162	104	0,66	3,47
	12	3,00	2,34	6,97	0	158	112	0,68	3,15
	13	3,50	2,29	7,04	0	158	112	0,43	3,08

Equipo	Filtro	Repetición	2						
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	7,91	9,84	14	0	0	4,62	8,55
	2	0,50	4,66	9,02	4	0	0	3,58	5,13
	3	1,00	2,91	8,43	0	116	96	1,39	3,98
	4	1,50	2,25	8,18	0	126	104	0,95	3,52
	5	2,00	2,22	8,09	0	138	112	0,67	3,15
Enjuague después de ácido	6	0,00	7,66	2,09	0	212	80	5,42	7,25
	7	0,50	6,97	3,14	0	196	86	4,36	6,15
	8	1,00	3,92	4,66	0	180	98	2,08	4,38
	9	1,50	3,08	6,32	0	174	96	1,33	3,88
	10	2,00	2,36	6,58	0	166	100	0,67	3,57
	11	2,50	2,36	6,79	0	160	108	0,52	3,12
	12	3,00	2,21	6,85	0	152	110	0,31	3,05
	13	3,50	2,18	7,09	0	152	110	0,22	2,86

Continuación apéndice 1.

Equipo	Filtro	Repetición	3						
Etapas	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	7,34	10,06	10	0	0	4,26	8,23
	2	0,50	4,38	9,64	8	0	0	2,57	4,93
	3	1,00	2,83	8,72	0	116	98	1,68	3,92
	4	1,50	2,36	8,19	0	128	102	0,92	3,16
	5	2,00	2,32	8,11	0	138	108	0,68	2,82
Enjuague después de ácido	6	0,00	7,59	2,28	0	214	80	5,79	7,19
	7	0,50	6,99	3,64	0	180	94	4,46	6,20
	8	1,00	5,18	5,35	0	180	92	2,98	5,03
	9	1,50	2,92	6,25	0	174	98	1,16	4,18
	10	2,00	2,37	6,56	0	166	104	0,53	3,25
	11	2,50	2,26	6,7	0	150	106	0,64	3,06
	12	3,00	2,15	6,94	0	150	106	0,28	3,09
	13	3,50	2,15	6,99	0	148	114	0,24	2,85

Equipo	Colector	Repetición	1						
Etapas	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	5,28	9,89	14	0	0	3,94	6,79
	2	0,50	3,99	9,37	2	0	0	2,86	5,06
	3	1,00	3,25	8,63	0	104	94	1,16	4,08
	4	1,50	2,48	8,16	0	128	106	0,35	3,68
	5	2,00	2,36	7,98	0	132	106	0,42	2,97
Enjuague después de ácido	6	0,00	4,56	2,9	0	198	76	3,58	5,34
	7	0,50	4,02	3,68	0	180	90	3,06	4,82
	8	1,00	2,96	5,23	0	176	98	1,94	4,07
	9	1,50	2,38	6,64	0	164	108	0,78	2,69
	10	2,00	2,15	6,78	0	160	108	0,12	2,01

Equipo	Colector	Repetición	2						
Etapas	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	5,13	9,97	20	0	0	4,16	6,58
	2	0,50	3,47	9,05	6	0	0	3,39	4,26
	3	1,00	3,05	8,81	0	116	88	1,32	3,97
	4	1,50	2,31	8,14	0	130	104	0,82	3,15
	5	2,00	2,27	8,02	0	144	108	0,74	2,64
Enjuague después de ácido	6	0,00	4,39	3,08	0	206	76	3,51	5,8
	7	0,50	3,91	3,94	0	192	88	3,05	4,39
	8	1,00	2,85	5,11	0	180	92	1,27	4,16
	9	1,50	2,21	6,58	0	170	100	0,94	3,02
	10	2,00	2,2	6,93	0	162	106	0,32	2,58

Equipo	Colector	Repetición	3						
Etapas	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	5,38	10,02	18	0	0	4,05	6,42
	2	0,50	3,82	9,15	6	0	0	3,04	4,59
	3	1,00	2,94	8,7	0	110	90	1,43	3,82
	4	1,50	2,34	8,08	0	136	104	0,85	3,19
	5	2,00	2,19	8,01	0	144	110	0,61	2,55
Enjuague después de ácido	6	0,00	4,69	3,11	0	206	84	3,34	5,41
	7	0,50	3,94	4,09	0	192	96	2,91	4,66
	8	1,00	2,66	6,02	0	178	96	1,34	4,18
	9	1,50	2,41	6,79	0	170	102	0,94	3,08
	10	2,00	2,33	6,93	0	162	108	0,66	2,57

Equipo	Tanque agua	Repetición	1						
Etapas	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	7,18	10,08	20	0	0	3,82	5,82
	2	0,50	5,34	9,54	8	0	0	3,41	5,16
	3	1,00	3,12	8,92	0	100	80	1,14	4,87
	4	1,50	2,44	8,11	0	132	104	0,51	3,66
	5	2,00	2,31	8,03	0	140	110	0,31	2,88
Enjuague después de ácido	6	0,00	5,56	1,82	0	212	72	4,59	6,97
	7	0,50	4,43	3,53	0	198	80	4,08	6,44
	8	1,00	3,3	4,18	0	194	94	2,94	6,09
	9	1,50	3,08	5,22	0	188	100	1,88	5,85
	10	2,00	2,49	6,53	0	170	108	0,92	3,84
	11	2,50	2,38	6,86	0	166	112	0,43	3,45
	12	3,00	2,21	7,04	0	160	116	0,14	3,19

Continuación apéndice 1.

Equipo	Tanque agua	Repetición	2						
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	6,96	9,37	14	0	0	3,7	6,11
	2	0,50	5,16	9,22	2	0	0	3,59	5,59
	3	1,00	3,57	8,43	0	114	92	1,44	4,22
	4	1,50	2,29	8,15	0	128	100	0,92	3,94
	5	2,00	2,28	8,05	0	134	106	0,66	3,06
Enjuague después de ácido	6	0,00	5,67	2,06	0	220	76	4,28	7,11
	7	0,50	4,2	3,84	0	204	84	3,92	6,02
	8	1,00	3,68	4,55	0	196	90	2,56	5,78
	9	1,50	2,88	5,69	0	178	96	1,44	5,52
	10	2,00	2,37	6,68	0	164	102	0,52	3,94
	11	2,50	2,26	6,93	0	160	104	0,30	3,42
	12	3,00	2,14	7,11	0	156	108	0,35	2,97

Equipo	Tanque agua	Repetición	3						
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	7,08	9,34	18	0	0	3,69	5,66
	2	0,50	5,66	9,16	4	0	0	3,31	4,91
	3	1,00	3,44	8,44	0	116	88	2,02	4,25
	4	1,50	2,38	8,14	0	128	100	0,84	3,88
	5	2,00	2,16	7,96	0	134	106	0,66	2,94
Enjuague después de ácido	6	0,00	5,44	1,97	0	210	80	4,36	6,88
	7	0,50	3,99	3,77	0	192	86	3,94	6,13
	8	1,00	3,15	4,62	0	180	90	2,78	5,79
	9	1,50	2,94	5,84	0	176	96	1,53	5,13
	10	2,00	2,41	6,77	0	168	102	0,84	3,66
	11	2,50	2,28	6,99	0	160	106	0,66	3,13
	12	3,00	2,19	7,09	0	154	110	0,29	2,88

Equipo	Tubería azúcar	Repetición	1						
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	4,58	10,24	18	0	0	2,97	6,49
	2	0,50	4,16	10,06	10	0	0	2,44	5,13
	3	1,00	3,92	9,46	6	0	0	1,93	4,62
	4	1,50	3,04	8,92	0	94	94	1,54	4,11
	5	2,00	2,39	8,16	0	122	104	0,59	3,72
	6	2,50	2,23	7,99	0	134	110	0,18	3,34
	7	3,00	2,11	7,91	0	140	112	0,16	3,08
Enjuague después de ácido	8	0,00	4,48	1,94	0	206	68	3,58	5,86
	9	0,50	4,13	2,56	0	190	74	3,11	5,54
	10	1,00	3,55	3,88	0	186	82	2,28	4,26
	11	1,50	2,97	5,06	0	174	96	1,66	3,97
	12	2,00	2,39	6,62	0	162	102	0,83	3,48
	13	2,50	2,16	6,83	0	160	102	0,47	2,99
	14	3,00	2,09	7,03	0	154	108	0,24	2,29

Equipo	Tubería azúcar	Repetición	2						
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	4,81	10,53	16	0	0	3,09	6,38
	2	0,50	4,37	10,16	4	0	0	2,31	5,31
	3	1,00	3,56	9,61	4	0	0	1,56	4,2
	4	1,50	2,94	8,73	0	118	90	1,22	3,91
	5	2,00	2,43	8,14	0	126	102	0,83	3,39
	6	2,50	2,29	8,11	0	138	102	0,51	3,42
	7	3,00	2,22	8,09	0	138	106	0,56	3,12
Enjuague después de ácido	8	0,00	4,84	2,04	0	200	64	3,40	5,74
	9	0,50	4,57	2,68	0	194	70	2,93	5,19
	10	1,00	3,69	4,13	0	176	86	2,43	4,48
	11	1,50	3,13	5,53	0	170	90	1,57	4,08
	12	2,00	2,46	6,82	0	166	100	0,65	3,67
	13	2,50	2,28	6,93	0	166	106	0,62	3,15
	14	3,00	2,15	7,05	0	162	108	0,69	2,58

Continuación apéndice 1.

Equipo	Tubería azúcar	Repetición	3						
Etapas	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	4,68	10,24	24	0	0	2,81	6,23
	2	0,50	4,23	10,06	16	0	0	2,23	5,58
	3	1,00	3,51	9,46	8	0	0	1,46	4,53
	4	1,50	2,86	8,32	0	116	88	1,26	3,94
	5	2,00	2,48	8,16	0	124	100	0,83	3,75
	6	2,50	2,37	7,99	0	130	104	0,59	3,19
	7	3,00	2,15	7,91	0	138	108	0,27	2,94
Enjuague después de ácido	8	0,00	4,53	1,94	0	200	76	3,67	5,43
	9	0,50	4,31	2,56	0	194	80	3,31	5,21
	10	1,00	3,29	3,88	0	182	84	2,59	4,48
	11	1,50	2,81	5,06	0	172	96	1,43	4,16
	12	2,00	2,46	6,62	0	164	104	0,94	3,82
	13	2,50	2,29	6,83	0	162	106	0,55	3,16
	14	3,00	2,15	7,03	0	162	106	0,31	3,07

Equipo	Tanque azúcar	Repetición	1						
Etapas	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	5,08	9,94	14	0	0	2,83	5,08
	2	0,50	4,19	9,26	4	0	0	2,06	4,62
	3	1,00	3,57	8,67	0	108	94	1,49	3,94
	4	1,50	2,41	8,04	0	126	106	0,82	2,64
	5	2,00	2,28	7,99	0	136	114	0,46	1,92
Enjuague después de ácido	6	0,00	4,18	2,15	0	216	52	3,16	6,65
	7	0,50	3,65	4,04	0	194	60	2,52	5,47
	8	1,00	3,06	4,53	0	176	72	2,03	5,03
	9	1,50	2,83	5,28	0	172	84	1,44	4,21
	10	2,00	2,51	6,47	0	168	98	1,02	3,86
	11	2,50	2,38	6,94	0	160	104	0,72	3,42
	12	3,00	2,25	7,26	0	154	110	0,66	2,88

Equipo	Tanque azúcar	Repetición	2						
Etapas	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	4,99	10,06	10	0	0	2,70	4,96
	2	0,50	4,31	9,53	8	0	0	2,21	4,32
	3	1,00	3,18	8,42	0	116	90	1,66	4,06
	4	1,50	2,43	8,15	0	130	102	0,70	3,22
	5	2,00	2,37	8,06	0	148	108	0,22	2,31
Enjuague después de ácido	6	0,00	4,22	2,39	0	204	58	3,40	6,70
	7	0,50	3,44	4,27	0	196	66	3,06	5,19
	8	1,00	2,87	5,46	0	184	80	2,43	4,76
	9	1,50	2,61	6,02	0	180	82	1,29	4,42
	10	2,00	2,43	6,59	0	176	94	1,13	4,10
	11	2,50	2,4	6,93	0	170	100	0,68	3,88
	12	3,00	2,31	7,15	0	164	106	0,42	3,12

Equipo	Tanque azúcar	Repetición	3						
Etapas	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	5,23	9,87	18	0	0	2,69	5,11
	2	0,50	4,66	9,62	6	0	0	2,11	4,41
	3	1,00	3,64	8,72	0	110	94	1,64	4,18
	4	1,50	2,36	8,17	0	120	106	0,72	3,62
	5	2,00	2,15	8,05	0	142	110	0,33	2,44
Enjuague después de ácido	6	0,00	4,07	2,24	0	208	70	3,04	6,59
	7	0,50	3,29	4,35	0	196	76	2,43	5,23
	8	1,00	2,83	5,16	0	180	84	1,88	4,79
	9	1,50	2,66	5,37	0	174	90	1,53	4,53
	10	2,00	2,57	6,24	0	174	96	0,94	4,10
	11	2,50	2,38	6,74	0	162	100	0,72	3,68
	12	3,00	2,11	7,06	0	162	104	0,25	3,01

Equipo	Tanque turbio	Repetición	1						
Etapas	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,00	4,23	9,78	22	0	0	2,44	6,02
	2	0,50	3,06	9,06	6	0	0	2,06	5,83
	3	1,00	2,81	8,84	0	86	80	1,83	5,04
	4	1,50	2,60	8,65	0	114	94	1,10	4,25
	5	2,00	2,43	8,08	0	126	106	0,88	3,82
Enjuague después de ácido	6	2,50	2,28	7,99	0	134	108	0,62	3,09
	7	0,00	3,99	3,19	0	200	74	3,94	5,51
	8	0,50	3,06	4,08	0	194	80	3,42	5,09
	9	1,00	2,81	6,42	0	176	92	2,48	4,38
	10	1,50	2,73	6,62	0	166	98	1,24	4,04
	11	2,00	2,44	6,94	0	160	100	0,85	3,25
	12	2,50	2,31	7,1	0	158	106	0,21	3,16

Continuación apéndice 1.

Equipo	Tanque turbio	Repetición	2							
Etapas	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)	
Enjuague después de soda	1	0,00	4,06	9,82	14	0	0	2,69	5,88	
	2	0,50	3,52	8,79	10	0	0	2,1	5,11	
	3	1,00	2,73	8,66	0	100	88	1,44	4,63	
	4	1,50	2,61	8,42	0	108	96	1,09	4,11	
	5	2,00	2,29	8,13	0	130	100	0,72	3,63	
	6	2,50	2,13	8,06	0	134	110	0,31	2,91	
Enjuague después de ácido	7	0,00	4,08	3,06	0	206	78	3,58	5,68	
	8	0,50	3,62	4,22	0	194	86	3,09	4,93	
	9	1,00	3,01	5,37	0	180	98	2,83	4,16	
	10	1,50	2,86	6,38	0	172	94	1,12	3,93	
	11	2,00	2,39	6,81	0	170	106	0,70	3,11	
	12	2,50	2,18	7,09	0	166	112	0,58	2,88	

Equipo	Tanque turbio	Repetición	3							
Etapas	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)	
Enjuague después de soda	1	0,00	4,18	9,66	20	0	0	2,55	5,89	
	2	0,50	3,66	9,13	12	0	0	2,19	5,46	
	3	1,00	2,93	8,75	0	116	74	1,44	4,79	
	4	1,50	2,68	8,42	0	130	90	1,36	4,13	
	5	2,00	2,36	8,18	0	138	100	0,74	3,72	
	6	2,50	2,12	8,03	0	142	104	0,55	2,88	
Enjuague después de ácido	7	0,00	4,05	3,11	0	210	80	4,13	5,61	
	8	0,50	3,38	4,46	0	190	86	3,59	4,83	
	9	1,00	2,76	6,18	0	186	94	2,34	4,12	
	10	1,50	2,53	6,43	0	174	96	1,12	3,91	
	11	2,00	2,22	6,83	0	168	104	0,58	3,11	
	12	2,50	2,21	7,19	0	160	108	0,62	2,88	

Equipo	Macerador	Repetición	1							
Etapas	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)	
Enjuague después de soda	1	0,00	4,09	9,94	18	0	0	2,47	5,49	
	2	0,50	3,34	9,43	6	0	0	2,13	5,03	
	3	1,00	2,94	8,84	0	106	84	1,34	4,51	
	4	1,50	2,26	8,12	0	134	102	0,96	3,94	
	5	2,00	2,11	7,96	0	138	108	0,81	3,68	
	6	0,00	3,86	4,19	0	194	78	1,96	4,59	
Enjuague después de ácido	7	0,50	2,89	5,62	0	180	86	1,53	4,36	
	8	1,00	2,63	6,19	0	172	94	0,94	4,11	
	9	1,50	2,44	6,84	0	166	106	0,66	3,64	
	10	2,00	2,31	7,37	0	164	106	0,69	3,22	

Equipo	Macerador	Repetición	2							
Etapas	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)	
Enjuague después de soda	1	0,00	4,22	10,08	14	0	0	2,33	5,17	
	2	0,50	3,62	9,82	8	0	0	1,79	4,77	
	3	1,00	2,55	8,73	0	112	90	1,12	4,07	
	4	1,50	2,31	8,2	0	128	100	0,65	3,71	
	5	2,00	2,18	8,02	0	140	104	0,48	3,01	
	6	0,00	4,02	4,29	0	200	86	2,56	5,18	
Enjuague después de ácido	7	0,50	3,16	5,07	0	192	90	1,72	4,83	
	8	1,00	2,59	6,38	0	180	98	1,07	4,25	
	9	1,50	2,32	6,97	0	168	100	0,77	3,86	
	10	2,00	2,17	7,22	0	160	106	0,58	3,08	

Equipo	Macerador	Repetición	3							
Etapas	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)	
Enjuague después de soda	1	0,00	3,96	9,79	22	0	0	2,41	5,26	
	2	0,50	3,77	9,01	10	0	0	2,09	4,87	
	3	1,00	2,71	8,38	0	110	88	1,72	4,18	
	4	1,50	2,44	8,07	0	128	100	0,77	3,66	
	5	2,00	2,39	7,98	0	132	114	0,59	3,12	
	6	0,00	4,11	4,19	0	188	70	2,38	5,01	
Enjuague después de ácido	7	0,50	3,04	5,38	0	176	92	1,83	4,72	
	8	1,00	2,78	6,47	0	172	98	1,05	4,25	
	9	1,50	2,39	6,9	0	160	104	0,88	3,81	
	10	2,00	2,22	7,17	0	156	104	0,62	3,47	

Continuación apéndice 1.

Equipo	Adjuntos	Repetición	1							
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)	
Enjuague después de soda	1	0,00	3,99	9,55	10	0	0	3,55	5,46	
	2	0,50	2,86	9,06	2	0	0	2,49	5,06	
	3	1,00	2,67	8,66	0	108	94	1,64	4,25	
	4	1,50	2,36	8,12	0	122	106	0,84	3,68	
	5	2,00	2,29	7,96	0	136	110	0,26	3,11	
Enjuague después de ácido	6	0,00	3,16	3,28	0	196	84	2,97	6,13	
	7	0,50	3,09	5,11	0	190	92	2,24	5,24	
	8	1,00	2,64	6,02	0	174	100	1,49	4,45	
	9	1,50	2,26	6,76	0	168	104	0,98	3,62	
	10	2,00	2,11	7,05	0	160	108	0,31	3,37	

Equipo	Adjuntos	Repetición	2							
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)	
Enjuague después de soda	1	0,00	3,58	9,68	16	0	0	3,28	5,27	
	2	0,50	2,64	9,28	6	0	0	2,43	4,83	
	3	1,00	2,55	8,53	0	100	90	1,62	4,13	
	4	1,50	2,43	8,09	0	130	100	0,73	3,82	
	5	2,00	2,36	8,04	0	142	104	0,58	3,26	
Enjuague después de ácido	6	0,00	3,29	3,11	0	204	80	3,08	5,97	
	7	0,50	3,11	5,39	0	196	86	2,49	5,52	
	8	1,00	2,85	6,27	0	180	94	1,09	4,21	
	9	1,50	2,44	6,59	0	170	102	0,58	3,91	
	10	2,00	2,29	6,99	0	172	106	0,40	3,68	

Equipo	Adjuntos	Repetición	3							
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)	
Enjuague después de soda	1	0,00	3,77	9,59	10	0	0	3,29	5,30	
	2	0,50	2,93	9,06	6	0	0	2,16	4,85	
	3	1,00	2,57	8,81	0	114	86	1,32	4,12	
	4	1,50	2,43	8,16	0	138	104	0,71	3,82	
	5	2,00	2,29	8,04	0	138	114	0,64	3,66	
Enjuague después de ácido	6	0,00	3,14	3,36	0	200	88	3,12	5,89	
	7	0,50	2,86	5,59	0	186	94	2,67	5,54	
	8	1,00	2,61	6,43	0	178	98	1,11	4,26	
	9	1,50	2,34	6,82	0	170	102	0,46	3,91	
	10	2,00	2,29	7,08	0	162	110	0,58	3,45	

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 2. Datos originales para la descripción del comportamiento de la composición química del agua utilizada para enjuague en el sistema CIP del área de fermentaciones**

Equipo	Corral 1	Repetición	1						
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	0,8	8,16	0	130	100	0,73	3,16
	2	1	0,7	8,04	0	134	104	0,56	2,77
	3	2	0,7	8,14	0	128	100	0,28	2,65
	4	3	0,4	8,02	0	144	104	0,32	2,38
	5	4	0,4	8,02	0	148	104	0,26	2,17
	6	5	0,5	7,94	0	148	110	0,16	2,27
	7	6	0,4	7,9	0	156	110	0,13	2,08
Enjuague después de ácido	8	0	0,7	7,02	0	166	102	0,82	3,44
	9	1	0,6	7,11	0	162	102	0,77	3,01
	10	2	0,7	6,99	0	164	104	0,66	2,34
	11	3	0,6	7,03	0	160	104	0,32	2,08
	12	4	0,6	7,41	0	156	108	0,27	1,72
	13	5	0,4	7,56	0	156	110	0,11	1,47
	14	6	0,4	7,70	0	152	110	0,11	1,32
Enjuague después de desinfectante	15	0	0,8	6,93	0	136	100	0,84	3,37
	16	1	0,7	7,11	0	142	102	0,66	3,02
	17	2	0,7	7,38	0	144	104	0,84	3,02
	18	3	0,7	7,42	0	140	102	0,66	2,74
	19	4	0,5	7,56	0	152	106	0,32	2,39
	20	5	0,5	7,51	0	156	110	0,46	2,21
	21	6	0,4	7,68	0	156	114	0,28	2,36

Equipo	Corral 1	Repetición	2						
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	0,6	8,06	0	126	102	0,66	3,64
	2	1	0,6	8,02	0	126	102	0,42	3,02
	3	2	0,8	8,11	0	124	104	0,84	2,89
	4	3	0,8	8,08	0	136	102	0,81	2,43
	5	4	0,5	8,01	0	136	108	0,57	2,28
	6	5	0,5	7,97	0	140	108	0,33	2,17
	7	6	0,5	7,95	0	146	112	0,39	2,19
Enjuague después de ácido	8	0	0,7	7,17	0	160	100	0,78	3,64
	9	1	0,5	7,25	0	152	104	0,72	3,31
	10	2	0,8	6,87	0	160	106	0,53	2,86
	11	3	0,5	6,98	0	164	104	0,52	2,34
	12	4	0,4	7,26	0	158	106	0,35	2,03
	13	5	0,4	7,44	0	158	108	0,26	1,88
	14	6	0,5	7,59	0	150	110	0,23	1,63
Enjuague después de desinfectante	15	0	0,8	7,18	0	124	102	0,74	3,64
	16	1	0,8	7,34	0	136	104	0,55	3,35
	17	2	0,7	7,38	0	138	102	0,64	3,41
	18	3	0,5	7,41	0	144	104	0,48	3,06
	19	4	0,4	7,47	0	148	104	0,42	2,88
	20	5	0,3	7,59	0	148	108	0,33	2,54
	21	6	0,3	7,75	0	150	110	0,15	2,21

Equipo	Corral 1	Repetición	3						
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	0,7	8,13	0	126	100	0,92	3,61
	2	1	0,7	8,03	0	132	100	0,72	3,18
	3	2	0,6	8,17	0	134	102	0,37	2,34
	4	3	0,5	8,03	0	134	106	0,44	2,17
	5	4	0,2	7,96	0	140	104	0,32	1,97
	6	5	0,2	7,93	0	146	108	0,27	1,66
	7	6	0,1	7,88	0	148	108	0,26	1,78
Enjuague después de ácido	8	0	0,8	7,00	0	164	100	0,77	3,29
	9	1	0,7	6,88	0	164	104	0,61	2,96
	10	2	0,5	6,68	0	166	104	0,68	2,77
	11	3	0,5	6,97	0	158	102	0,46	2,28
	12	4	0,3	7,24	0	150	106	0,43	1,98
	13	5	0,3	7,42	0	152	108	0,27	1,87
	14	6	0,4	7,49	0	148	112	0,26	1,74
Enjuague después de desinfectante	15	0	0,6	7,07	0	136	100	0,84	3,37
	16	1	0,6	7,16	0	142	102	0,66	3,02
	17	2	0,6	7,32	0	146	102	0,71	3,83
	18	3	0,6	7,52	0	140	104	0,58	3,27
	19	4	0,4	7,49	0	154	104	0,63	3,02
	20	5	0,4	7,62	0	154	112	0,38	2,86
	21	6	0,5	7,68	0	158	116	0,22	2,44

Continuación apéndice 2.

Equipo	Corral 2	Repetición	1						
Etapas	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	0,6	8,07	0	126	100	0,55	3,37
	2	1	0,4	8,03	0	130	104	0,51	3,05
	3	2	0,4	8,14	0	134	104	0,36	3,18
	4	3	0,3	7,93	0	134	110	0,39	2,75
	5	4	0,4	7,99	0	142	110	0,28	2,36
	6	5	0,3	7,96	0	140	112	0,24	2,22
Enjuague después de ácido	7	0	0,2	7,07	0	144	100	0,18	2,81
	8	1	0,1	7,19	0	144	100	0,23	2,13
	9	2	0,1	7,33	0	142	106	0,21	1,64
	10	3	0,0	7,31	0	138	106	0,16	1,19
	11	4	0,1	7,49	0	136	112	0,15	0,56
	12	5	0,1	7,46	0	136	114	0,11	0,52
Enjuague después de desinfectante	13	0	0,7	7,22	0	130	102	0,52	3,62
	14	1	0,6	7,41	0	136	102	0,37	3,16
	15	2	0,6	7,50	0	136	106	0,33	2,87
	16	3	0,5	7,58	0	148	108	0,26	2,63
	17	4	0,5	7,56	0	142	112	0,21	2,47
	18	5	0,3	7,61	0	148	112	0,18	2,52

Equipo	Corral 2	Repetición	2						
Etapas	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	0,5	8,16	0	120	104	0,73	3,08
	2	1	0,3	8,11	0	126	104	0,67	2,84
	3	2	0,3	8,08	0	126	102	0,62	2,88
	4	3	0,4	8,08	0	138	106	0,51	2,69
	5	4	0,2	7,92	0	134	106	0,47	2,17
	6	5	0,2	7,94	0	140	110	0,37	2,12
Enjuague después de ácido	7	0	0,4	6,92	0	158	102	0,33	3,11
	8	1	0,4	6,99	0	154	100	0,28	2,73
	9	2	0,3	7,04	0	154	102	0,22	2,17
	10	3	0,2	7,01	0	146	108	0,26	1,77
	11	4	0,3	7,15	0	146	110	0,21	1,07
	12	5	0,2	7,29	0	140	112	0,26	1,02
Enjuague después de desinfectante	13	0	0,8	7,13	0	124	100	0,72	3,82
	14	1	0,7	7,36	0	140	100	0,66	3,44
	15	2	0,7	7,67	0	138	104	0,27	3,09
	16	3	0,5	7,62	0	152	110	0,34	2,79
	17	4	0,4	7,78	0	156	108	0,26	2,51
	18	5	0,4	7,82	0	156	114	0,22	2,38

Equipo	Corral 2	Repetición	3						
Etapas	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	0,7	8,15	0	128	100	0,42	3,18
	2	1	0,7	8,03	0	136	102	0,43	2,94
	3	2	0,5	7,98	0	136	106	0,37	2,91
	4	3	0,6	7,92	0	148	106	0,34	2,38
	5	4	0,2	7,88	0	146	110	0,26	2,21
	6	5	0,2	7,86	0	152	110	0,18	1,96
Enjuague después de ácido	7	0	0,6	7,18	0	158	102	0,69	3,11
	8	1	0,4	7,14	0	154	104	0,52	2,58
	9	2	0,3	7,23	0	148	102	0,48	1,38
	10	3	0,3	7,28	0	144	108	0,32	1,08
	11	4	0,2	7,34	0	144	110	0,28	0,96
	12	5	0,2	7,30	0	142	116	0,26	0,74
Enjuague después de desinfectante	13	0	0,7	7,26	0	136	102	0,68	3,67
	14	1	0,7	7,39	0	132	104	0,49	3,39
	15	2	0,6	7,57	0	144	104	0,42	3,01
	16	3	0,6	7,53	0	150	110	0,35	2,58
	17	4	0,4	7,76	0	154	108	0,28	2,45
	18	5	0,2	7,75	0	154	110	0,14	2,19

Continuación apéndice 2.

Equipo	Corral 3	Repetición	1						
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	2.2	9.62	6	0	0	0.67	3.17
	2	1	0.7	8.34	0	128	86	0.28	2.65
	3	2	0.4	8.02	0	144	104	0.32	2.38
	4	3	0.4	8.02	0	148	104	0.26	2.17
	5	4	0.2	7.94	0	148	110	0.18	2.27
Enjuague después de ácido	6	0	2.6	4.43	0	190	70	0.89	3.08
	7	1	0.7	6.11	0	164	104	0.66	2.34
	8	2	0.6	7.03	0	160	104	0.32	2.08
	9	3	0.6	7.41	0	156	108	0.27	1.72
	10	4	0.4	7.56	0	156	110	0.11	1.47
Enjuague después de desinfectante	11	0	0.8	6.93	0	130	94	1.26	3.64
	12	1	0.6	7.11	0	136	100	1.02	3.39
	13	2	0.5	7.42	0	140	102	0.66	2.74
	14	3	0.5	7.56	0	152	106	0.32	2.39
	15	4	0.3	7.51	0	156	110	0.46	2.21

Equipo	Corral 3	Repetición	2						
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	1.6	9.38	2	0	0	0.88	3.03
	2	1	0.8	8.21	0	124	102	0.84	2.89
	3	2	0.3	7.97	0	142	110	0.51	2.87
	4	3	0.4	7.94	0	146	110	0.32	2.46
	5	4	0.4	7.92	0	150	114	0.27	2.29
Enjuague después de ácido	6	0	3.1	5.28	0	178	88	0.68	3.11
	7	1	0.8	6.87	0	160	100	0.53	2.86
	8	2	0.4	7.33	0	150	104	0.64	2.98
	9	3	0.4	7.31	0	144	110	0.46	2.56
	10	4	0.4	7.42	0	144	112	0.39	2.42
Enjuague después de desinfectante	11	0	0.7	6.99	0	124	86	1.11	4.12
	12	1	0.6	7.23	0	138	96	0.89	3.87
	13	2	0.6	7.56	0	142	106	0.39	2.86
	14	3	0.4	7.71	0	150	114	0.31	2.17
	15	4	0.5	7.68	0	156	114	0.16	1.72

Equipo	Corral 3	Repetición	3						
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	1.8	9.27	2	0	0	0.52	2.89
	2	1	0.6	8.19	0	114	94	0.37	2.34
	3	2	0.7	8.01	0	136	106	0.56	2.84
	4	3	0.5	7.98	0	136	114	0.51	2.37
	5	4	0.4	7.92	0	142	114	0.44	2.31
Enjuague después de ácido	6	0	2.6	6.31	0	172	94	0.72	3.11
	7	1	0.5	6.68	0	166	100	0.68	2.77
	8	2	0.4	7.29	0	152	104	0.49	2.44
	9	3	0.3	7.39	0	150	110	0.43	2.52
	10	4	0.3	7.42	0	146	112	0.41	2.33
Enjuague después de desinfectante	11	0	0.8	7.03	0	128	90	1.07	4.27
	12	1	0.8	7.17	0	140	98	0.93	4.02
	13	2	0.5	7.34	0	140	104	0.71	2.76
	14	3	0.5	7.55	0	156	108	0.39	2.29
	15	4	0.3	7.53	0	158	108	0.22	2.15

Equipo	Tubería cerveza	Repetición	1						
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	2.6	9.16	4	0	0	0.84	1.47
	2	1	0.8	8.14	0	128	102	0.67	1.12
	3	2	0.6	8.11	0	142	110	0.44	0.72
	4	3	0.3	8.01	0	148	114	0.29	0.39
	5	0	1.4	6.32	0	184	90	0.64	0.95
Enjuague después de ácido	6	1	0.6	6.88	0	166	104	0.55	0.44
	7	2	0.5	6.92	0	160	104	0.37	0.48
	8	3	0.5	6.98	0	154	110	0.31	0.23
	9	0	0.8	6.82	0	126	86	0.77	1.36
	10	1	0.8	6.99	0	140	100	0.52	1.09
Enjuague después de desinfectante	11	2	0.6	7.08	0	146	104	0.39	0.74
	12	3	0.5	7.23	0	152	106	0.22	0.28

Continuación apéndice 2.

Equipo	Tubería cerveza		Repetición		2				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	1,8	8,96	2	0	0	0,77	1,78
	2	1	0,7	8,11	0	134	100	0,53	1,23
	3	2	0,7	8,03	0	148	108	0,48	1,09
	4	3	0,5	7,96	0	150	110	0,36	0,64
Enjuague después de ácido	5	0	1,2	6,48	0	174	96	0,82	1,17
	6	1	0,8	6,73	0	162	100	0,63	0,72
	7	2	0,4	6,94	0	158	108	0,44	0,55
	8	3	0,4	7,03	0	158	108	0,42	0,39
Enjuague después de desinfectante	9	0	0,7	6,32	0	130	94	0,83	1,19
	10	1	0,6	7,08	0	144	102	0,64	0,99
	11	2	0,4	7,32	0	150	108	0,28	0,43
	12	3	0,3	7,48	0	150	110	0,11	0,28

Equipo	Tubería cerveza		Repetición		3				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	2,2	9,27	4	0	0	0,71	1,66
	2	1	0,5	8,11	0	132	100	0,55	1,39
	3	2	0,4	8,04	0	154	106	0,38	0,96
	4	3	0,4	7,97	0	154	112	0,31	0,48
Enjuague después de ácido	5	0	1,3	6,44	0	180	94	0,84	1,37
	6	1	0,8	6,83	0	160	100	0,64	1,07
	7	2	0,6	6,99	0	152	106	0,47	0,84
	8	3	0,3	7,02	0	150	114	0,24	0,49
Enjuague después de desinfectante	9	0	0,6	7,09	0	134	88	1,09	1,43
	10	1	0,4	7,25	0	148	102	0,83	1,08
	11	2	0,5	7,38	0	152	102	0,66	0,86
	12	3	0,3	7,56	0	156	110	0,39	0,44

Equipo	Tubería levadura		Repetición		1				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	2,1	9,66	18	0	0	1,36	3,47
	2	1	1,5	8,79	4	0	0	0,74	2,99
	3	2	0,7	8,14	0	128	100	0,78	2,50
	4	3	0,6	8,07	0	144	104	0,54	2,07
	5	4	0,4	8,02	0	144	110	0,32	2,13
Enjuague después de ácido	6	0	1,5	6,19	0	182	88	0,99	3,19
	7	1	0,6	6,77	0	168	102	0,87	3,02
	8	2	0,6	6,83	0	160	102	0,68	2,77
	9	3	0,5	6,92	0	160	108	0,42	2,41
	10	4	0,2	6,98	0	154	112	0,48	2,09
	11	5	0,2	7,09	0	150	112	0,36	2,17
Enjuague después de desinfectante	12	0	0,9	6,88	0	100	76	0,36	6,73
	13	1	0,9	6,94	0	108	84	0,21	5,08
	14	2	0,8	7,07	0	108	96	0,13	4,54
	15	3	0,7	7,14	0	126	94	0,06	4,22
	16	4	0,8	7,32	0	134	100	0,02	3,56
	17	5	0,8	7,44	0	142	104	0,00	3,08
	18	6	0,7	7,45	0	150	108	0,10	2,47
	19	7	0,7	7,56	0	150	110	0,00	2,32
	20	8	0,5	7,54	0	154	114	0,00	1,97
	21	9	0,5	7,56	0	152	114	0,00	1,86

Continuación apéndice 2.

Equipo	Tubería levadura		Repetición		2				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	2.0	9.74	14	0	0	1.15	3.19
	2	1	1.2	8.83	2	0	0	0.95	2.74
	3	2	0.6	8.11	0	120	102	0.82	2.31
	4	3	0.5	8.04	0	134	106	0.63	2.16
	5	4	0.5	7.97	0	140	106	0.48	1.96
Enjuague después de ácido	6	0	1.6	6.09	0	186	92	0.88	3.33
	7	1	0.8	6.67	0	166	100	0.72	2.93
	8	2	0.7	6.74	0	164	100	0.64	2.47
	9	3	0.7	6.81	0	160	106	0.29	2.11
	10	4	0.4	7.04	0	160	108	0.32	2.16
	11	5	0.4	7.17	0	156	114	0.27	2.12
Enjuague después de desinfectante	12	0	0.8	6.93	0	110	70	0.42	6.88
	13	1	0.9	7.02	0	114	78	0.36	5.37
	14	2	0.7	7.11	0	114	84	0.31	4.16
	15	3	0.6	7.34	0	130	96	0.17	4.08
	16	4	0.6	7.29	0	132	102	0.08	3.73
	17	5	0.5	7.41	0	144	102	0.02	3.28
	18	6	0.6	7.58	0	146	106	0.00	3.07
	19	7	0.5	7.56	0	156	108	0.04	2.84
	20	8	0.4	7.62	0	154	110	0.00	2.47
	21	9	0.3	7.63	0	156	110	0.00	2.03

Equipo	Tubería levadura		Repetición		3				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	1.8	9.49	22	0	0	1.17	3.75
	2	1	1.2	8.37	6	0	0	0.67	3.15
	3	2	0.7	8.15	0	134	102	0.53	2.86
	4	3	0.5	8.01	0	140	106	0.22	2.33
	5	4	0.5	7.97	0	146	106	0.31	2.29
Enjuague después de ácido	6	0	1.6	6.38	0	180	94	0.84	3.72
	7	1	0.8	6.59	0	166	100	0.66	3.38
	8	2	0.7	6.96	0	162	102	0.53	2.95
	9	3	0.5	7.04	0	162	106	0.49	2.31
	10	4	0.5	7.11	0	158	114	0.46	2.19
	11	5	0.4	7.16	0	158	114	0.22	2.08
Enjuague después de desinfectante	12	0	0.9	7.07	0	96	74	0.28	6.58
	13	1	0.7	7.18	0	114	90	0.22	5.14
	14	2	0.7	7.24	0	118	98	0.13	4.43
	15	3	0.5	7.39	0	122	100	0.10	4.13
	16	4	0.5	7.54	0	130	100	0.06	3.78
	17	5	0.4	7.49	0	138	102	0.04	3.26
	18	6	0.4	7.61	0	138	104	0.00	3.09
	19	7	0.3	7.58	0	142	108	0.03	3.16
	20	8	0.3	7.66	0	150	110	0.01	2.89
	21	9	0.3	7.62	0	148	110	0.00	2.66

Continuación apéndice 2.

Equipo Etapa	Contenedor levadura		Repetición		1	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH						
Enjuague después de soda	1	0	7,3	10,47	16	0	0	2,17	3,73	
	2	1	4,1	9,66	10	0	0	1,75	3,55	
	3	2	3,6	9,03	4	0	0	1,23	3,36	
	4	3	1,4	8,52	0	100	88	0,97	2,85	
	5	4	0,8	8,15	0	106	100	0,72	2,08	
	6	5	0,8	8,11	0	130	102	0,71	1,75	
	7	6	0,5	8,01	0	142	102	0,38	1,98	
	8	7	0,5	7,98	0	144	110	0,42	1,39	
	9	8	0,6	7,96	0	138	114	0,33	1,23	
Enjuague después de ácido	10	0	6,2	1,98	0	230	60	3,16	5,03	
	11	1	5,6	3,37	0	206	68	2,72	4,62	
	12	2	3,3	4,14	0	198	76	2,38	4,29	
	13	3	2,7	5,28	0	180	88	1,11	3,83	
	14	4	1,2	6,07	0	176	92	1,35	3,17	
	15	5	0,8	6,64	0	166	104	0,86	3,26	
	16	6	0,6	6,79	0	160	100	0,94	2,87	
	17	7	0,6	6,84	0	154	104	0,84	2,55	
	18	8	0,5	7,11	0	154	110	0,51	2,16	
	19	9	0,5	7,19	0	150	110	0,37	2,31	
	20	10	0,5	7,21	0	150	114	0,22	2,06	
21	11	0,5	7,23	0	150	116	0,35	2,01		
Enjuague después de desinfectante	22	0	0,8	6,32	0	94	74	5,02	3,17	
	23	1	0,8	6,57	0	86	74	4,38	8,42	
	24	2	0,6	6,79	0	98	90	3,02	5,88	
	25	3	0,7	6,88	0	108	96	2,57	4,26	
	26	4	0,5	6,76	0	114	96	1,07	4,07	
	27	5	0,5	6,94	0	126	100	0,96	3,74	
	28	6	0,4	6,99	0	130	104	0,66	3,48	
	29	7	0,4	7,06	0	142	104	0,57	3,11	
	30	8	0,5	7,11	0	150	108	0,62	3,32	
	31	9	0,5	7,17	0	150	110	0,38	2,86	
	32	10	0,4	7,28	0	156	110	0,32	2,59	
	33	11	0,4	7,26	0	156	114	0,17	2,35	

Equipo Etapa	Contenedor levadura		Repetición		2	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH						
Enjuague después de soda	1	0	6,8	10,21	20	0	0	2,53	3,62	
	2	1	4,4	9,73	14	0	0	1,37	3,16	
	3	2	3,2	9,05	6	0	0	1,32	2,93	
	4	3	1,6	8,17	0	114	94	1,17	2,38	
	5	4	0,7	8,02	0	134	102	0,96	2,11	
	6	5	0,7	7,95	0	146	102	0,77	2,04	
	7	6	0,4	8,11	0	148	108	0,58	1,77	
	8	7	0,4	7,90	0	150	114	0,42	1,46	
	9	8	0,3	8,03	0	152	114	0,42	1,29	
Enjuague después de ácido	10	0	5,9	2,11	0	226	66	2,69	4,79	
	11	1	5,3	3,55	0	210	74	2,13	4,36	
	12	2	3,7	4,27	0	194	80	1,79	3,91	
	13	3	2,1	5,77	0	176	94	1,36	4,03	
	14	4	1,6	6,27	0	174	94	1,09	3,47	
	15	5	0,8	6,72	0	168	100	0,87	3,02	
	16	6	0,5	6,98	0	166	104	0,69	3,06	
	17	7	0,5	6,99	0	160	108	0,55	2,85	
	18	8	0,4	7,13	0	154	112	0,28	2,71	
	19	9	0,5	7,11	0	154	114	0,22	2,48	
	20	10	0,4	7,15	0	148	116	0,17	2,13	
21	11	0,4	7,17	0	148	116	0,11	2,11		
Enjuague después de desinfectante	22	0	0,8	6,23	0	100	70	4,86	8,85	
	23	1	0,6	6,48	0	96	82	4,03	8,02	
	24	2	0,6	6,63	0	110	96	3,43	6,13	
	25	3	0,7	6,86	0	116	90	2,12	4,18	
	26	4	0,3	6,93	0	130	98	1,66	3,96	
	27	5	0,5	7,02	0	142	104	1,07	3,55	
	28	6	0,5	7,16	0	150	106	0,86	3,58	
	29	7	0,4	7,28	0	148	106	0,48	3,21	
	30	8	0,4	7,32	0	156	110	0,32	3,08	
	31	9	0,5	7,44	0	154	108	0,41	2,97	
	32	10	0,4	7,38	0	158	114	0,27	2,48	
	33	11	0,4	7,41	0	158	114	0,22	2,36	

Continuación apéndice 2.

Equipo	Contenedor levadura		Repetición		3				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	7,0	9,87	14	0	0	2,26	3,41
	2	1	4,6	9,67	8	0	0	1,82	3,05
	3	2	3,3	9,15	8	0	0	1,13	2,78
	4	3	1,5	8,62	0	118	94	0,76	2,54
	5	4	0,9	8,17	0	130	102	0,58	2,19
	6	5	0,6	8,06	0	124	106	0,52	1,99
	7	6	0,5	7,99	0	146	106	0,41	1,73
	8	7	0,6	7,96	0	148	114	0,28	1,46
	9	8	0,6	7,95	0	162	116	0,24	1,37
Enjuague después de ácido	10	0	6,5	2,09	0	226	68	3,36	4,85
	11	1	5,3	3,42	0	200	74	3,02	4,37
	12	2	3,7	4,30	0	190	80	2,46	4,12
	13	3	2,4	5,57	0	174	92	2,09	3,92
	14	4	1,6	6,19	0	176	96	1,23	3,66
	15	5	1,1	6,58	0	162	100	0,94	3,19
	16	6	0,8	6,84	0	162	102	0,79	3,04
	17	7	0,7	6,99	0	160	102	0,42	2,76
	18	8	0,6	7,06	0	154	108	0,35	2,38
	19	9	0,5	7,11	0	154	108	0,22	2,18
	20	10	0,5	7,14	0	152	110	0,27	2,11
Enjuague después de desinfectante	21	11	0,5	7,16	0	152	110	0,13	2,07
	22	0	0,7	6,18	0	86	68	4,92	9,04
	23	1	0,7	6,24	0	100	82	4,26	8,51
	24	2	0,5	6,43	0	114	96	3,52	6,26
	25	3	0,6	6,74	0	114	94	2,77	4,79
	26	4	0,6	6,93	0	126	100	1,46	4,15
	27	5	0,4	7,04	0	138	104	1,08	3,88
	28	6	0,5	7,16	0	138	106	0,94	3,27
	29	7	0,5	7,23	0	144	106	0,67	3,36
	30	8	0,3	7,26	0	150	110	0,52	2,99
	31	9	0,4	7,41	0	150	108	0,58	2,57
	32	10	0,3	7,58	0	152	114	0,42	2,34
	33	11	0,3	7,53	0	150	116	0,33	2,08

Equipo	Tubería mosto		Repetición		1				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	2,3	9,72	18	0	0	1,27	2,94
	2	1	1,8	9,34	6	0	0	1,10	2,92
	3	2	1,4	8,59	0	90	86	0,74	2,38
	4	3	0,7	8,16	0	132	100	0,66	2,02
	5	4	0,4	7,97	0	140	104	0,28	1,77
	6	5	0,4	7,93	0	148	110	0,21	1,69
Enjuague después de ácido	7	0	1,3	6,13	0	184	84	0,34	2,82
	8	1	0,8	6,69	0	166	96	0,30	2,01
	9	2	0,6	6,78	0	160	104	0,23	1,66
	10	3	0,6	6,81	0	160	104	0,17	1,49
	11	4	0,4	7,03	0	152	110	0,09	1,27
	12	5	0,4	7,09	0	150	114	0,05	1,19
Enjuague después de desinfectante	13	0	0,7	7,14	0	136	98	0,00	5,23
	14	1	0,5	7,36	0	128	104	0,00	4,17
	15	2	0,6	7,52	0	138	108	0,00	4,29
	16	3	0,4	7,59	0	140	108	0,00	3,06
	17	4	0,5	7,62	0	148	112	0,00	2,66
	18	5	0,4	7,66	0	148	112	0,00	2,01

Equipo	Tubería mosto		Repetición		2				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	2,2	9,84	22	0	0	1,43	3,37
	2	1	1,4	9,02	2	0	0	1,18	3,02
	3	2	1,1	8,44	0	104	94	0,82	2,85
	4	3	0,8	8,11	0	128	102	0,73	2,44
	5	4	0,6	8,04	0	144	102	0,71	2,16
	6	5	0,6	7,98	0	150	108	0,49	2,11
Enjuague después de ácido	7	0	1,4	5,94	0	192	80	0,73	3,18
	8	1	1,1	6,77	0	168	92	0,55	2,87
	9	2	0,8	6,82	0	160	100	0,63	2,33
	10	3	0,7	6,99	0	156	106	0,44	2,42
	11	4	0,5	7,15	0	150	112	0,29	2,08
	12	5	0,3	7,23	0	150	112	0,13	1,73
Enjuague después de desinfectante	13	0	0,8	7,23	0	128	88	0,00	4,68
	14	1	0,7	7,45	0	136	94	0,00	4,34
	15	2	0,7	7,63	0	144	100	0,00	4,07
	16	3	0,6	7,66	0	138	106	0,00	3,62
	17	4	0,6	7,71	0	146	110	0,00	3,08
	18	5	0,3	7,74	0	150	110	0,00	2,78

Continuación apéndice 2.

Equipo	Tubería mosto		Repetición		3				
Etapas	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	1,8	9,81	14	0	0	1,15	3,05
	2	1	1,2	9,14	6	0	0	1,02	2,77
	3	2	0,9	9,66	0	110	94	0,86	2,15
	4	3	0,6	8,18	0	128	102	0,77	1,83
	5	4	0,6	8,05	0	142	106	0,38	1,39
	6	5	0,5	8,01	0	146	106	0,13	1,24
Enjuague después de ácido	7	0	1,6	6,06	0	188	86	0,85	2,97
	8	1	1,2	6,48	0	174	98	0,66	2,42
	9	2	0,7	6,94	0	164	100	0,34	1,97
	10	3	0,7	6,99	0	152	106	0,33	1,77
	11	4	0,5	7,13	0	148	114	0,05	1,63
	12	5	0,5	7,19	0	148	114	0,03	1,49
Enjuague después de desinfectante	13	0	0,8	7,24	0	124	88	0,00	4,77
	14	1	0,7	7,41	0	134	94	0,00	4,38
	15	2	0,7	7,63	0	134	94	0,00	3,75
	16	3	0,5	7,68	0	146	100	0,00	3,26
	17	4	0,4	7,59	0	146	108	0,00	3,02
	18	5	0,4	7,62	0	152	110	0,00	2,86

Equipo	Distribuidor levadura		Repetición		1				
Etapas	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	4,1	10,11	20	0	0	0,85	2,43
	2	1	2,5	9,93	12	0	0	0,54	2,18
	3	2	1,3	8,86	4	0	0	0,27	2,02
	4	3	0,7	8,14	0	132	100	0,11	1,76
	5	4	0,5	8,07	0	140	106	0,04	1,63
	6	5	0,5	7,96	0	146	110	0,02	1,55
Enjuague después de ácido	7	0	3,3	3,17	0	216	66	0,00	3,42
	8	1	2,6	4,08	0	200	74	0,00	3,16
	9	2	2,1	5,09	0	196	88	0,00	2,76
	10	3	1,4	6,18	0	176	90	0,00	2,72
	11	4	1,1	6,32	0	176	100	0,00	2,23
	12	5	0,7	6,88	0	164	104	0,00	2,05
Enjuague después de desinfectante	13	6	0,6	6,93	0	160	104	0,00	1,85
	14	7	0,6	6,99	0	160	108	0,00	1,48
	15	8	0,4	7,17	0	152	112	0,00	1,33
	16	9	0,4	7,22	0	150	114	0,00	1,29
	17	0	0,7	7,23	0	136	96	0,00	4,72
	18	1	0,7	7,44	0	136	90	0,00	4,17
Enjuague después de desinfectante	19	2	0,6	7,48	0	142	98	0,00	4,22
	20	3	0,7	7,56	0	146	100	0,00	3,73
	21	4	0,5	7,51	0	142	100	0,00	3,29
	22	5	0,5	7,58	0	150	100	0,00	2,79
	23	6	0,4	7,58	0	156	106	0,00	2,55
	24	7	0,5	7,61	0	158	110	0,00	2,64
	25	8	0,5	7,59	0	158	110	0,00	2,53

Equipo	Distribuidor levadura		Repetición		2				
Etapas	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	3,8	10,09	26	0	0	0,55	2,28
	2	1	2,3	9,62	16	0	0	0,23	2,01
	3	2	1,6	8,73	4	0	0	0,16	1,75
	4	3	0,6	8,06	0	128	102	0,08	1,79
	5	4	0,4	7,94	0	136	108	0,12	1,47
	6	5	0,5	7,97	0	142	114	0,06	1,33
Enjuague después de ácido	7	0	3,6	3,07	0	220	60	0,00	3,09
	8	1	2,4	4,24	0	204	78	0,00	2,83
	9	2	1,8	5,18	0	190	82	0,00	2,44
	10	3	1,2	6,38	0	182	94	0,00	2,41
	11	4	1,2	6,46	0	174	94	0,00	2,18
	12	5	0,6	6,83	0	160	100	0,00	1,84
Enjuague después de desinfectante	13	6	0,5	6,99	0	162	104	0,00	1,49
	14	7	0,4	7,18	0	156	104	0,00	1,27
	15	8	0,4	7,24	0	150	110	0,00	1,09
	16	9	0,5	7,22	0	150	112	0,00	1,11
	17	0	0,8	7,11	0	124	90	0,00	5,11
	18	1	0,7	7,36	0	128	94	0,00	4,53
Enjuague después de desinfectante	19	2	0,7	7,32	0	134	94	0,00	4,11
	20	3	0,5	7,47	0	134	106	0,00	3,82
	21	4	0,6	7,53	0	140	104	0,00	3,39
	22	5	0,6	7,55	0	144	110	0,00	3,03
	23	6	0,5	7,49	0	150	112	0,00	2,86
	24	7	0,4	7,63	0	148	110	0,00	2,49
	25	8	0,4	7,66	0	154	112	0,00	2,52

Continuación apéndice 2.

Equipo	Distribuidor levadura		Repetición		3				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	3,0	10,12	16	0	0	0,82	2,56
	2	1	2,6	9,52	10	0	0	0,69	2,37
	3	2	1,4	8,66	6	0	0	0,46	2,11
	4	3	0,8	8,18	0	122	104	0,33	1,87
	5	4	0,6	8,11	0	144	112	0,17	1,46
	6	5	0,2	8,03	0	150	112	0,15	1,19
Enjuague después de	7	0	3,4	3,24	0	210	62	0,00	3,38
	8	1	2,1	4,89	0	196	76	0,00	3,06
	9	2	1,6	6,08	0	188	84	0,00	2,84
	10	3	1,6	6,33	0	172	98	0,00	2,33
	11	4	1,3	6,47	0	172	98	0,00	2,19
	12	5	0,6	6,73	0	160	100	0,00	1,86
	13	6	0,6	6,96	0	154	102	0,00	1,94
	14	7	0,5	7,14	0	150	106	0,00	1,82
	15	8	0,4	7,23	0	150	112	0,00	1,55
	16	9	0,3	7,31	0	144	112	0,00	1,49
Enjuague después de desinfectante	17	0	0,8	7,03	0	130	86	0,00	4,82
	18	1	0,7	7,24	0	130	86	0,00	4,53
	19	2	0,8	7,39	0	138	94	0,00	4,17
	20	3	0,6	7,36	0	144	102	0,00	4,07
	21	4	0,6	7,47	0	140	104	0,00	3,86
	22	5	0,4	7,53	0	148	104	0,00	3,29
	23	6	0,5	7,54	0	150	110	0,00	3,11
	24	7	0,4	7,58	0	154	114	0,00	2,86
	25	8	0,4	7,58	0	154	114	0,00	2,59

Equipo	Depósito levadura		Repetición		1				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	4,5	10,37	24	0	0	1,31	3,27
	2	1	3,2	9,41	16	0	0	0,82	3,16
	3	2	1,9	8,83	4	0	0	0,67	2,87
	4	3	1,1	8,34	0	98	94	0,46	2,47
	5	4	0,8	8,13	0	126	102	0,34	1,68
	6	5	0,8	8,09	0	134	102	0,23	1,42
	7	6	0,6	7,98	0	146	108	0,18	1,53
	8	7	0,5	7,92	0	146	112	0,22	1,37
Enjuague después de ácido	9	0	3,4	3,13	0	214	68	0,00	3,35
	10	1	2,6	4,66	0	180	74	0,00	3,09
	11	2	1,3	6,09	0	172	86	0,00	2,71
	12	3	0,9	6,48	0	166	94	0,00	2,49
	13	4	0,7	6,69	0	160	102	0,00	2,38
	14	5	0,7	6,74	0	154	102	0,00	2,54
	15	6	0,5	6,97	0	156	108	0,00	2,18
	16	7	0,5	7,04	0	154	110	0,00	2,31
	17	8	0,4	7,33	0	148	114	0,00	1,97
	18	9	0,5	7,31	0	146	112	0,00	1,66
	19	10	0,4	7,40	0	148	114	0,00	1,48
Enjuague después de desinfectante	20	0	0,7	7,04	0	124	84	0,00	4,13
	21	1	0,6	7,01	0	124	92	0,00	3,87
	22	2	0,6	7,36	0	136	90	0,00	3,75
	23	3	0,4	7,44	0	130	100	0,00	3,44
	24	4	0,5	7,48	0	144	104	0,00	3,21
	25	5	0,4	7,55	0	148	102	0,00	2,86
	26	6	0,5	7,61	0	150	108	0,00	2,49
	27	7	0,5	7,59	0	150	110	0,00	2,34

Continuación apéndice 2.

Equipo	Depósito levadura		Repetición		2				
	Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	3,8	10,24	18	0	0	1,43	3,67
	2	1	2,9	9,83	10	0	0	1,02	3,39
	3	2	1,3	9,02	6	0	0	0,84	3,07
	4	3	1,1	8,57	0	106	104	0,57	2,79
	5	4	0,7	8,11	0	130	100	0,55	2,41
	6	5	0,6	8,03	0	144	104	0,38	2,19
	7	6	0,5	8,03	0	142	102	0,23	1,87
	8	7	0,5	7,96	0	150	106	0,14	1,25
Enjuague después de ácido	9	0	2,9	3,54	0	208	64	0,00	3,82
	10	1	2,4	4,79	0	190	78	0,00	3,47
	11	2	1,4	6,16	0	178	94	0,00	3,09
	12	3	1,2	6,39	0	172	98	0,00	2,88
	13	4	0,6	6,82	0	158	100	0,00	2,69
	14	5	0,7	6,95	0	158	100	0,00	2,76
	15	6	0,6	7,04	0	150	104	0,00	2,31
	16	7	0,4	7,21	0	146	104	0,00	2,09
	17	8	0,5	7,2	0	148	110	0,00	1,79
	18	9	0,4	7,44	0	142	112	0,00	1,84
	19	10	0,4	7,43	0	140	114	0,00	1,62
Enjuague después de desinfectante	20	0	0,8	7,12	0	120	90	0,00	4,52
	21	1	0,8	7,16	0	128	96	0,00	4,18
	22	2	0,6	7,41	0	128	100	0,00	3,96
	23	3	0,7	7,46	0	136	98	0,00	3,67
	24	4	0,5	7,52	0	132	104	0,00	3,02
	25	5	0,4	7,49	0	140	104	0,00	2,96
	26	6	0,5	7,57	0	148	110	0,00	2,71
	27	7	0,5	7,54	0	148	112	0,00	2,66

Equipo	Depósito levadura		Repetición		3				
	Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	4,2	10,28	20	0	0	1,39	3,41
	2	1	3,6	9,62	12	0	0	1,42	3,27
	3	2	1,7	8,72	4	0	0	1,05	3,04
	4	3	1,3	8,29	0	110	90	0,74	2,87
	5	4	0,7	8,11	0	130	98	0,59	2,56
	6	5	0,5	8,04	0	142	108	0,42	2,04
	7	6	0,5	8,04	0	150	104	0,33	1,77
	8	7	0,3	7,97	0	150	114	0,29	1,43
Enjuague después de ácido	9	0	3,2	3,37	0	220	60	0,00	3,65
	10	1	2,5	4,97	0	192	78	0,00	3,29
	11	2	1,6	6,15	0	180	84	0,00	3,02
	12	3	1,3	6,29	0	176	96	0,00	2,76
	13	4	0,8	6,77	0	160	100	0,00	2,78
	14	5	0,8	6,84	0	154	100	0,00	2,36
	15	6	0,6	7,14	0	150	104	0,00	2,42
	16	7	0,5	7,29	0	146	108	0,00	2,07
	17	8	0,5	7,32	0	150	112	0,00	1,65
	18	9	0,4	7,44	0	144	112	0,00	1,44
	19	10	0,3	7,45	0	144	116	0,00	1,52
Enjuague después de desinfectante	20	0	0,7	6,98	0	130	88	0,00	4,27
	21	1	0,7	7,02	0	136	96	0,00	4,11
	22	2	0,5	7,23	0	132	100	0,00	4,08
	23	3	0,6	7,34	0	144	102	0,00	3,86
	24	4	0,5	7,49	0	148	102	0,00	3,55
	25	5	0,6	7,48	0	152	106	0,00	3,21
	26	6	0,6	7,53	0	150	110	0,00	3,3
	27	7	0,4	7,59	0	154	114	0,00	3,06

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Datos originales para la descripción del comportamiento de la composición química del agua utilizada para enjuague en el sistema *CIP* del área de filtraciones

Equipo	Tanque agua		Repetición		1					
	Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda		1	0	5,0	11,52	22	0	0	1,27	5,12
		2	1	3,3	11,02	16	0	0	1,09	4,74
		3	2	2,6	10,53	10	0	0	0,94	4,18
		4	3	1,5	8,68	6	0	0	0,68	3,85
		5	4	0,9	8,23	0	110	94	0,52	3,26
		6	5	0,9	8,14	0	130	102	0,63	3,44
		7	6	0,6	8,06	0	138	106	0,38	2,87
		8	7	0,4	8,04	0	142	110	0,22	2,55
		9	8	0,5	8,04	0	146	110	0,17	2,23
Enjuague después de ácido		10	0	3,3	2,93	0	182	86	1,92	2,61
		11	1	2,7	3,57	0	180	90	1,47	2,08
		12	2	2,2	5,72	0	174	90	1,13	1,86
		13	3	1,4	6,26	0	164	98	1,16	1,34
		14	4	0,8	6,71	0	164	100	0,92	1,26
		15	5	0,8	6,79	0	150	104	0,66	1,02
		16	6	0,5	6,96	0	150	108	0,72	0,88
		17	7	0,6	7,06	0	146	108	0,38	0,47
		18	8	0,5	7,14	0	146	114	0,26	0,38
Enjuague después de desinfectante		19	0	0,3	7,10	0	100	76	0,00	1,79
		20	1	0,6	7,18	0	114	80	0,00	1,62
		21	2	0,7	7,3	0	114	96	0,00	1,71
		22	3	0,7	7,46	0	126	90	0,00	1,08
		23	4	0,8	7,44	0	130	98	0,00	1,11
		24	5	0,5	7,55	0	142	100	0,00	0,82
		25	6	0,5	7,63	0	142	102	0,00	0,67
		26	7	0,2	7,58	0	150	106	0,00	0,53
		27	8	0,2	7,61	0	154	106	0,00	0,51
		28	9	0,1	7,66	0	150	112	0,00	0,36
		29	10	0,1	7,62	0	156	114	0,00	0,23

Equipo	Tanque agua		Repetición		2					
	Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda		1	0	5,1	11,64	26	0	0	1,08	5,27
		2	1	3,8	11,23	14	0	0	0,84	4,38
		3	2	2,2	10,06	8	0	0	1,26	4,52
		4	3	1,7	8,93	8	0	0	1,02	3,73
		5	4	1,2	8,38	0	104	86	0,89	3,21
		6	5	0,8	8,14	0	126	100	0,62	3,08
		7	6	0,6	8,07	0	134	100	0,61	2,72
		8	7	0,6	8,02	0	134	104	0,48	2,44
		9	8	0,4	8,01	0	146	110	0,23	2,18
Enjuague después de ácido		10	0	3,6	2,52	0	174	82	2,29	2,18
		11	1	3,1	3,18	0	172	94	1,62	2,03
		12	2	2,4	5,93	0	166	94	1,32	1,79
		13	3	1,9	6,28	0	160	100	0,99	1,64
		14	4	1,3	6,44	0	160	102	0,90	1,39
		15	5	0,7	6,69	0	154	102	0,74	1,44
		16	6	0,8	6,93	0	152	106	0,42	1,26
		17	7	0,4	7,14	0	150	110	0,55	1,08
		18	8	0,4	7,22	0	144	112	0,26	1,03
Enjuague después de desinfectante		19	0	0,8	7,05	0	90	84	0,00	1,27
		20	1	0,8	7,24	0	114	96	0,00	1,02
		21	2	0,6	7,19	0	108	94	0,00	0,84
		22	3	0,5	7,52	0	116	98	0,00	0,55
		23	4	0,3	7,57	0	128	104	0,00	0,66
		24	5	0,4	7,44	0	134	106	0,00	0,72
		25	6	0,3	7,55	0	134	106	0,00	0,38
		26	7	0,3	7,62	0	142	110	0,00	0,36
		27	8	0,1	7,62	0	146	112	0,00	0,22
		28	9	0,1	7,59	0	142	110	0,00	0,14
		29	10	0,1	7,60	0	150	112	0,00	0,17

Continuación apéndice 3

Equipo	Tanque agua		Repetición		3					
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)	
Enjuague después de soda	1	0	4,8	11,38	20	0	0	1,36	5,12	
	2	1	3,2	10,37	12	0	0	1,07	4,62	
	3	2	2,6	10,36	6	0	0	1,01	4,16	
	4	3	1,6	9,06	2	0	0	0,74	4,08	
	5	4	1,1	8,51	0	112	86	0,66	3,83	
	6	5	0,9	8,18	0	130	100	0,72	3,55	
	7	6	0,7	8,03	0	142	100	0,49	3,08	
	8	7	0,4	7,95	0	148	104	0,55	2,99	
	9	8	0,4	7,92	0	148	110	0,39	2,62	
Enjuague después de ácido	10	0	3,3	2,86	0	190	82	2,44	2,38	
	11	1	2,8	3,69	0	188	94	1,72	2,11	
	12	2	2,2	6,07	0	174	94	1,28	1,16	
	13	3	1,6	6,38	0	168	100	1,03	1,74	
	14	4	1,1	6,29	0	164	102	0,96	1,48	
	15	5	0,8	6,78	0	158	102	0,68	1,06	
	16	6	0,7	6,94	0	154	106	0,33	1,09	
	17	7	0,6	7,05	0	150	110	0,42	0,94	
	18	8	0,6	7,11	0	150	112	0,28	0,66	
Enjuague después de desinfectante	19	0	0,9	7,13	0	82	84	0,00	1,92	
	20	1	0,9	7,19	0	114	90	0,00	1,58	
	21	2	0,7	7,42	0	108	90	0,00	1,04	
	22	3	0,6	7,55	0	116	96	0,00	0,92	
	23	4	0,4	7,67	0	128	98	0,00	0,58	
	24	5	0,5	7,58	0	134	100	0,00	0,44	
	25	6	0,2	7,66	0	134	104	0,00	0,24	
	26	7	0,3	7,62	0	142	106	0,00	0,11	
	27	8	0,1	7,68	0	146	110	0,00	0,07	
	28	9	0,2	7,69	0	142	114	0,00	0,15	
	29	10	0,1	7,63	0	150	114	0,00	0,09	

Equipo	Tanque cerveza no filtrado		Repetición		1					
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)	
Enjuague después de soda	1	0	1,8	9,11	14	0	0	1,28	5,53	
	2	1	1,6	8,63	6	0	0	1,05	4,43	
	3	2	1,1	8,32	4	0	0	0,74	4,17	
	4	3	0,8	8,13	0	128	104	0,66	3,82	
	5	4	0,6	8,06	0	142	110	0,68	3,27	
	6	5	0,3	8,01	0	144	110	0,23	3,01	
Enjuague después de ácido	7	0	1,4	5,62	0	196	86	1,44	4,62	
	8	1	1,1	6,32	0	174	98	1,12	4,43	
	9	2	1,1	6,4	0	174	100	0,96	4,17	
	10	3	0,7	6,82	0	162	102	0,56	3,82	
	11	4	0,5	6,94	0	158	102	0,52	3,27	
	12	5	0,5	7,03	0	158	108	0,28	3,01	
Enjuague después de desinfectante	13	0	0,7	7,14	0	102	94	0,00	0,25	
	14	1	0,5	7,23	0	118	100	0,00	0,12	
	15	2	0,3	7,21	0	124	108	0,00	0,16	
	16	3	0,4	7,48	0	130	108	0,00	0,07	
	17	4	0,3	7,52	0	138	110	0,00	0,08	
18	5	0,3	7,59	0	138	110	0,00	0,04		

Equipo	Tanque cerveza no filtrado		Repetición		2					
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)	
Enjuague después de soda	1	0	2,0	9,2	20	0	0	1,15	5,15	
	2	1	1,4	8,62	14	0	0	1,08	4,52	
	3	2	0,8	8,15	8	0	0	0,82	4,09	
	4	3	0,6	8,02	0	122	100	0,55	3,66	
	5	4	0,4	7,95	0	138	106	0,43	3,15	
	6	5	0,4	7,92	0	138	112	0,28	3,08	
Enjuague después de ácido	7	0	1,6	5,77	0	200	82	1,30	4,55	
	8	1	1,3	6,26	0	182	90	1,06	4,21	
	9	2	1,2	6,32	0	176	96	1,01	4,09	
	10	3	0,9	6,82	0	168	100	0,72	3,66	
	11	4	0,6	7,03	0	160	104	0,48	3,15	
	12	5	0,6	7,15	0	160	110	0,11	3,08	
Enjuague después de desinfectante	13	0	0,8	7,02	0	110	90	0,00	0,62	
	14	1	0,7	7,23	0	114	96	0,00	0,28	
	15	2	0,4	7,44	0	130	102	0,00	0,44	
	16	3	0,2	7,52	0	134	106	0,00	0,11	
	17	4	0,2	7,58	0	140	106	0,00	0,11	
	18	5	0,2	7,49	0	140	112	0,00	0,07	

Continuación apéndice 3

Equipo	Tanque cerveza no filtrado				Repetición		3			
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)	
Enjuague después de soda	1	0	1,8	8,89	12	0	0	1,35	5,09	
	2	1	1,3	8,36	8	0	0	1,18	4,66	
	3	2	1,2	8,23	8	0	0	1,07	4,23	
	4	3	0,7	8,09	0	136	102	0,84	3,56	
	5	4	0,5	8,01	0	136	108	0,55	3,04	
	6	5	0,4	7,94	0	148	114	0,23	2,74	
Enjuague después de ácido	7	0	1,5	5,51	0	188	80	1,27	4,29	
	8	1	1,2	6,29	0	180	96	1,22	4,11	
	9	2	0,9	6,63	0	166	98	1,04	3,92	
	10	3	0,8	6,88	0	160	104	0,86	3,56	
	11	4	0,4	7,06	0	152	110	0,72	3,04	
	12	5	0,2	7,15	0	150	110	0,48	2,74	
Enjuague después de desinfectante	13	0	0,8	7,02	0	96	90	0,00	0,62	
	14	1	0,7	7,11	0	110	96	0,00	0,47	
	15	2	0,4	7,35	0	122	100	0,00	0,23	
	16	3	0,5	7,52	0	126	108	0,00	0,11	
	17	4	0,2	7,55	0	134	112	0,00	0,1	
	18	5	0,3	7,63	0	134	112	0,00	0,04	

Equipo	Tanque reserva				Repetición		1			
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)	
Enjuague después de soda	1	0	2,6	9,14	18	0	0	1,46	4,37	
	2	1	1,3	8,15	10	0	0	1,12	3,87	
	3	2	0,8	8,18	0	124	102	0,84	3,35	
	4	3	0,7	8,11	0	130	108	0,57	3,42	
	5	4	0,3	8,04	0	136	112	0,33	3,18	
	6	5	0,3	8,02	0	136	114	0,3	3,04	
Enjuague después de ácido	7	0	1,8	5,38	0	188	86	1,09	4,66	
	8	1	1,3	6,08	0	174	94	0,97	4,28	
	9	2	0,7	6,63	0	166	104	0,62	3,95	
	10	3	0,4	6,84	0	160	108	0,55	3,59	
	11	4	0,4	6,92	0	160	112	0,38	3,16	
	12	5	0,2	7,13	0	154	112	0,21	3,08	
Enjuague después de desinfectante	13	0	0,8	7,16	0	108	96	0,00	0,82	
	14	1	0,7	7,23	0	122	96	0,00	0,55	
	15	2	0,5	7,44	0	128	100	0,00	0,37	
	16	3	0,2	7,56	0	128	104	0,00	0,33	
	17	4	0,2	7,58	0	136	110	0,00	0,17	
	18	5	0,1	7,62	0	140	114	0,00	0,09	

Equipo	Tanque reserva				Repetición		2			
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)	
Enjuague después de soda	1	0	2,4	9,09	16	0	0	1,32	4,17	
	2	1	1,5	8,62	6	0	0	1,06	4,06	
	3	2	0,7	8,16	0	128	104	0,92	3,82	
	4	3	0,5	8,08	0	138	110	0,68	3,26	
	5	4	0,5	8,01	0	146	110	0,52	3,01	
	6	5	0,2	7,98	0	154	116	0,22	2,86	
Enjuague después de ácido	7	0	2,2	5,54	0	190	80	1,52	4,48	
	8	1	1,7	6,16	0	182	96	1,27	4,12	
	9	2	0,6	6,83	0	168	100	0,82	3,62	
	10	3	0,6	6,98	0	164	106	0,66	3,16	
	11	4	0,3	7,14	0	158	114	0,42	2,88	
	12	5	0,3	7,26	0	158	118	0,38	2,69	
Enjuague después de desinfectante	13	0	0,7	7,03	0	114	90	0,00	0,71	
	14	1	0,5	7,31	0	130	98	0,00	0,46	
	15	2	0,5	7,38	0	130	104	0,00	0,35	
	16	3	0,2	7,44	0	138	108	0,00	0,22	
	17	4	0,1	7,6	0	142	114	0,00	0,23	
	18	5	0,2	7,6	0	142	116	0,00	0,15	

Continuación apéndice 3

Equipo	Tanque reserva		Repetición		3				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	2,3	8,76	20	0	0	1,38	4,21
	2	1	1,5	8,32	4	0	0	1,05	4,07
	3	2	0,9	8,13	0	122	106	0,77	3,86
	4	3	0,8	8,09	0	128	104	0,62	3,66
	5	4	0,4	8,01	0	140	110	0,46	3,31
	6	5	0,4	7,96	0	144	112	0,12	3,17
Enjuague después de ácido	7	0	1,7	5,79	0	180	92	1,23	4,52
	8	1	1,2	6,24	0	172	90	1,07	4,16
	9	2	0,9	6,88	0	164	100	0,84	3,72
	10	3	0,6	7,04	0	158	104	0,63	3,38
	11	4	0,5	7,16	0	158	108	0,46	3,09
	12	5	0,4	7,22	0	150	110	0,33	2,86
Enjuague después de desinfectante	13	0	0,8	7,22	0	112	90	0,00	0,74
	14	1	0,5	7,34	0	126	98	0,00	0,48
	15	2	0,6	7,38	0	130	104	0,00	0,42
	16	3	0,3	7,56	0	136	108	0,00	0,36
	17	4	0,1	7,63	0	140	112	0,00	0,22
	18	5	0,1	7,66	0	148	112	0,00	0,14

Equipo	Distribuidor agua		Repetición		1				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	2,3	9,15	16	0	0	1,39	4,11
	2	2	1,7	8,63	4	0	0	1,05	3,76
	3	4	0,6	8,14	4	0	0	1,13	3,49
	4	6	0,6	8,03	0	126	102	0,87	2,84
	5	8	0,5	8,01	0	138	106	0,66	2,36
	6	10	0,2	7,94	0	142	110	0,54	2,31
Enjuague después de ácido	7	0	1,5	5,74	0	186	90	0,00	1,36
	8	2	0,9	6,48	0	178	96	0,00	1,07
	9	4	0,6	6,69	0	160	100	0,00	0,86
	10	6	0,4	6,97	0	154	104	0,00	0,49
	11	8	0,4	7,06	0	154	104	0,00	0,44
	12	10	0,3	7,11	0	150	108	0,00	0,37
Enjuague después de agua caliente	13	0	0,4	7,14	0	126	100	0,00	0,00
	14	2	0,5	7,36	0	134	104	0,00	0,00
	15	4	0,3	7,55	0	138	104	0,00	0,00
	16	6	0,1	7,53	0	144	108	0,00	0,00
	17	8	0,1	7,59	0	150	114	0,00	0,00
	18	10	0,1	7,61	0	150	112	0,00	0,00

Equipo	Distribuidor agua		Repetición		2				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	1,8	8,93	22	0	0	1,26	4,23
	2	2	1,2	8,36	10	0	0	1,11	4,07
	3	4	0,7	8,09	2	0	0	0,88	3,58
	4	6	0,7	8,02	0	130	100	0,58	3,03
	5	8	0,4	7,96	0	144	104	0,42	2,74
	6	10	0,3	7,9	0	148	114	0,33	2,48
Enjuague después de ácido	7	0	1,7	5,88	0	182	88	0,00	2,06
	8	2	1,1	6,39	0	174	94	0,00	1,64
	9	4	0,7	6,84	0	166	98	0,00	1,34
	10	6	0,5	6,99	0	160	100	0,00	0,87
	11	8	0,5	7,13	0	160	102	0,00	0,69
	12	10	0,4	7,26	0	154	110	0,00	0,55
Enjuague después de agua caliente	13	0	0,6	7,02	0	130	96	0,00	0,00
	14	2	0,4	7,42	0	136	104	0,00	0,00
	15	4	0,5	7,51	0	142	108	0,00	0,00
	16	6	0,3	7,59	0	142	110	0,00	0,00
	17	8	0,2	7,63	0	150	110	0,00	0,00
	18	10	0,2	7,63	0	156	114	0,00	0,00

Continuación apéndice 3

Equipo	Distribuidor agua		Repetición		3				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	2,2	9,26	20	0	0	1,26	4,39
	2	2	1,4	8,63	8	0	0	1,07	4,18
	3	4	1,1	8,49	2	0	0	0,84	4,02
	4	6	0,7	8,15	0	130	100	0,46	3,64
	5	8	0,5	8,03	0	144	108	0,51	3,22
	6	10	0,5	8,02	0	146	114	0,42	3,02
Enjuague después de ácido	7	0	1,3	5,89	0	180	90	0,00	1,86
	8	2	1,1	6,37	0	178	92	0,00	1,26
	9	4	0,7	6,62	0	162	96	0,00	1,33
	10	6	0,4	6,95	0	158	100	0,00	1,08
	11	8	0,5	7,07	0	156	106	0,00	0,86
	12	10	0,5	7,18	0	156	112	0,00	0,66
Enjuague después de agua caliente	13	0	0,7	7,23	0	128	96	0,00	0,00
	14	2	0,6	7,4	0	136	100	0,00	0,00
	15	4	0,7	7,38	0	136	102	0,00	0,00
	16	6	0,4	7,44	0	148	106	0,00	0,00
	17	8	0,4	7,42	0	148	110	0,00	0,00
	18	10	0,3	7,49	0	156	110	0,00	0,00

Equipo	Distribuidor cerveza		Repetición		1				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	2,4	9,14	16	0	0	1,42	4,18
	2	2	1,5	8,74	4	0	0	1,08	4,02
	3	4	0,8	8,18	0	126	100	0,66	3,61
	4	6	0,6	8,11	0	134	104	0,48	3,39
	5	8	0,6	8,04	0	142	108	0,33	3,02
	6	10	0,4	8,02	0	142	110	0,32	2,75
Enjuague después de ácido	7	0	1,9	5,28	0	178	86	1,27	4,07
	8	2	1,5	6,33	0	172	94	1,06	3,66
	9	4	0,7	6,58	0	166	100	0,72	3,11
	10	6	0,8	6,79	0	160	104	0,59	3,07
	11	8	0,5	6,82	0	154	104	0,41	2,75
	12	10	0,6	6,88	0	156	110	0,37	2,44
Enjuague después de agua caliente	13	0	0,5	7,23	0	130	102	0,00	2,47
	14	2	0,5	7,44	0	130	102	0,00	1,93
	15	4	0,2	7,56	0	148	108	0,00	1,66
	16	6	0,3	7,56	0	152	106	0,00	1,32
	17	8	0,1	7,62	0	156	114	0,00	0,89
	18	10	0,1	7,66	0	158	114	0,00	0,66

Equipo	Distribuidor cerveza		Repetición		2				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	2,1	9,32	20	0	0	1,37	4,26
	2	2	1,3	8,69	2	0	0	1,12	4,09
	3	4	0,7	8,14	0	130	102	0,84	3,77
	4	6	0,7	8,09	0	140	106	0,67	3,82
	5	8	0,5	7,96	0	152	106	0,41	3,59
	6	10	0,5	7,95	0	150	114	0,43	3,11
Enjuague después de ácido	7	0	1,6	5,74	0	184	92	1,34	4,23
	8	2	1,1	6,38	0	178	96	1,17	4,02
	9	4	0,8	6,87	0	168	104	0,96	3,79
	10	6	0,7	6,95	0	160	102	0,64	3,26
	11	8	0,7	6,99	0	160	110	0,48	2,99
	12	10	0,4	7,13	0	154	110	0,22	2,74
Enjuague después de agua caliente	13	0	0,7	7,08	0	126	100	0,00	3,01
	14	2	0,7	7,27	0	126	104	0,00	2,47
	15	4	0,6	7,48	0	138	104	0,00	2,06
	16	6	0,3	7,63	0	144	112	0,00	1,89
	17	8	0,3	7,71	0	152	110	0,00	1,63
	18	10	0,3	7,74	0	152	112	0,00	1,47

Continuación apéndice 3

Equipo	Distribuidor cerveza		Repetición		3				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	2,0	8,87	22	0	0	1,26	4,26
	2	2	1,7	8,52	8	0	0	1,03	4,15
	3	4	0,7	8,11	0	132	100	0,74	3,83
	4	6	0,4	8,05	0	128	102	0,58	3,47
	5	8	0,4	7,93	0	140	102	0,29	3,44
	6	10	0,2	7,96	0	140	108	0,22	3,09
Enjuague después de ácido	7	0	2,1	5,38	0	186	90	1,42	4,13
	8	2	1,3	6,17	0	178	96	1,16	4,08
	9	4	0,9	6,74	0	160	104	0,92	3,75
	10	6	0,9	6,79	0	164	108	0,66	3,39
	11	8	0,4	7,05	0	156	110	0,32	3,02
	12	10	0,2	7,11	0	156	112	0,28	2,77
Enjuague después de agua caliente	13	0	0,8	7,14	0	128	100	0,00	2,74
	14	2	0,7	7,36	0	134	100	0,00	2,36
	15	4	0,7	7,52	0	134	106	0,00	2,08
	16	6	0,2	7,48	0	148	108	0,00	1,88
	17	8	0,4	7,56	0	142	110	0,00	1,63
	18	10	0,2	7,62	0	150	110	0,00	1,39

Equipo	Tubería agua		Repetición		1				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,0	2,7	8,95	16	0	0	0,77	4,51
	2	0,5	1,3	8,34	4	0	0	0,59	4,22
	3	1,0	0,7	8,13	0	136	100	0,34	3,77
	4	1,5	0,5	8,05	0	144	104	0,21	3,26
	5	2,0	0,4	8,01	0	152	108	0,22	3,11
	6	0,0	1,6	5,48	0	184	88	0,13	4,32
Enjuague después de ácido	7	0,5	1,2	6,32	0	176	94	0,07	4,01
	8	1,0	0,6	6,77	0	162	102	0,03	3,58
	9	1,5	0,5	6,92	0	158	106	0,09	3,27
	10	2,0	0,6	7,05	0	154	110	0,01	3,09
	11	0	0,7	7,11	0	122	100	0,00	0,82
	12	2	0,6	7,24	0	130	104	0,00	0,44
Enjuague después de agua caliente	13	4	0,6	7,34	0	138	104	0,00	0,52
	14	6	0,4	7,51	0	144	110	0,00	0,36
	15	8	0,5	7,55	0	142	110	0,00	0,21
	16	10	0,3	7,58	0	144	108	0,00	0,17

Equipo	Tubería agua		Repetición		2				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,0	2,4	9,06	20	0	0	0,84	4,63
	2	0,5	1,6	8,62	12	0	0	0,58	4,27
	3	1,0	0,8	8,11	0	128	102	0,41	3,85
	4	1,5	0,8	8,08	0	136	110	0,33	3,37
	5	2,0	0,5	8,04	0	144	110	0,29	3,01
	6	0,0	1,8	5,52	0	190	84	0,36	4,47
Enjuague después de ácido	7	0,5	1,3	6,38	0	174	96	0,24	4,16
	8	1,0	0,7	6,84	0	166	104	0,13	3,86
	9	1,5	0,5	7,06	0	160	108	0,22	3,48
	10	2,0	0,5	7,14	0	160	112	0,08	3,23
	11	0	0,8	7,03	0	126	104	0,00	1,26
	12	2	0,6	7,14	0	134	106	0,00	1,05
Enjuague después de agua caliente	13	4	0,7	7,3	0	140	104	0,00	0,64
	14	6	0,5	7,44	0	138	110	0,00	0,47
	15	8	0,4	7,42	0	140	112	0,00	0,29
	16	10	0,4	7,51	0	144	112	0,00	0,22

Equipo	Tubería agua		Repetición		3				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0,0	2,6	9,03	18	0	0	0,83	4,68
	2	0,5	1,5	8,62	6	0	0	0,64	4,14
	3	1,0	0,8	8,11	0	128	104	0,42	3,84
	4	1,5	0,8	8,06	0	136	110	0,17	3,28
	5	2,0	0,6	7,99	0	148	110	0,11	2,92
	6	0,0	1,4	5,93	0	176	88	0,54	4,41
Enjuague después de ácido	7	0,5	1,1	6,44	0	172	94	0,37	4,28
	8	1,0	0,7	6,62	0	160	100	0,22	3,66
	9	1,5	0,6	6,99	0	160	104	0,14	3,15
	10	2,0	0,4	7,03	0	158	114	0,09	2,87
	11	0	0,8	7,23	0	136	104	0,00	1,47
	12	2	0,7	7,41	0	144	106	0,00	1,22
Enjuague después de agua caliente	13	4	0,7	7,59	0	148	104	0,00	1,03
	14	6	0,5	7,56	0	152	112	0,00	0,78
	15	8	0,5	7,63	0	150	112	0,00	0,53
	16	10	0,4	7,34	0	166	114	0,00	0,44

Continuación apéndice 3

Equipo	Desaireador		Repetición		1				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	2,2	9,16	26	0	0	1,64	6,14
	2	2	1,3	8,93	12	0	0	1,08	4,13
	3	4	1,1	8,47	4	0	0	0,97	4,08
	4	6	0,8	8,13	0	128	100	0,74	3,72
	5	8	0,6	8,03	0	136	104	0,56	3,26
	6	10	0,6	8,05	0	140	104	0,44	2,87
	7	12	0,3	7,96	0	140	108	0,29	2,56
Enjuague después de ácido	8	0	1,9	5,38	0	178	68	1,47	5,11
	9	2	1,4	6,28	0	168	94	1,02	4,72
	10	4	0,7	6,56	0	162	102	0,95	3,77
	11	6	0,8	6,84	0	156	106	0,58	3,26
	12	8	0,5	6,94	0	156	106	0,43	3,01
	13	10	0,3	7,09	0	152	110	0,44	2,88
	14	12	0,3	7,12	0	152	110	0,21	2,69
Enjuague después de agua caliente	15	0	0,7	6,98	0	126	100	0,26	2,63
	16	2	0,7	7,04	0	126	100	0,11	2,37
	17	4	0,4	7,18	0	138	104	0,15	2,02
	18	6	0,2	7,26	0	142	108	0,08	1,77
	19	8	0,2	7,34	0	146	112	0,04	1,84
	20	10	0,3	7,36	0	146	114	0,01	1,36

Equipo	Desaireador		Repetición		2				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	1,8	9,02	20	0	0	1,43	5,97
	2	2	1,5	8,66	16	0	0	1,21	4,26
	3	4	0,9	8,18	2	0	0	0,73	4,11
	4	6	0,7	8,04	0	130	102	0,49	3,93
	5	8	0,7	8,03	0	142	106	0,53	3,78
	6	10	0,4	7,99	0	138	106	0,38	3,12
	7	12	0,4	7,95	0	150	110	0,21	3,09
Enjuague después de ácido	8	0	2,1	5,86	0	184	72	1,38	5,03
	9	2	1,6	6,44	0	176	90	1,14	4,48
	10	4	0,8	6,78	0	164	100	0,83	3,98
	11	6	0,5	6,93	0	158	104	0,49	3,71
	12	8	0,6	6,96	0	160	108	0,52	3,29
	13	10	0,4	7,05	0	152	108	0,44	3,08
	14	12	0,4	7,13	0	150	114	0,39	3,01
Enjuague después de agua caliente	15	0	0,8	7,1	0	124	102	0,38	2,95
	16	2	0,8	7,22	0	130	104	0,26	2,66
	17	4	0,6	7,36	0	128	108	0,21	2,27
	18	6	0,4	7,32	0	136	110	0,13	2,09
	19	8	0,2	7,44	0	140	110	0,09	1,72
	20	10	0,4	7,48	0	140	112	0,04	1,46

Equipo	Desaireador		Repetición		3				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	1	0	2,0	8,99	20	0	0	1,39	6,31
	2	2	1,6	8,42	14	0	0	1,11	4,47
	3	4	0,9	8,74	8	0	0	0,82	4,13
	4	6	0,9	8,12	0	130	104	0,55	3,86
	5	8	0,7	8,06	0	140	110	0,38	3,44
	6	10	0,4	7,99	0	138	110	0,32	3,06
	7	12	0,4	7,96	0	144	114	0,19	2,85
Enjuague después de ácido	8	0	2,1	5,59	0	172	78	1,18	5,3
	9	2	1,3	6,38	0	166	86	1,11	4,42
	10	4	0,9	6,78	0	160	100	0,82	3,99
	11	6	0,9	6,82	0	160	102	0,66	3,48
	12	8	0,6	6,94	0	158	102	0,62	3,22
	13	10	0,4	7,05	0	154	108	0,38	3,03
	14	12	0,5	7,19	0	140	114	0,32	2,88
Enjuague después de agua caliente	15	0	0,8	7,06	0	130	104	0,54	2,96
	16	2	0,7	7,22	0	136	106	0,36	2,42
	17	4	0,5	7,27	0	134	106	0,22	2,18
	18	6	0,6	7,48	0	140	108	0,13	2,08
	19	8	0,4	7,51	0	140	108	0,08	1,66
	20	10	0,1	7,59	0	142	110	0,04	1,08

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Datos originales para la descripción del comportamiento de la composición química del agua utilizada para enjuague en el sistema CIP del área de distribución**

Equipo	Tubería Salón A		Repetición		1				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	0	0	85	12,34	50	0	0	20,15	34,23
	1	2	80	12,3	50	0	0	16,32	30,12
	2	4	80	12,00	38	0	0	10,44	26,16
	3	6	44	11,65	20	0	0	6,78	20,57
	4	8	35	10,63	16	0	0	6,36	13,41
	5	10	20	8,81	12	0	0	4,12	10,42
	6	12	0,5	8,10	0	120	104	0,91	3,19
Enjuague después de ácido	7	14	0,3	7,11	0	124	114	0,67	2,36
	8	0	0,3	8,50	0	148	100	0,00	1,31
	9	2	0,3	7,77	0	150	98	0,00	1,20
	10	4	0,2	7,81	0	144	100	0,00	1,20
	11	6	0,1	7,76	0	144	112	0,10	1,17
	12	8	0,1	7,71	0	146	114	0,00	0,53
	13	10	0,1	7,70	0	140	112	0,00	0,40
Enjuague después de desinfectante	14	12	0,1	7,76	0	142	110	0,00	0,15
	15	14	0,1	7,80	0	144	112	0,00	0,90
	16	0	0,2	7,75	0	142	114	0,44	6,30
	17	2	0,1	7,95	0	142	118	0,00	6,73
	18	4	0,1	8,00	0	146	116	0,00	4,12
	19	6	0,1	7,98	0	140	110	0,00	3,80
	20	8	0,1	8,04	0	140	110	0,00	2,30
21	10	0,1	8,03	0	142	114	0,00	3,20	
22	12	0,1	7,87	0	144	108	0,20	2,00	
23	14	0,1	7,81	0	142	110	0,20	1,71	

Equipo	Tubería Salón A		Repetición		2				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	0	0	90	12,41	50	0	0	20,49	34,98
	1	2	78	12,63	48	0	0	15,78	31,46
	2	4	66	12,51	40	0	0	10,67	29,13
	3	6	52	11,73	24	0	0	3,52	25,44
	4	8	38	11,25	18	0	0	7,11	13,16
	5	10	23	8,83	14	0	0	5,23	9,79
	6	12	0,3	8,07	0	126	106	0,82	3,43
Enjuague después de ácido	7	14	0,1	7,45	0	146	112	0,75	3,10
	8	0	0,4	7,72	0	150	98	0,00	1,60
	9	2	0,3	7,57	0	150	96	0,00	1,45
	10	4	0,2	7,45	0	148	104	0,10	1,33
	11	6	0,2	7,5	0	144	110	0,10	1,24
	12	8	0,1	7,79	0	142	112	0,00	0,87
	13	10	0,1	7,71	0	142	116	0,00	0,56
Enjuague después de desinfectante	14	12	0,1	7,74	0	146	114	0,10	0,25
	15	14	0,1	7,72	0	142	112	0,00	0,74
	16	0	0,1	7,82	0	148	116	0,00	6,31
	17	2	0,1	7,88	0	148	116	0,00	6,43
	18	4	0,1	7,83	0	144	112	0,00	4,45
	19	6	0,1	7,92	0	142	112	0,00	2,42
	20	8	0,1	7,97	0	142	114	0,15	2,45
21	10	0,1	7,93	0	146	114	0,10	3,35	
22	12	0,1	7,89	0	146	112	0,00	2,25	
23	14	0,1	7,84	0	146	112	0,00	1,64	

Continuación apéndice 4.

Equipo	Tubería Salón A		Repetición	3					
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	0	0	82	12,5	56	0	0	19,86	32,75
	1	2	80	12,1	48	0	0	14,75	30,83
	2	4	75	11,6	34	0	0	10,31	27,44
	3	6	49	11,4	26	0	0	9,43	22,13
	4	8	40	10,5	14	0	0	6,89	17,42
	5	10	14	9,20	14	0	0	4,51	12,15
	6	12	0,3	8,30	0	122	100	0,78	3,77
Enjuague después de ácido	7	14	0,5	7,90	0	134	110	0,53	2,56
	8	0	0,3	7,88	0	146	98	0,10	1,73
	9	2	0,3	7,98	0	146	98	0,00	1,45
	10	4	0,3	7,67	0	150	108	0,00	1,76
	11	6	0,1	7,42	0	144	114	0,10	1,26
	12	8	0,1	7,56	0	142	110	0,10	1,33
	13	10	0,1	7,67	0	142	110	0,00	0,52
Enjuague después de desinfectante	14	12	0,1	7,73	0	142	110	0,10	0,20
	15	14	0,1	7,69	0	142	110	0,00	0,76
	16	0	0,2	7,73	0	142	118	0,00	7,71
	17	2	0,2	7,68	0	142	114	0,00	5,44
	18	4	0,2	7,87	0	146	116	0,00	4,36
	19	6	0,1	7,77	0	140	114	0,00	3,60
	20	8	0,2	7,79	0	140	112	0,00	2,21
21	10	0,1	7,83	0	142	112	0,00	2,56	
22	12	0,1	7,71	0	144	110	0,00	1,76	
23	14	0,1	7,73	0	142	112	0,00	1,36	

Equipo	Tubería Salón B		Repetición	1					
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	0	0	73	12,1	62	0	0	10,61	74,34
	1	2	67	11,7	56	0	0	10,45	62,14
	2	4	60	11,5	38	0	0	12,33	66,33
	3	6	43	9,67	30	0	0	6,32	44,65
	4	8	21	9,12	24	0	0	7,81	20,12
	5	10	15	8,81	10	0	0	2,67	8,45
	6	12	0,5	3,14	0	132	108	0,42	3,91
Enjuague después de ácido	7	14	0,5	7,88	0	140	112	0,56	3,12
	8	0	0,2	6,21	0	178	110	0,00	5,12
	9	2	0,2	6,26	0	174	110	0,00	4,56
	10	4	0,1	6,46	0	174	112	0,00	2,25
	11	6	0,1	7,12	0	162	112	0,00	3,41
	12	8	0,1	7,34	0	156	114	0,00	2,34
	13	10	0,1	7,45	0	142	112	0,00	1,56
Enjuague después de desinfectante	14	12	0,1	7,74	0	140	110	0,00	1,45
	15	14	0,1	7,73	0	144	112	0,00	1,36
	16	0	0,1	7,75	0	150	114	0,52	6,23
	17	2	0,1	7,82	0	154	112	0,44	5,67
	18	4	0,1	7,78	0	148	118	0,00	4,13
	19	6	0,1	7,98	0	146	114	0,00	2,45
	20	8	0,1	8,02	0	140	110	0,00	2,3
21	10	0,1	8,04	0	144	114	0,00	3,2	
22	12	0,1	7,89	0	144	110	0,00	2,56	
23	14	0,1	7,81	0	142	110	0,00	2,02	

Continuación apéndice 4.

Equipo	Tubería Salón B		Repetición		2				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	0	0	80	12,34	58	0	0	13,23	80,12
	1	2	66	12,3	50	0	0	10,45	67,12
	2	4	53	12	36	0	0	10,56	73,11
	3	6	44	11,65	30	0	0	4,34	40,32
	4	8	27	10,63	16	0	0	6,12	13,41
	5	10	13	8,81	8	0	0	2,15	3,45
	6	12	0,4	8,1	0	122	100	0,82	3,21
Enjuague después de ácido	7	14	0,3	7,11	0	136	110	0,32	2,53
	0	0	0,3	6,18	0	148	110	0,00	4,43
	1	2	0,3	6,31	0	150	110	0,00	3,78
	2	4	0,2	6,47	0	154	110	0,10	1,27
	3	6	0,1	6,97	0	146	112	0,00	1,84
	4	8	0,1	7,29	0	146	114	0,00	0,67
	5	10	0,1	7,55	0	144	110	0,10	1,98
Enjuague después de desinfectante	6	12	0,1	7,43	0	142	112	0,00	1,15
	7	14	0,1	7,56	0	144	112	0,00	0,95
	0	0	0,1	7,88	0	148	114	0,00	4,12
	1	2	0,1	7,95	0	146	110	0,00	4,76
	2	4	0,1	7,81	0	146	112	0,00	4,32
	3	6	0,1	7,98	0	142	114	0,00	2,61
	4	8	0,1	7,96	0	142	110	0,00	2,3
	5	10	0,1	8,02	0	148	114	0,00	2,26
	6	12	0,1	7,92	0	146	114	0,00	1,95
	7	14	0,1	7,88	0	144	114	0,00	1,89

Equipo	Tubería Salón B		Repetición		3				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	0	0	77	12,34	64	0	0	11,41	77,32
	1	2	62	12,3	60	0	0	10,75	70,12
	2	4	57	12	54	0	0	6,38	56,12
	3	6	43	11,65	44	0	0	8,51	52,54
	4	8	32	10,63	38	0	0	6,16	20,16
	5	10	18	8,81	16	0	0	2,56	8,42
	6	12	0,1	8,1	0	128	106	0,57	3,34
Enjuague después de ácido	7	14	0,3	7,11	0	134	112	0,64	2,05
	0	0	0,3	6,25	0	156	114	0,00	4,23
	1	2	0,3	6,14	0	144	114	0,00	4,51
	2	4	0,2	6,38	0	146	112	0,00	2,1
	3	6	0,1	6,65	0	142	114	0,00	1,17
	4	8	0,2	7,14	0	144	112	0,00	0,6
	5	10	0,1	7,32	0	146	112	0,00	0,44
Enjuague después de desinfectante	6	12	0,2	7,76	0	144	112	0,00	0,15
	7	14	0,1	7,43	0	144	112	0,00	0,32
	0	0	0,2	7,75	0	144	114	0,31	4,16
	1	2	0,1	7,42	0	146	116	0,00	4,23
	2	4	0,1	7,68	0	142	116	0,22	4,06
	3	6	0,1	7,73	0	142	114	0,00	3,38
	4	8	0,1	7,82	0	140	116	0,00	2,26
	5	10	0,2	7,85	0	142	114	0,00	2,14
	6	12	0,1	7,87	0	142	114	0,20	2,06
	7	14	0,1	7,82	0	142	116	0,20	1,72

Continuación apéndice 4.

Equipo	Tubería Salón C		Repetición		1				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	0	0	50	12,04	62	0	0	14,23	20,45
	1	2	43	12,02	60	0	0	4,67	16,43
	2	4	35	11,76	44	0	0	4,87	17,54
	3	6	31	11,32	56	0	0	3,15	6,43
	4	8	21	10,22	32	0	0	2,56	5,76
	5	10	10	8,45	24	0	0	2,54	3,51
	6	12	7,1	8,2	0	132	100	0,68	3,21
Enjuague después de ácido	7	14	0,6	8,01	0	144	108	0,81	3,56
	0	0	1,1	7,84	0	132	112	0,00	6,12
	1	2	1	7,85	0	136	116	0,00	2,51
	2	4	0,5	7,81	0	140	110	0,00	0,00
	3	6	0,3	7,83	0	138	110	0,00	1,20
	4	8	0,3	7,88	0	144	112	0,00	0,00
	5	10	0,1	7,88	0	138	112	0,00	0,00
Enjuague después de desinfectante	6	12	0,3	7,89	0	136	116	0,00	0,00
	7	14	0,1	7,84	0	140	112	0,00	0,00
	0	0	0,3	7,62	0	146	116	0,00	0,10
	1	2	0,3	7,69	0	154	126	0,00	6,30
	2	4	0,3	7,6	0	150	114	0,00	0,00
	3	6	0,1	7,6	0	140	112	0,00	0,00
	4	8	0,1	7,63	0	142	112	0,00	0,10
	5	10	0,1	7,6	0	144	114	0,00	0,00
	6	12	0,1	7,61	0	146	114	0,00	0,35
	7	14	0,1	7,62	0	146	110	0,00	0,00

Equipo	Tubería Salón C		Repetición		2				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	0	0	41	12,2	54	0	0	12,56	44,12
	1	2	37	12,11	42	0	0	14,78	36,42
	2	4	33	11,43	48	0	0	10,31	26,42
	3	6	25	10,04	20	0	0	6,42	12,45
	4	8	12	8,76	12	0	0	3,21	8,23
	5	10	6,2	8,32	8	0	0	2,35	5,21
	6	12	0,7	8,16	0	138	100	0,16	3,12
Enjuague después de ácido	7	14	0,2	8,04	0	160	110	0,32	2,40
	0	0	1,2	7,81	0	128	110	0,00	4,22
	1	2	1	7,77	0	136	108	0,00	0,00
	2	4	0,6	7,31	0	136	106	0,00	1,50
	3	6	0,5	7,67	0	142	110	0,00	0,00
	4	8	0,6	7,72	0	142	110	0,00	1,20
	5	10	0,4	7,7	0	148	110	0,00	0,00
Enjuague después de desinfectante	6	12	0,4	7,87	0	156	112	0,00	0,00
	7	14	0,2	7,56	0	142	112	0,00	0,00
	0	0	0,5	7,34	0	140	110	0,00	6,20
	1	2	0,5	7,57	0	142	112	0,00	4,20
	2	4	0,6	7,61	0	148	112	0,00	1,20
	3	6	0,5	7,32	0	146	114	0,00	0,50
	4	8	0,5	7,79	0	144	112	0,00	0,10
	5	10	0,5	7,68	0	148	110	0,00	0,00
	6	12	0,5	7,75	0	152	112	0,00	0,45
	7	14	0,5	7,56	0	158	116	0,00	0,00

Continuación apéndice 4.

Equipo	Tubería Salón C		Repetición		3				
Etapas	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	0	0	50	11,78	42	0	0	16,32	30,71
	1	2	36	11,34	50	0	0	10,52	30,16
	2	4	14	10,32	32	0	0	5,32	8,43
	3	6	8,3	9,42	28	0	0	6,77	13,76
	4	8	3,1	8,78	20	0	0	4,21	6,41
	5	10	2,5	8,32	8	0	0	3,59	4,17
	6	12	0,1	8,12	0	138	100	0,83	2,81
Enjuague después de ácido	7	14	0,3	7,98	0	144	104	0,94	2,64
	0	0	2,3	7,71	0	124	112	0,00	3,18
	1	2	0,5	7,69	0	130	116	0,00	0,00
	2	4	0,7	7,56	0	142	110	0,00	0,50
	3	6	0,4	7,83	0	138	110	0,00	1,60
	4	8	0,5	7,89	0	144	112	0,00	0,00
	5	10	0,3	7,86	0	140	112	0,00	1,10
Enjuague después de desinfectante	6	12	0,3	7,9	0	140	116	0,00	0,00
	7	14	0,1	7,91	0	142	112	0,00	0,00
	0	0	0,5	7,52	0	156	110	0,00	5,20
	1	2	0,3	7,61	0	152	108	0,00	4,12
	2	4	0,3	7,31	0	142	112	0,00	2,56
	3	6	0,4	7,63	0	148	114	0,00	0,15
	4	8	0,4	7,66	0	162	116	0,00	0,26
	5	10	0,1	7,73	0	158	114	0,00	0,00
	6	12	0,3	7,54	0	154	112	0,00	0,72
	7	14	0,1	7,65	0	152	116	0,00	0,00

Equipo	Tubería Salón D		Repetición		1				
Etapas	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	0	0	46	12,13	68	0	0	12,67	24,76
	1	2	37	12,05	72	0	0	8,49	22,73
	2	4	46	11,53	56	0	0	4,13	15,38
	3	6	37	10,78	42	0	0	4,67	4,27
	4	8	23	9,12	36	0	0	3,78	3,87
	5	10	8,5	8,35	20	0	0	2,31	4,65
	6	12	4,1	8,14	0	128	102	0,56	2,87
Enjuague después de ácido	7	14	0,8	7,82	0	136	114	0,67	2,76
	0	0	1,3	7,78	0	144	106	0,00	7,56
	1	2	1,1	7,54	0	146	110	0,00	4,12
	2	4	0,6	7,98	0	142	112	0,00	2,98
	3	6	0,5	7,67	0	144	112	0,00	1,24
	4	8	0,6	7,84	0	138	114	0,00	0,65
	5	10	0,6	7,67	0	142	116	0,00	1,54
Enjuague después de desinfectante	6	12	0,6	7,59	0	148	116	0,00	0,10
	7	14	0,5	7,79	0	144	114	0,00	0,20
	0	0	0,7	7,73	0	146	116	0,00	6,20
	1	2	0,6	7,56	0	154	126	0,00	5,32
	2	4	0,6	7,76	0	150	114	0,00	3,67
	3	6	0,5	7,45	0	140	112	0,00	2,45
	4	8	0,6	7,98	0	142	112	0,00	1,50
	5	10	0,5	7,67	0	144	114	0,00	1,27
	6	12	0,5	7,75	0	146	114	0,00	0,36
	7	14	0,5	7,78	0	146	110	0,00	0,32

Continuación apéndice 4.

Equipo	Tubería Salón D		Repetición	2					
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	0	0	52	11,78	60	0	0	10,49	16,91
	1	2	43	11,56	52	0	0	8,56	15,32
	2	4	38	10,74	74	0	0	9,43	8,15
	3	6	32	9,68	62	0	0	6,71	6,44
	4	8	27	8,46	40	0	0	4,81	7,21
	5	10	15	8,31	32	0	0	3,61	3,63
	6	12	0,3	8,12	0	120	104	0,47	3,90
Enjuague después de ácido	7	14	0,4	7,35	0	132	112	0,81	1,57
	0	0	1,1	7,98	0	144	114	0,00	5,26
	1	2	1	7,78	0	146	108	0,00	3,67
	2	4	0,5	7,56	0	142	112	0,00	2,73
	3	6	0,3	7,54	0	148	106	0,00	1,56
	4	8	0,3	7,76	0	136	114	0,00	0,31
	5	10	0,1	7,84	0	138	114	0,00	0,76
Enjuague después de desinfectante	6	12	0,3	7,67	0	142	112	0,00	0,40
	7	14	0,1	7,94	0	132	114	0,00	0,20
	0	0	0,3	7,63	0	134	118	0,00	7,10
	1	2	0,3	7,56	0	150	120	0,00	5,21
	2	4	0,3	7,83	0	148	112	0,00	3,26
	3	6	0,1	7,82	0	134	110	0,00	0,49
	4	8	0,1	7,35	0	144	114	0,00	0,11
5	10	0,1	7,58	0	144	114	0,00	0,67	
6	12	0,1	7,81	0	154	116	0,00	0,25	
7	14	0,1	7,65	0	150	116	0,00	0,10	

Equipo	Tubería Salón D		Repetición	3					
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	0	0	50	12,04	62	0	0	8,45	8,61
	1	2	43	12,02	60	0	0	12,87	13,91
	2	4	35	11,76	44	0	0	4,28	4,71
	3	6	31	11,32	56	0	0	3,67	8,03
	4	8	21	10,22	32	0	0	1,76	4,04
	5	10	10	8,45	24	0	0	1,32	2,45
	6	12	0,8	8,2	0	126	100	0,99	2,23
Enjuague después de ácido	7	14	0,6	8,01	0	144	108	0,43	1,67
	0	0	1,1	7,84	0	132	112	0,00	5,76
	1	2	1	7,85	0	136	116	0,00	3,41
	2	4	0,5	7,81	0	140	110	0,00	1,67
	3	6	0,3	7,83	0	138	110	0,00	1,24
	4	8	0,3	7,88	0	144	112	0,00	1,07
	5	10	0,1	7,88	0	138	112	0,00	0,67
Enjuague después de desinfectante	6	12	0,3	7,89	0	136	116	0,00	0,15
	7	14	0,1	7,84	0	140	112	0,00	0,23
	0	0	0,3	7,62	0	140	110	0,00	9,12
	1	2	0,3	7,69	0	144	114	0,00	5,72
	2	4	0,3	7,6	0	146	112	0,00	3,78
	3	6	0,1	7,6	0	146	116	0,00	2,87
	4	8	0,1	7,63	0	152	114	0,00	1,12
5	10	0,1	7,6	0	156	116	0,00	3,21	
6	12	0,1	7,61	0	154	112	0,00	1,03	
7	14	0,1	7,62	0	158	114	0,00	0,54	

Continuación apéndice 4.

Equipo	Tubería salón barriles		Repetición	1					
Etapas	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	0	0	90	12	50	0	0	20,15	34,23
	1	2	82	11,7	50	0	0	16,32	30,12
	2	4	75	11,5	38	0	0	10,44	26,16
	3	6	53	10,53	20	0	0	6,78	20,57
	4	8	26	9,65	16	0	0	6,36	13,41
	5	10	21	8,65	12	0	0	4,12	10,42
	6	12	0,8	8,18	0	106	100	0,56	3,89
Enjuague después de ácido	7	14	0,7	8,01	0	120	104	0,67	2,36
	0	0	0,2	7,06	0	118	102	0,00	0,00
	1	3	0,2	6,87	0	98	102	0,00	0,00
	2	6	0,1	7,3	0	122	102	0,00	0,00
	3	9	0,2	7,47	0	122	104	0,00	0,00
	4	12	0,1	7,47	0	130	104	0,00	0,00
	5	15	0,1	7,5	0	132	104	0,00	0,00
Enjuague después de desinfectante	0	0	0,3	7,38	0	130	100	0,00	9,80
	1	3	0,1	7,5	0	136	106	0,00	7,43
	2	6	0,3	7,47	0	130	108	0,00	4,60
	3	9	0,1	7,49	0	130	106	0,00	2,70
	4	12	0,1	7,55	0	132	102	0,00	2,90
	5	15	0,1	7,52	0	136	106	0,00	1,10
	6	18	0,1	7,55	0	132	102	0,00	1,64
	7	21	0,1	7,57	0	138	100	0,00	0,00
	8	24	0,1	7,6	0	134	102	0,00	0,00
	9	27	0,1	7,6	0	132	104	0,00	0,00
10	30	0,1	7,19	0	132	106	0,00	0,00	

Equipo	Tubería salón barriles		Repetición	2					
Etapas	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	0	0	100	11,87	46	0	0	11,65	26,54
	1	2	80	12,1	42	0	0	10,12	30,01
	2	4	82	11,12	34	0	0	4,54	27,54
	3	6	41	10,78	26	0	0	6,14	16,43
	4	8	37	9,43	14	0	0	4,67	15,54
	5	10	17	8,81	4	0	0	2,13	8,32
	6	12	0,8	8,1	0	128	104	0,24	3,95
Enjuague después de ácido	7	14	0,5	7,87	0	134	110	0,71	3,31
	0	0	0,1	7,18	0	102	110	0,00	0,00
	1	3	0,1	7,15	0	108	108	0,00	0,00
	2	6	0,1	7,32	0	120	108	0,00	0,00
	3	9	0,1	7,36	0	128	108	0,00	0,00
	4	12	0,1	7,41	0	132	104	0,00	0,00
	5	15	0,1	7,42	0	132	106	0,00	0,00
Enjuague después de desinfectante	0	0	0,3	6,87	0	114	90	0,00	10,24
	1	3	0,2	7,15	0	124	94	0,00	10,32
	2	6	0,2	7,35	0	132	94	0,00	8,36
	3	9	0,1	7,55	0	136	100	0,00	6,84
	4	12	0,3	7,66	0	122	106	0,00	3,45
	5	15	0,1	7,62	0	134	102	0,00	1,11
	6	18	0,2	7,58	0	130	102	0,00	1,45
	7	21	0,1	7,64	0	134	104	0,00	0,74
	8	24	0,2	7,68	0	134	102	0,00	0,56
	9	27	0,1	7,66	0	134	106	0,00	0,23
10	30	0,1	7,62	0	136	104	0,00	0,12	

Continuación apéndice 4

Equipo	Tubería salón bariles		Repetición		3				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	0	0	85	12,34	44	0	0	14,36	21,43
	1	2	80	12,3	50	0	0	10,78	15,75
	2	4	80	12	36	0	0	8,56	10,64
	3	6	44	11,65	24	0	0	6,44	10,76
	4	8	35	10,63	16	0	0	4,15	8,41
	5	10	20	8,81	8	0	0	5,06	6,31
	6	12	0,3	8,1	0	120	100	0,55	3,73
Enjuague después de ácido	7	14	0,3	7,94	0	128	100	0,48	1,53
	0	0	0,1	7,06	0	96	100	0,00	0,00
	1	3	0,2	6,87	0	100	104	0,00	0,00
	2	6	0,1	7,3	0	122	104	0,00	0,00
	3	9	0,1	7,47	0	122	106	0,00	0,00
Enjuague después de desinfectante	4	12	0,1	7,47	0	130	104	0,00	0,00
	5	15	0,1	7,5	0	132	104	0,00	0,00
	0	0	0,3	7,38	0	114	94	0,00	4,67
	1	3	0,1	7,5	0	120	96	0,00	5,33
	2	6	0,3	7,47	0	118	96	0,00	4,12
	3	9	0,1	7,49	0	124	106	0,00	7,44
	4	12	0,1	7,55	0	128	104	0,00	3,76
	5	15	0,1	7,52	0	128	110	0,00	2,15
	6	18	0,1	7,55	0	132	110	0,00	0,65
	7	21	0,1	7,57	0	130	108	0,00	0
8	24	0,1	7,6	0	136	110	0,00	0,31	
9	27	0,1	7,6	0	136	110	0,00	0,00	
10	30	0,1	7,19	0	132	110	0,00	0,00	

Equipo	Tubería Refiltración		Repetición		1				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	0	0	54	12,45	44	0	0	20,15	34,23
	1	2	23	12,1	48	0	0	16,32	30,12
	2	4	25	11,6	36	0	0	10,44	26,16
	3	6	12	11,4	28	0	0	6,78	20,57
	4	8	7,1	9,74	14	0	0	6,36	13,41
	5	10	3,3	9,05	10	0	0	4,12	10,42
	6	12	0	8,19	0	128	100	0,56	3,89
Enjuague después de ácido	7	14	0	7,43	0	156	112	0,67	2,36
	0	0	4,3	1,44	0	300	56	0,00	8,10
	1	3	3,3	2	0	220	56	0,00	7,12
	2	6	3	3,59	0	184	64	0,00	7,44
	3	9	2,3	5,98	0	172	80	0,00	5,00
Enjuague después de desinfectante	4	12	0,4	6,64	0	166	102	0,00	3,37
	5	15	0,1	6,82	0	160	114	0,00	3,15
	0	2	0,6	7,11	0	110	106	0,00	0,00
	1	4	0,6	7,63	0	154	110	0,00	0,66
	2	6	0,5	7,3	0	156	108	0,00	0,00
	3	8	0,6	7,69	0	156	110	0,00	0,00
Enjuague después de desinfectante	4	10	0,6	7,69	0	158	106	0,00	0,51
	5	12	0,6	7,58	0	154	112	0,00	0,00
	6	14	0,6	7,63	0	154	114	0,00	1,60

Equipo	Tubería Refiltración		Repetición		2				
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)
Enjuague después de soda	0	0	45	12,11	56	0	0	19,91	29,98
	1	2	32	11,78	42	0	0	17,72	25,57
	2	4	26	11,43	34	0	0	13,38	19,98
	3	6	21	9,43	16	0	0	8,96	10,07
	4	8	13	9,56	10	0	0	4,49	7,72
	5	10	5,1	8,61	2	0	0	1,09	4,19
	6	12	0,6	8,18	0	130	100	0,88	3,38
Enjuague después de ácido	7	14	0,7	8,13	0	142	108	0,17	3,06
	0	0	3,6	1,63	0	318	50	0,00	7,21
	1	3	2,1	1,76	0	286	52	0,00	7,12
	2	6	1,5	3,34	0	210	68	0,00	6,31
	3	9	0,6	5,18	0	194	76	0,00	5,76
Enjuague después de desinfectante	4	12	0,6	6,57	0	168	100	0,00	3,96
	5	15	0,4	6,92	0	168	112	0,00	3,64
	0	2	0,7	7,43	0	114	104	0,00	0,51
	1	4	0,6	7,74	0	140	108	0,00	0,66
	2	6	0,6	7,56	0	148	110	0,00	0,12
	3	8	0,5	7,13	0	154	114	0,00	0,10
Enjuague después de desinfectante	4	10	0,6	7,7	0	154	110	0,00	0,00
	5	12	0,6	7,44	0	144	116	0,00	0,00
	6	14	0,6	7,72	0	152	114	0,00	0,32

Continuación apéndice 4.

Equipo	Tubería Refiltración		Repetición	3						
Etapa	Muestra	Tiempo (min)	Conductividad (mS)	pH	Alcalinidad P (ppm)	Alcalinidad M (ppm)	Dureza (ppm)	Turbidez sólidos (FTU)	Turbidez coloidal (FTU)	
Enjuague después de soda	0	0	34	12,21	44	0	0	19,05	30,11	
	1	2	21	11,98	48	0	0	11,08	25,59	
	2	4	18	11,32	32	0	0	9,66	20,99	
	3	6	20	10,52	22	0	0	5,09	17,79	
	4	8	14	9,13	14	0	0	3,18	11,06	
	5	10	8	9,76	6	0	0	1,18	7,43	
	6	12	0,5	8,14	0	120	104	0,83	3,39	
Enjuague después de ácido	7	14	0	8,09	0	126	108	0,22	3,09	
	0	0	3,3	1,44	0	290	58	0,00	7,14	
	1	3	1,5	1,52	0	238	66	0,00	6,64	
	2	6	0,9	2,87	0	204	74	0,00	7,41	
	3	9	1,2	5,43	0	190	92	0,00	4,12	
	4	12	0,6	6,76	0	166	108	0,00	3,21	
Enjuague después de desinfectante	5	15	0,6	6,87	0	162	114	0,00	3,43	
	0	2	0,6	6,94	0	108	102	0,00	1,20	
	1	4	0,6	7,08	0	128	106	0,00	1,00	
	2	6	0,7	7,22	0	144	106	0,00	0,54	
	3	8	0,6	7,31	0	154	104	0,00	0,20	
	4	10	0,7	7,28	0	154	110	0,00	0,23	
	5	12	0,7	7,52	0	152	110	0,00	0,50	
6	14	0,6	7,55	0	150	114	0,00	0,10		

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 5. Tiempos mínimos requeridos para los enjuagues después de soluciones de soda, ácido, agua caliente y desinfectante en el proceso de elaboración de cerveza**

Equipo	Enfriador			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	1,40	3,40	1,50
	pH	1,10	4,50	1,50
	Alcalinidad P	0,90	3,40	1,50
	Alcalinidad M	1,50	3,90	1,50
	Dureza	1,40	4,10	1,50
	Turbidez sólidos	1,40	4,00	1,50
	Turbidez coloidal	1,30	3,00	1,50
Después de solución de ácido	Conductividad	0,70	3,50	1,30
	pH	1,30	3,60	1,30
	Alcalinidad P	0,00	3,00	1,30
	Alcalinidad M	0,60	3,00	1,30
	Dureza	0,70	3,00	1,30
	Turbidez sólidos	0,70	4,00	1,30
	Turbidez coloidal	0,50	3,00	1,30
Después de agua caliente	Conductividad	0,60	2,50	1,60
	pH	0,40	2,50	1,60
	Alcalinidad P	0,00	2,50	1,60
	Alcalinidad M	1,60	2,50	1,60
	Dureza	0,10	2,50	1,60
	Turbidez sólidos	0,00	2,50	1,60
	Turbidez coloidal	1,60	2,50	1,60

Continuación apéndice 5

Equipo	Calentador			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	1,00	2,20	1,00
	pH	0,70	2,10	1,00
	Alcalinidad P	0,10	2,50	1,00
	Alcalinidad M	0,90	2,50	1,00
	Dureza	1,00	2,70	1,00
	Turbidez sólidos	0,80	2,60	1,00
	Turbidez coloidal	0,50	2,10	1,00
Después de solución de ácido	Conductividad	0,90	2,70	1,00
	pH	1,00	2,30	1,00
	Alcalinidad P	0,10	2,50	1,00
	Alcalinidad M	0,80	2,00	1,00
	Dureza	0,50	2,00	1,00
	Turbidez sólidos	0,90	2,00	1,00
	Turbidez coloidal	0,80	2,00	1,00
Después de agua caliente	Conductividad	0,10	1,50	0,80
	pH	0,00	1,50	0,80
	Alcalinidad P	0,00	1,50	0,80
	Alcalinidad M	0,45	1,50	0,80
	Dureza	0,00	1,50	0,80
	Turbidez sólidos	0,80	1,50	0,80
	Turbidez coloidal	0,50	1,50	0,80

Continuación apéndice 5

Equipo	Cocedor			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	1,00	2,20	1,00
	pH	1,00	2,10	1,00
	Alcalinidad P	0,25	2,40	1,00
	Alcalinidad M	0,90	2,60	1,00
	Dureza	0,90	2,60	1,00
	Turbidez sólidos	1,00	2,40	1,00
	Turbidez coloidal	0,80	2,00	1,00
Después de solución de ácido	Conductividad	1,10	2,00	1,10
	pH	1,00	2,40	1,10
	Alcalinidad P	0,00	2,00	1,10
	Alcalinidad M	0,60	2,00	1,10
	Dureza	0,90	2,00	1,10
	Turbidez sólidos	1,10	2,20	1,10
	Turbidez coloidal	0,90	2,00	1,10

Equipo	Whirlpool			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	1,10	2,50	1,10
	pH	0,70	2,20	1,10
	Alcalinidad P	0,10	2,60	1,10
	Alcalinidad M	0,70	2,25	1,10
	Dureza	0,50	2,50	1,10
	Turbidez sólidos	1,00	2,00	1,10
	Turbidez coloidal	0,60	2,50	1,10
Después de solución de ácido	Conductividad	1,70	3,10	1,70
	pH	1,20	3,00	1,70
	Alcalinidad P	0,00	3,00	1,70
	Alcalinidad M	1,00	3,00	1,70
	Dureza	1,30	3,00	1,70
	Turbidez sólidos	1,40	3,00	1,70
	Turbidez coloidal	1,30	3,00	1,70

Continuación apéndice 5

Equipo	Regenerador			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	1,00	2,10	1,10
	pH	1,10	2,30	1,10
	Alcalinidad P	0,60	2,30	1,10
	Alcalinidad M	0,80	2,60	1,10
	Dureza	1,00	2,50	1,10
	Turbidez sólidos	0,10	2,70	1,10
	Turbidez coloidal	0,90	2,25	1,10

Equipo	Filtro			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	0,70	2,60	1,10
	pH	1,10	2,10	1,10
	Alcalinidad P	0,40	2,30	1,10
	Alcalinidad M	0,60	2,25	1,10
	Dureza	0,90	2,70	1,10
	Turbidez sólidos	0,80	2,30	1,10
	Turbidez coloidal	0,60	2,10	1,10
Después de solución de ácido	Conductividad	1,45	4,00	1,45
	pH	1,25	4,25	1,45
	Alcalinidad P	0,00	3,50	1,45
	Alcalinidad M	0,80	3,50	1,45
	Dureza	0,50	4,45	1,45
	Turbidez sólidos	0,90	3,60	1,45
	Turbidez coloidal	1,00	3,50	1,45

Continuación apéndice 5.

Equipo	Colector			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	1,00	2,40	1,25
	pH	1,25	2,15	1,25
	Alcalinidad P	0,50	2,70	1,25
	Alcalinidad M	0,90	2,60	1,25
	Dureza	0,90	2,80	1,25
	Turbidez sólidos	0,90	2,70	1,25
	Turbidez coloidal	0,50	2,00	1,25
Después de solución de ácido	Conductividad	1,10	2,20	1,15
	pH	1,15	2,70	1,15
	Alcalinidad P	0,00	2,00	1,15
	Alcalinidad M	0,70	2,00	1,15
	Dureza	0,25	2,10	1,15
	Turbidez sólidos	1,10	2,10	1,15
	Turbidez coloidal	0,60	2,00	1,15

Equipo	Tanque de agua			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	1,15	2,70	1,15
	pH	1,15	2,20	1,15
	Alcalinidad P	0,50	3,00	1,15
	Alcalinidad M	0,90	2,70	1,15
	Dureza	1,00	2,90	1,15
	Turbidez sólidos	0,90	2,40	1,15
	Turbidez coloidal	0,90	2,00	1,15
Después de solución de ácido	Conductividad	1,50	3,15	1,60
	pH	1,60	3,00	1,60
	Alcalinidad P	0,00	3,00	1,60
	Alcalinidad M	1,45	3,00	1,60
	Dureza	1,25	3,00	1,60
	Turbidez sólidos	1,60	3,00	1,60
	Turbidez coloidal	1,60	3,00	1,60

Continuación apéndice 5.

Equipo	Tanque de azúcar			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	1,30	2,10	1,30
	pH	1,20	2,10	1,30
	Alcalinidad P	0,60	2,60	1,30
	Alcalinidad M	0,60	2,15	1,30
	Dureza	0,90	3,00	1,30
	Turbidez sólidos	1,20	2,00	1,30
	Turbidez coloidal	0,40	2,00	1,30
Después de solución de ácido	Conductividad	1,25	3,00	1,70
	pH	1,50	3,00	1,70
	Alcalinidad P	0,60	3,00	1,70
	Alcalinidad M	1,00	3,00	1,70
	Dureza	1,50	3,10	1,70
	Turbidez sólidos	1,70	3,00	1,70
	Turbidez coloidal	1,40	3,00	1,70

Equipo	Tubería de azúcar			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	1,75	3,00	1,80
	pH	1,80	3,00	1,80
	Alcalinidad P	0,90	3,85	1,80
	Alcalinidad M	1,45	3,60	1,80
	Dureza	1,45	3,80	1,80
	Turbidez sólidos	1,40	3,00	1,80
	Turbidez coloidal	1,10	3,00	1,80
Después de solución de ácido	Conductividad	1,65	3,00	1,75
	pH	1,75	3,00	1,75
	Alcalinidad P	0,00	3,00	1,75
	Alcalinidad M	0,80	3,45	1,75
	Dureza	1,45	3,00	1,75
	Turbidez sólidos	1,65	3,00	1,75
	Turbidez coloidal	1,20	3,00	1,75

Continuación apéndice 5.

Equipo	Tanque turbio			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	1,15	2,60	1,40
	pH	1,40	2,60	1,40
	Alcalinidad P	0,60	3,50	1,40
	Alcalinidad M	1,00	3,00	1,40
	Dureza	1,15	3,50	1,40
	Turbidez sólidos	1,40	2,50	1,40
	Turbidez coloidal	1,35	2,50	1,40
Después de solución de ácido	Conductividad	1,20	2,75	1,40
	pH	1,00	2,80	1,40
	Alcalinidad P	0,00	2,50	1,40
	Alcalinidad M	0,80	2,50	1,40
	Dureza	0,80	2,50	1,40
	Turbidez sólidos	1,40	2,50	1,40
	Turbidez coloidal	1,00	2,50	1,40

Equipo	Macerador			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	1,00	2,20	1,15
	pH	1,15	2,30	1,15
	Alcalinidad P	0,65	3,00	1,15
	Alcalinidad M	0,80	2,80	1,15
	Dureza	1,00	2,90	1,15
	Turbidez sólidos	1,00	2,00	1,15
	Turbidez coloidal	0,85	2,00	1,15
Después de solución de ácido	Conductividad	0,75	2,35	0,90
	pH	0,90	2,00	0,90
	Alcalinidad P	0,00	2,00	0,90
	Alcalinidad M	0,60	2,00	0,90
	Dureza	0,65	2,00	0,90
	Turbidez sólidos	0,70	2,00	0,90
	Turbidez coloidal	0,70	2,00	0,90

Continuación apéndice 5.

Equipo	Adjuntos			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	0,40	3,15	1,25
	pH	1,25	2,25	1,25
	Alcalinidad P	0,60	2,70	1,25
	Alcalinidad M	0,90	2,60	1,25
	Dureza	0,90	3,00	1,25
	Turbidez sólidos	1,10	2,00	1,25
	Turbidez coloidal	0,90	2,00	1,25
Después de solución de ácido	Conductividad	0,90	2,10	1,05
	pH	0,60	3,00	1,05
	Alcalinidad P	0,00	2,00	1,05
	Alcalinidad M	0,80	2,15	1,05
	Dureza	0,50	2,00	1,05
	Turbidez sólidos	0,90	2,00	1,05
	Turbidez coloidal	1,05	2,00	1,05

Continuación apéndice 5.

Equipo	Tubería de cerveza			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	0,10	3,60	1,30
	pH	0,10	5,00	1,30
	Alcalinidad P	0,10	3,75	1,30
	Alcalinidad M	1,30	5,10	1,30
	Dureza	0,75	6,20	1,30
	Turbidez sólidos	0,00	3,00	1,30
	Turbidez coloidal	0,00	3,00	1,30
Después de solución de ácido	Conductividad	1,90	3,00	2,25
	pH	1,30	3,00	2,25
	Alcalinidad P	0,00	3,00	2,25
	Alcalinidad M	2,25	3,00	2,25
	Dureza	2,10	3,00	2,25
	Turbidez sólidos	0,00	3,00	2,25
	Turbidez coloidal	0,00	3,00	2,25
Después de desinfectante	Conductividad	0,10	3,00	2,35
	pH	0,00	3,00	2,35
	Alcalinidad P	0,00	3,00	2,35
	Alcalinidad M	0,00	3,00	2,35
	Dureza	2,35	3,00	2,35
	Turbidez sólidos	1,10	3,00	2,35
	Turbidez coloidal	0,00	3,00	2,35

Continuación apéndice 5.

Equipo	Tubería de mosto			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	0,40	6,25	2,75
	pH	2,00	6,60	2,75
	Alcalinidad P	0,10	8,20	2,75
	Alcalinidad M	1,60	6,60	2,75
	Dureza	1,80	7,50	2,75
	Turbidez sólidos	2,75	5,00	2,75
	Turbidez coloidal	0,00	5,00	2,75
Después de solución de ácido	Conductividad	3,20	5,00	3,20
	pH	3,00	5,00	3,20
	Alcalinidad P	0,00	5,00	3,20
	Alcalinidad M	3,10	5,00	3,20
	Dureza	1,00	5,00	3,20
	Turbidez sólidos	0,00	5,00	3,20
	Turbidez coloidal	0,00	5,00	3,20
Después de desinfectante	Conductividad	0,00	5,00	4,00
	pH	0,00	5,00	4,00
	Alcalinidad P	0,00	5,00	4,00
	Alcalinidad M	0,00	5,00	4,00
	Dureza	4,00	5,00	4,00
	Turbidez sólidos	0,00	5,00	4,00
	Turbidez coloidal	0,50	5,00	4,00

Continuación apéndice 5.

Equipo	Tubería de levadura			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	0,45	4,00	2,30
	pH	0,75	6,30	2,30
	Alcalinidad P	0,40	7,10	2,30
	Alcalinidad M	1,10	6,00	2,30
	Dureza	1,30	7,00	2,30
	Turbidez sólidos	2,30	4,00	2,30
	Turbidez coloidal	0,00	4,00	2,30
Después de solución de ácido	Conductividad	3,40	5,00	3,50
	pH	2,50	5,00	3,50
	Alcalinidad P	0,00	5,00	3,50
	Alcalinidad M	3,50	5,00	3,50
	Dureza	2,75	5,00	3,50
	Turbidez sólidos	0,60	5,00	3,50
	Turbidez coloidal	0,00	5,00	3,50
Después de desinfectante	Conductividad	2,00	9,00	6,80
	pH	0,00	9,00	6,80
	Alcalinidad P	0,00	9,00	6,80
	Alcalinidad M	4,40	9,00	6,80
	Dureza	6,80	9,00	6,80
	Turbidez sólidos	0,00	9,00	6,80
	Turbidez coloidal	6,40	9,00	6,80

Continuación apéndice 5.

Equipo	Contenedor de levadura			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	1,90	10,4	2,80
	pH	2,50	10,6	2,80
	Alcalinidad P	2,10	10,8	2,80
	Alcalinidad M	2,70	9,00	2,80
	Dureza	2,80	10,3	2,80
	Turbidez sólidos	1,50	8,00	2,80
	Turbidez coloidal	0,00	8,00	2,80
Después de solución de ácido	Conductividad	3,10	13,2	3,75
	pH	3,00	11,0	3,75
	Alcalinidad P	0,00	11,0	3,75
	Alcalinidad M	2,90	11,0	3,75
	Dureza	3,75	11,0	3,75
	Turbidez sólidos	3,00	11,0	3,75
	Turbidez coloidal	0,80	11,0	3,75
Después de desinfectante	Conductividad	0,00	11,0	3,70
	pH	3,70	11,0	3,70
	Alcalinidad P	0,00	11,0	3,70
	Alcalinidad M	1,30	11,0	3,70
	Dureza	2,60	11,0	3,70
	Turbidez sólidos	3,90	11,0	3,70
	Turbidez coloidal	2,60	11,0	3,70

Continuación apéndice 5.

Equipo	Distribuidor de cerveza			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	1,75	5,00	2,50
	pH	2,00	7,60	2,50
	Alcalinidad P	2,10	7,80	2,50
	Alcalinidad M	2,25	6,50	2,50
	Dureza	2,50	6,80	2,50
	Turbidez sólidos	0,00	5,00	2,50
	Turbidez coloidal	0,00	5,00	2,50
Después de solución de ácido	Conductividad	2,50	9,00	3,30
	pH	2,30	9,00	3,30
	Alcalinidad P	0,00	9,00	3,30
	Alcalinidad M	3,00	9,00	3,30
	Dureza	3,30	9,00	3,30
	Turbidez sólidos	0,00	9,00	3,30
	Turbidez coloidal	2,60	9,00	3,30
Después de desinfectante	Conductividad	0,00	8,00	1,00
	pH	0,00	8,00	1,00
	Alcalinidad P	0,00	8,00	1,00
	Alcalinidad M	0,00	8,00	1,00
	Dureza	1,00	8,00	1,00
	Turbidez sólidos	0,00	8,00	1,00
	Turbidez coloidal	1,00	8,00	1,00

Continuación apéndice 5.

Equipo	Depósito de levadura			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	1,90	8,20	3,50
	pH	2,50	8,40	3,50
	Alcalinidad P	2,00	9,80	3,50
	Alcalinidad M	2,60	8,10	3,50
	Dureza	2,75	9,60	3,50
	Turbidez sólidos	3,50	7,00	3,50
	Turbidez coloidal	0,25	7,00	3,50
Después de solución de ácido	Conductividad	1,30	10,0	2,50
	pH	0,25	10,5	2,50
	Alcalinidad P	0,00	10,0	2,50
	Alcalinidad M	0,50	10,0	2,50
	Dureza	2,50	10,0	2,50
	Turbidez sólidos	0,00	10,0	2,50
	Turbidez coloidal	0,00	10,0	2,50
Después de desinfectante	Conductividad	0,00	7,00	4,75
	pH	0,00	7,00	4,75
	Alcalinidad P	0,00	7,00	4,75
	Alcalinidad M	1,40	7,00	4,75
	Dureza	4,75	7,00	4,75
	Turbidez sólidos	0,00	7,00	4,75
	Turbidez coloidal	3,25	7,00	4,75

Continuación apéndice 5.

Equipo	Corral1			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	0,80	6,00	2,10
	pH	1,00	6,00	2,10
	Alcalinidad P	0,00	6,00	2,10
	Alcalinidad M	1,10	6,00	2,10
	Dureza	2,10	6,00	2,10
	Turbidez sólidos	1,00	6,00	2,10
	Turbidez coloidal	0,00	6,00	2,10
Después de solución de ácido	Conductividad	0,00	6,00	1,50
	pH	0,25	6,00	1,50
	Alcalinidad P	0,00	6,00	1,50
	Alcalinidad M	1,50	6,00	1,50
	Dureza	1,50	6,00	1,50
	Turbidez sólidos	0,00	6,00	1,50
	Turbidez coloidal	0,00	6,00	1,50
Después de desinfectante	Conductividad	0,00	6,00	2,75
	pH	0,00	6,00	2,75
	Alcalinidad P	0,00	6,00	2,75
	Alcalinidad M	0,00	6,00	2,75
	Dureza	2,75	6,00	2,75
	Turbidez sólidos	0,40	6,00	2,75
	Turbidez coloidal	0,75	6,00	2,75

Continuación apéndice 5.

Equipo	Corral 2			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	0,00	5,00	1,50
	pH	1,25	5,00	1,50
	Alcalinidad P	0,00	5,00	1,50
	Alcalinidad M	1,50	5,00	1,50
	Dureza	1,50	5,00	1,50
	Turbidez sólidos	0,00	5,00	1,50
	Turbidez coloidal	0,00	5,00	1,50
Después de solución de ácido	Conductividad	0,00	5,00	1,75
	pH	0,00	5,00	1,75
	Alcalinidad P	0,00	5,00	1,75
	Alcalinidad M	0,00	5,00	1,75
	Dureza	1,75	5,00	1,75
	Turbidez sólidos	0,00	5,00	1,75
	Turbidez coloidal	0,00	5,00	1,75
Después de desinfectante	Conductividad	0,00	5,00	1,40
	pH	0,00	5,00	1,40
	Alcalinidad P	0,00	5,00	1,40
	Alcalinidad M	0,00	5,00	1,40
	Dureza	1,40	5,00	1,40
	Turbidez sólidos	0,00	5,00	1,40
	Turbidez coloidal	0,00	5,00	1,40

Continuación apéndice 5.

Equipo	Corral 3			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	3,00	4,00	3,00
	pH	0,20	5,40	3,00
	Alcalinidad P	0,10	4,75	3,00
	Alcalinidad M	1,75	6,00	3,00
	Dureza	0,25	5,75	3,00
	Turbidez sólidos	0,40	4,00	3,00
	Turbidez coloidal	0,00	4,00	3,00
Después de solución de ácido	Conductividad	3,10	4,00	3,10
	pH	3,20	4,00	3,10
	Alcalinidad P	0,00	4,00	3,10
	Alcalinidad M	2,75	4,00	3,10
	Dureza	3,00	4,00	3,10
	Turbidez sólidos	0,10	4,00	3,10
	Turbidez coloidal	0,00	4,00	3,10
Después de desinfectante	Conductividad	0,00	4,00	3,00
	pH	0,00	4,00	3,00
	Alcalinidad P	0,00	4,00	3,00
	Alcalinidad M	0,00	4,00	3,00
	Dureza	3,00	4,00	3,00
	Turbidez sólidos	1,75	4,00	3,00
	Turbidez coloidal	1,25	4,00	3,00

Continuación apéndice 5.

Equipo	Distribuidor de agua			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	1,10	10,0	6,00
	pH	2,25	10,0	6,00
	Alcalinidad P	3,25	13,2	6,00
	Alcalinidad M	4,25	14,0	6,00
	Dureza	5,25	13,2	6,00
	Turbidez sólidos	6,00	10,0	6,00
	Turbidez coloidal	5,40	10,0	6,00
Después de solución de ácido	Conductividad	6,75	10,0	6,75
	pH	0,10	10,0	6,75
	Alcalinidad P	0,00	10,0	6,75
	Alcalinidad M	6,75	10,0	6,75
	Dureza	3,10	10,0	6,75
	Turbidez sólidos	0,00	10,0	6,75
	Turbidez coloidal	0,00	10,0	6,75
Después de agua caliente	Conductividad	0,00	10,0	4,25
	pH	0,00	10,0	4,25
	Alcalinidad P	0,00	10,0	4,25
	Alcalinidad M	0,00	10,0	4,25
	Dureza	4,25	10,0	4,25
	Turbidez sólidos	0,00	10,0	4,25
	Turbidez coloidal	0,00	10,0	4,25

Continuación apéndice 5.

Equipo	Distribuidor de cerveza			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	1,00	10,0	5,25
	pH	2,00	10,2	5,25
	Alcalinidad P	1,75	13,8	5,25
	Alcalinidad M	1,50	14,5	5,25
	Dureza	3,00	14,2	5,25
	Turbidez sólidos	4,90	10,0	5,25
	Turbidez coloidal	5,25	10,0	5,25
Después de solución de ácido	Conductividad	1,00	10,0	4,25
	pH	0,10	10,0	4,25
	Alcalinidad P	0,00	10,0	4,25
	Alcalinidad M	0,25	10,0	4,25
	Dureza	4,25	10,0	4,25
	Turbidez sólidos	1,40	10,0	4,25
	Turbidez coloidal	3,80	10,0	4,25
Después de agua caliente	Conductividad	0,25	10,0	3,25
	pH	0,00	10,0	3,25
	Alcalinidad P	0,00	10,0	3,25
	Alcalinidad M	1,50	10,0	3,25
	Dureza	3,25	10,0	3,25
	Turbidez sólidos	0,00	10,0	3,25
	Turbidez coloidal	0,00	10,0	3,25

Continuación apéndice 5.

Equipo	Tubería de agua			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	0,40	2,25	0,60
	pH	0,60	2,25	0,60
	Alcalinidad P	0,60	3,10	0,60
	Alcalinidad M	0,50	3,00	0,60
	Dureza	0,60	3,50	0,60
	Turbidez sólidos	0,00	2,00	0,60
	Turbidez coloidal	0,60	2,00	0,60
Después de solución de ácido	Conductividad	0,10	2,00	0,60
	pH	0,25	2,00	0,60
	Alcalinidad P	0,00	2,00	0,60
	Alcalinidad M	0,10	2,00	0,60
	Dureza	0,60	2,00	0,60
	Turbidez sólidos	0,00	2,00	0,60
	Turbidez coloidal	0,15	2,00	0,60
Después de agua caliente	Conductividad	0,00	10,0	2,50
	pH	0,00	10,0	2,50
	Alcalinidad P	0,00	10,0	2,50
	Alcalinidad M	2,50	10,0	2,50
	Dureza	2,25	10,0	2,50
	Turbidez sólidos	0,00	10,0	2,50
	Turbidez coloidal	0,00	10,0	2,50

Continuación apéndice 5.

Equipo	Desaireador			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	2,25	12,0	5,00
	pH	3,40	12,0	5,00
	Alcalinidad P	4,60	16,0	5,00
	Alcalinidad M	4,40	14,8	5,00
	Dureza	5,00	15,0	5,00
	Turbidez sólidos	0,25	12,0	5,00
	Turbidez coloidal	1,50	12,0	5,00
Después de solución de ácido	Conductividad	1,00	12,0	9,25
	pH	9,25	12,0	9,25
	Alcalinidad P	0,00	12,0	9,25
	Alcalinidad M	6,00	12,0	9,25
	Dureza	1,50	12,0	9,25
	Turbidez sólidos	5,75	12,0	9,25
	Turbidez coloidal	1,75	12,0	9,25
Después de agua caliente	Conductividad	1,00	10,0	2,25
	pH	0,00	10,0	2,25
	Alcalinidad P	0,00	10,0	2,25
	Alcalinidad M	0,75	10,0	2,25
	Dureza	2,25	10,0	2,25
	Turbidez sólidos	0,00	10,0	2,25
	Turbidez coloidal	0,00	10,0	2,25

Continuación apéndice 5.

Equipo	Tanque de agua			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	3,00	9,00	4,20
	pH	3,60	10,2	4,20
	Alcalinidad P	3,00	10,0	4,20
	Alcalinidad M	3,75	9,25	4,20
	Dureza	4,10	10,0	4,20
	Turbidez sólidos	4,20	8,00	4,20
	Turbidez coloidal	1,50	8,00	4,20
Después de solución de ácido	Conductividad	3,40	8,00	3,40
	pH	2,00	9,25	3,40
	Alcalinidad P	0,00	8,00	3,40
	Alcalinidad M	0,25	8,00	3,40
	Dureza	1,00	8,00	3,40
	Turbidez sólidos	2,10	8,00	3,40
	Turbidez coloidal	0,00	8,00	3,40
Después de desinfectante	Conductividad	0,25	10,0	2,25
	pH	0,00	10,0	2,25
	Alcalinidad P	0,00	10,0	2,25
	Alcalinidad M	0,50	10,0	2,25
	Dureza	2,25	10,0	2,25
	Turbidez sólidos	0,00	10,0	2,25
	Turbidez coloidal	0,00	10,0	2,25

Continuación apéndice 5.

Equipo	Tanque reserva			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	0,75	5,00	2,25
	pH	0,50	5,10	2,25
	Alcalinidad P	1,00	7,25	2,25
	Alcalinidad M	1,10	6,90	2,25
	Dureza	1,00	7,75	2,25
	Turbidez sólidos	0,75	5,00	2,25
	Turbidez coloidal	2,25	5,00	2,25
Después de solución de ácido	Conductividad	0,25	5,00	1,00
	pH	1,00	5,00	1,00
	Alcalinidad P	0,00	5,00	1,00
	Alcalinidad M	0,90	5,00	1,00
	Dureza	0,10	5,00	1,00
	Turbidez sólidos	0,50	5,00	1,00
	Turbidez coloidal	0,75	5,00	1,00
Después de desinfectante	Conductividad	0,00	5,00	2,25
	pH	0,00	5,00	2,25
	Alcalinidad P	0,00	5,00	2,25
	Alcalinidad M	2,25	5,00	2,25
	Dureza	0,50	5,00	2,25
	Turbidez sólidos	0,00	5,00	2,25
	Turbidez coloidal	0,00	5,00	2,25

Continuación apéndice 5.

Equipo	Tanque de cerveza no filtrada			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	1,25	5,00	3,40
	pH	1,25	5,10	3,40
	Alcalinidad P	2,25	6,50	3,40
	Alcalinidad M	2,25	6,60	3,40
	Dureza	2,50	6,80	3,40
	Turbidez sólidos	0,25	5,00	3,40
	Turbidez coloidal	3,40	5,00	3,40
Después de solución de ácido	Conductividad	0,80	5,00	1,75
	pH	1,00	5,00	1,75
	Alcalinidad P	0,00	5,00	1,75
	Alcalinidad M	1,00	5,00	1,75
	Dureza	1,25	5,00	1,75
	Turbidez sólidos	0,50	5,00	1,75
	Turbidez coloidal	1,75	5,00	1,75
Después de desinfectante	Conductividad	0,00	5,00	3,10
	pH	0,00	5,00	3,10
	Alcalinidad P	0,00	5,00	3,10
	Alcalinidad M	0,25	5,00	3,10
	Dureza	3,10	5,00	3,10
	Turbidez sólidos	0,00	5,00	3,10
	Turbidez coloidal	0,00	5,00	3,10

Continuación apéndice 5.

Equipo	Salón A			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	11,0	16,3	11,0
	pH	10,0	16,0	11,0
	Alcalinidad P	10,5	14,0	11,0
	Alcalinidad M	8,00	20,0	11,0
	Dureza	8,00	19,5	11,0
	Turbidez sólidos	5,50	14,5	11,0
	Turbidez coloidal	9,00	14,2	11,0
Después de solución de ácido	Conductividad	0,00	14,0	8,00
	pH	4,50	14,0	8,00
	Alcalinidad P	0,00	14,0	8,00
	Alcalinidad M	0,00	14,0	8,00
	Dureza	8,00	14,0	8,00
	Turbidez sólidos	0,00	14,0	8,00
	Turbidez coloidal	0,00	14,0	8,00
Después de desinfectante	Conductividad	0,00	14,0	1,75
	pH	0,00	14,0	1,75
	Alcalinidad P	0,00	14,0	1,75
	Alcalinidad M	0,00	14,0	1,75
	Dureza	0,75	14,0	1,75
	Turbidez sólidos	0,00	14,0	1,75
	Turbidez coloidal	1,75	14,0	1,75

Continuación apéndice 5.

Equipo	Salón B			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	11,0	16,5	11,0
	pH	8,00	16,0	11,0
	Alcalinidad P	11,0	16,8	11,0
	Alcalinidad M	8,50	20,8	11,0
	Dureza	7,75	20,0	11,0
	Turbidez sólidos	3,75	15,3	11,0
	Turbidez coloidal	9,75	17,8	11,0
Después de solución de ácido	Conductividad	0,00	14,0	7,10
	pH	6,50	14,0	7,10
	Alcalinidad P	0,00	14,0	7,10
	Alcalinidad M	6,75	14,0	7,10
	Dureza	0,00	14,0	7,10
	Turbidez sólidos	0,00	14,0	7,10
	Turbidez coloidal	7,10	14,0	7,10
Después de desinfectante	Conductividad	0,00	14,0	9,10
	pH	0,00	14,0	9,10
	Alcalinidad P	0,00	14,0	9,10
	Alcalinidad M	0,00	14,0	9,10
	Dureza	0,00	14,0	9,10
	Turbidez sólidos	0,00	14,0	9,10
	Turbidez coloidal	9,10	14,0	9,10

Continuación apéndice 5.

Equipo	Salón C			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	11,1	14,0	11,1
	pH	8,00	16,0	11,1
	Alcalinidad P	11,0	17,0	11,1
	Alcalinidad M	8,25	20,8	11,1
	Dureza	7,00	22,0	11,1
	Turbidez sólidos	3,25	17,0	11,1
	Turbidez coloidal	1,75	14,0	11,1
Después de solución de ácido	Conductividad	10,0	14,0	10,0
	pH	6,50	14,0	10,0
	Alcalinidad P	0,00	14,0	10,0
	Alcalinidad M	7,00	14,0	10,0
	Dureza	0,00	14,0	10,0
	Turbidez sólidos	0,00	14,0	10,0
	Turbidez coloidal	7,25	14,0	10,0
Después de desinfectante	Conductividad	0,00	14,0	9,30
	pH	0,00	14,0	9,30
	Alcalinidad P	0,00	14,0	9,30
	Alcalinidad M	0,00	14,0	9,30
	Dureza	0,00	14,0	9,30
	Turbidez sólidos	0,00	14,0	9,30
	Turbidez coloidal	9,30	14,0	9,30

Continuación apéndice 5.

Equipo	Salón D			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	9,00	16,3	9,25
	pH	9,25	17,8	9,25
	Alcalinidad P	9,50	17,8	9,25
	Alcalinidad M	7,00	19,8	9,25
	Dureza	8,75	20,0	9,25
	Turbidez sólidos	3,50	15,0	9,25
	Turbidez coloidal	5,40	16,0	9,25
Después de solución de ácido	Conductividad	7,50	14,0	7,50
	pH	0,00	14,0	7,50
	Alcalinidad P	0,00	14,0	7,50
	Alcalinidad M	0,00	14,0	7,50
	Dureza	0,00	14,0	7,50
	Turbidez sólidos	0,00	14,0	7,50
	Turbidez coloidal	7,25	14,0	7,50
Después de desinfectante	Conductividad	0,00	14,0	10,0
	pH	0,00	14,0	10,0
	Alcalinidad P	0,00	14,0	10,0
	Alcalinidad M	0,00	14,0	10,0
	Dureza	2,00	14,0	10,0
	Turbidez sólidos	0,00	14,0	10,0
	Turbidez coloidal	10,0	14,0	10,0

Continuación apéndice 5.

Equipo	Salón de barriles			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	11,2	18,8	11,2
	pH	10,6	16,5	11,2
	Alcalinidad P	11,0	15,7	11,2
	Alcalinidad M	8,50	20,7	11,2
	Dureza	9,00	20,5	11,2
	Turbidez sólidos	3,75	15,0	11,2
	Turbidez coloidal	6,50	15,9	11,2
Después de solución de ácido	Conductividad	0,00	15,0	1,00
	pH	0,00	15,0	1,00
	Alcalinidad P	0,00	15,0	1,00
	Alcalinidad M	1,00	15,0	1,00
	Dureza	0,00	15,0	1,00
	Turbidez sólidos	0,00	15,0	1,00
	Turbidez coloidal	0,00	15,0	1,00
Después de desinfectante	Conductividad	0,00	30,0	17,0
	pH	0,00	30,0	17,0
	Alcalinidad P	0,00	30,0	17,0
	Alcalinidad M	15,3	30,0	17,0
	Dureza	17,0	30,0	17,0
	Turbidez sólidos	0,00	30,0	17,0
	Turbidez coloidal	0,25	30,0	17,0

Continuación apéndice 5.

Equipo	Tubería de Refiltración			
Enjuague	Propiedad	Tiempo mínimo (min)	Tiempo máximo (min)	Tiempo requerido (min)
Después de solución de soda	Conductividad	8,00	16,0	10,5
	pH	10,5	15,7	10,5
	Alcalinidad P	10,2	15,5	10,5
	Alcalinidad M	7,50	20,0	10,5
	Dureza	8,00	20,8	10,5
	Turbidez sólidos	5,25	14,5	10,5
	Turbidez coloidal	8,00	14,0	10,5
Después de solución de ácido	Conductividad	2,65	17,3	10,0
	pH	10,0	22,0	10,0
	Alcalinidad P	0,00	15,0	10,0
	Alcalinidad M	6,50	15,0	10,0
	Dureza	8,50	15,5	10,0
	Turbidez sólidos	0,00	15,0	10,0
	Turbidez coloidal	8,00	18,5	10,0
Después de desinfectante	Conductividad	0,00	14,0	7,25
	pH	0,00	14,0	7,25
	Alcalinidad P	0,00	14,0	7,25
	Alcalinidad M	7,25	14,0	7,25
	Dureza	2,00	14,0	7,25
	Turbidez sólidos	0,00	14,0	7,25
	Turbidez coloidal	0,00	14,0	7,25

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. **Datos calculados de la reducción del consumo de agua al implementar los nuevos tiempos de enjuague en el sistema de limpieza CIP en los equipos utilizados para la elaboración de cerveza**

Equipo	Enfriador	Reducción de volumen de agua (m3)				
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	semanal	anual
soda	40	2,00	3,00	40	320	16640
ácido	40	1,75	3,00	50	400	20800
agua caliente	40	2,00	2,5	20	160	8320
Total				110	880	45760

Equipo	Calentador	Reducción de volumen de agua (m3)				
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	semanal	anual
soda	30	1,30	2,00	21	168	8736
ácido	30	1,30	2,00	21	168	8736
agua caliente	30	1,00	1,5	15	120	6240
Total				57	456	23712

Equipo	Cocedor	Reducción de volumen de agua (m3)				
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	semanal	anual
soda	30	1,30	2,00	21	168	8736
ácido	30	1,40	2,00	18	144	7488
Total				39	312	16224

Equipo	Whirlpool	Reducción de volumen de agua (m3)				
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual	
soda	40	1,30	2,00	28	1456	
ácido	40	2,10	3,00	36	1872	
Total				64	3328	

Equipo	Regenerador	Reducción de volumen de agua (m3)				
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual	
soda	40	1,40	2,00	24	1248	
Total				24	1248	

Equipo	Filtro	Reducción de volumen de agua (m3)				
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual	
soda	40	1,40	2,00	24	1248	
ácido	40	2,00	3,50	60	3120	
Total				84	4368	

Equipo	Colector	Reducción de volumen de agua (m3)				
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual	
soda	40	1,60	2,00	16	832	
ácido	40	1,50	2,00	20	1040	
Total				36	1872	

Continuación apéndice 6.

Equipo	Tanque de agua			Reducción de volumen de agua (m3)	
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual
soda	30	1,50	2,00	15	780
ácido	30	2,00	3,00	30	1560
Total				45	2340

Equipo	Tanque de azúcar			Reducción de volumen de agua (m3)	
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual
soda	30	1,60	2,00	12	624
ácido	30	2,15	3,00	25,5	1326
Total				37,5	1950

Equipo	Tubería de azúcar			Reducción de volumen de agua (m3)	
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual
soda	20	2,25	3,00	15	780
ácido	20	2,20	3,00	16	832
Total				31	1612

Equipo	Tanque turbio			Reducción de volumen de agua (m3)	
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual
soda	30	1,80	2,50	21	1092
ácido	30	1,80	2,50	21	1092
Total				42	2184

Equipo	Macerador			Reducción de volumen de agua (m3)	
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual
soda	20	1,50	2,00	10	520
ácido	20	1,20	2,00	16	832
Total				26	1352

Equipo	Adjuntos			Reducción de volumen de agua (m3)	
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual
soda	30	1,50	2,00	15	780
ácido	30	1,40	2,00	18	936
Total				33	1716

Equipo	Tubería de cerveza			Reducción de volumen de agua (m3)	
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual
soda	50	1,75	3,00	62,5	3250
ácido	50	2,70	3,00	15	780
desinfectante	50	2,80	3,00	10	520
Total				87,5	4550

Equipo	Tubería de mosto			Reducción de volumen de agua (m3)	
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual
soda	100	3,50	5,00	150	7800
ácido	100	3,95	5,00	105	5460
desinfectante	100	4,75	5,00	25	1300
Total				280	14560

Continuación apéndice 6.

Equipo	Tubería de levadura			Reducción de volumen de agua (m3)	
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual
soda	75	2,90	4,00	82,5	4290
ácido	75	4,25	5,00	56,25	2925
desinfectante	75	8,15	9,00	63,75	3315
Total				202,5	10530

Equipo	Contenedor de levadura			Reducción de volumen de agua (m3)	
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual
soda	60	4,00	8,00	240	12480
ácido	60	5,40	11,0	336	17472
desinfectante	60	5,60	11,0	324	16848
Total				900	46800

Equipo	Distribuidor de levadura			Reducción de volumen de agua (m3)	
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual
soda	60	3,25	5,00	105	5460
ácido	60	4,65	9,00	261	13572
desinfectante	60	2,25	8,00	345	17940
Total				711	36972

Equipo	Depósito de levadura			Reducción de volumen de agua (m3)	
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual
soda	75	4,60	7,00	180	9360
ácido	75	4,00	10,0	450	23400
desinfectante	75	5,80	7,00	90	4680
Total				720	37440

Equipo	Corral 1			Reducción de volumen de agua (m3)	
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual
soda	150	3,00	6,00	450	23400
ácido	150	2,40	6,00	540	28080
desinfectante	150	3,60	6,00	360	18720
Total				1350	70200

Equipo	Corral 2			Reducción de volumen de agua (m3)	
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual
soda	150	2,25	5,00	412,5	21450
ácido	150	2,50	5,00	375	19500
desinfectante	150	2,15	5,00	427,5	22230
Total				1215	63180

Equipo	Corral 3			Reducción de volumen de agua (m3)	
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual
soda	150	3,60	4,00	60	3120
ácido	150	3,80	4,00	30	1560
desinfectante	150	3,60	4,00	60	3120
Total				150	7800

Continuación apéndice 6.

Equipo	Distribuidor de agua			Reducción de volumen de agua (m3)	
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual
soda	30	7,50	10,0	75	3900
ácido	30	8,25	10,0	52,5	2730
agua caliente	30	5,75	10,0	127,5	6630
Total				255	13260

Equipo	Distribuidor de cerveza			Reducción de volumen de agua (m3)	
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual
soda	30	6,75	10,0	97,5	5070
ácido	30	5,75	10,0	127,5	6630
agua caliente	30	4,75	10,0	157,5	8190
Total				382,5	19890

Equipo	Tubería de agua			Reducción de volumen de agua (m3)	
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual
soda	40	0,90	2,00	44	2288
ácido	40	0,90	2,00	44	2288
agua caliente	40	4,00	10,0	240	12480
Total				328	17056

Equipo	Desaireador			Reducción de volumen de agua (m3)	
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual
soda	80	6,50	12,0	440	22880
ácido	80	10,7	12,0	104	5408
agua caliente	80	3,75	10,0	500	26000
Total				1044	54288

Equipo	Tanque de agua			Reducción de volumen de agua (m3)	
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual
soda	60	5,40	8,00	156	8112
ácido	60	4,60	8,00	204	10608
desinfectante	60	3,75	10,0	375	19500
Total				735	38220

Equipo	Tanque reserva			Reducción de volumen de agua (m3)	
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual
soda	40	3,00	5,00	80	4160
ácido	40	1,75	5,00	130	6760
desinfectante	40	3,00	5,00	80	4160
Total				290	15080

Equipo	Tanque de cerveza no filtrada			Reducción de volumen de agua (m3)	
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual
soda	80	4,15	5,00	68	3536
ácido	80	2,50	5,00	200	10400
desinfectante	80	3,90	5,00	88	4576
Total				356	18512

Continuación apéndice 6.

Equipo	Salón A			Reducción de volumen de agua (m3)	
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual
soda	120	13,1	14,0	108	5616
ácido	120	10,1	14,0	468	24336
desinfectante	120	3,90	14,0	1212	63024
Total				1788	92976

Equipo	Salón B			Reducción de volumen de agua (m3)	
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual
soda	120	13,1	14,0	108	5616
ácido	120	9,25	14,0	570	29640
desinfectante	120	11,2	14,0	336	17472
Total				1014	52728

Equipo	Salón C			Reducción de volumen de agua (m3)	
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual
soda	120	13,2	14,0	96	4992
ácido	120	12,1	14,0	228	11856
desinfectante	120	11,4	14,0	312	16224
Total				636	33072

Equipo	Salón D			Reducción de volumen de agua (m3)	
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual
soda	120	11,6	14,0	288	14976
ácido	120	9,60	14,0	528	27456
desinfectante	120	12,1	14,0	228	11856
Total				1044	54288

Equipo	Salón de barriles			Reducción de volumen de agua (m3)	
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual
soda	150	13,3	14,0	105	5460
ácido	150	3,25	15,00	1762,5	91650
desinfectante	150	21,5	30,00	1275	66300
Total				3142,5	163410

Equipo	tubería de Refiltración			Reducción de volumen de agua (m3)	
Enjuague	Caudal (m3/min)	Tiempo nuevo (min)	Tiempo actual (min)	CIP	anual
soda	120	12,6	14,0	168	8736
ácido	120	12,1	15,0	348	18096
desinfectante	120	9,40	14,0	552	28704
Total				1068	55536

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. Reducción global del consumo de agua

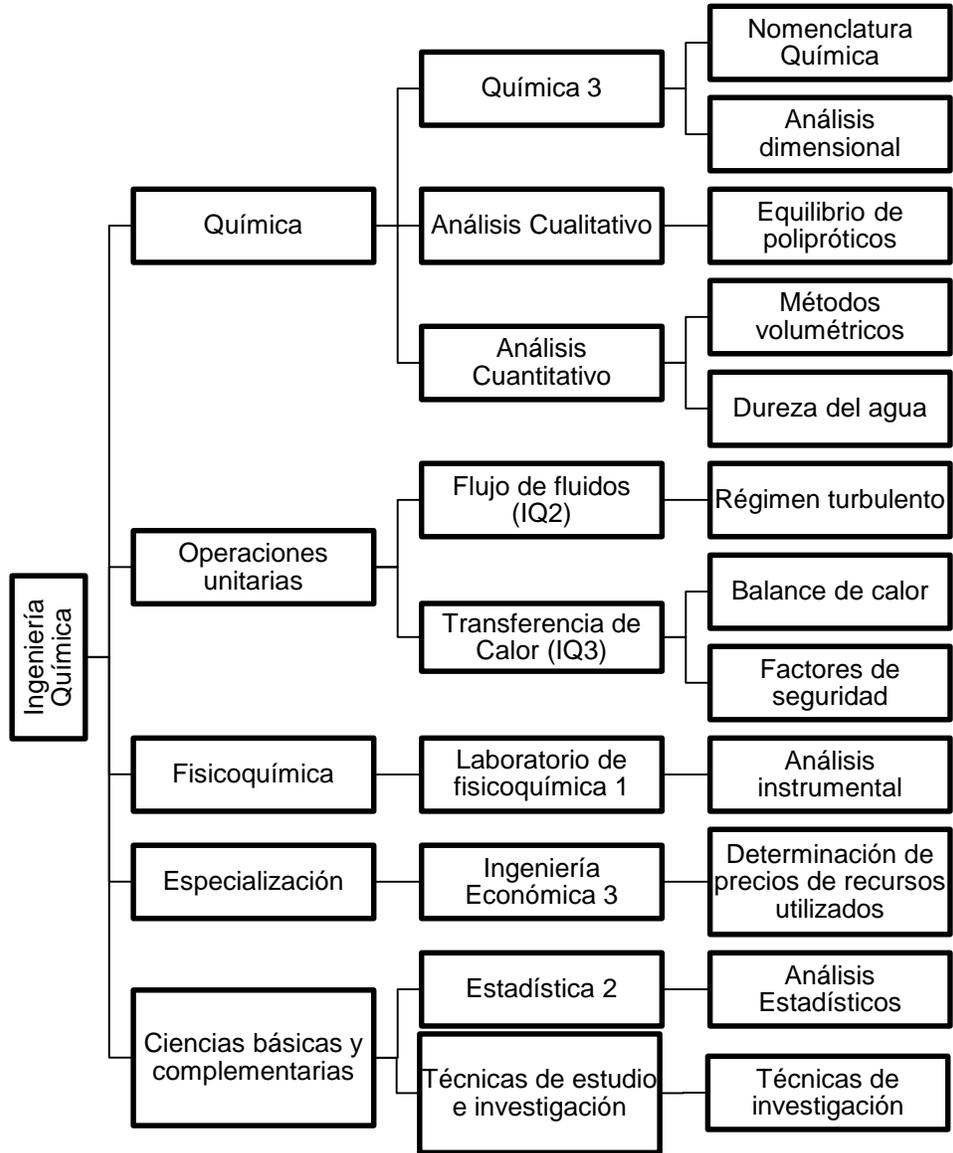
Equipo	Reducción anual del consumo de agua (m3)	
Enfriador	45 760	
Calentador	23 712	
Cocedor	16 224	
Whirlpool	3 328	
Regenerador	1 248	
Filtro	4 368	
Colector	1 872	
Tanque de agua	2 340	
Tanque de azúcar	1 950	
Tubería de azúcar	1 612	
Tanque turbio	2 184	
Macerador	1 352	
Adjuntos	1 716	
<b>Subtotal</b>		<b>107 666</b>
Tubería de cerveza	4 550	
Tubería de mosto	14 560	
Tubería de levadura	10 530	
Contenedor de levadura	46 800	
Distribuidor de levadura	36 972	
Depósito de levadura	37 440	
Corral 1	70 200	
Corral 2	63 180	
Corral 3	7 800	
<b>Subtotal</b>		<b>292 032</b>
Distribuidor de agua	13 260	
Distribuidor de cerveza	19 890	
Tubería de agua	17 056	
Desaireador	54 288	
Tanque de agua	38 220	
Tanque reserva	15 080	
Tanque de cerveza no filtrada	18 512	
<b>Subtotal</b>		<b>176 306</b>

Continuación apéndice 7.

Salón A	92 976	
Salón B	52 728	
Salón C	33 072	
Salón D	54 288	
Salón de barriles	163 410	
tubería de Refiltración	55 536	
Subtotal		452 010
TOTAL		1 028 014

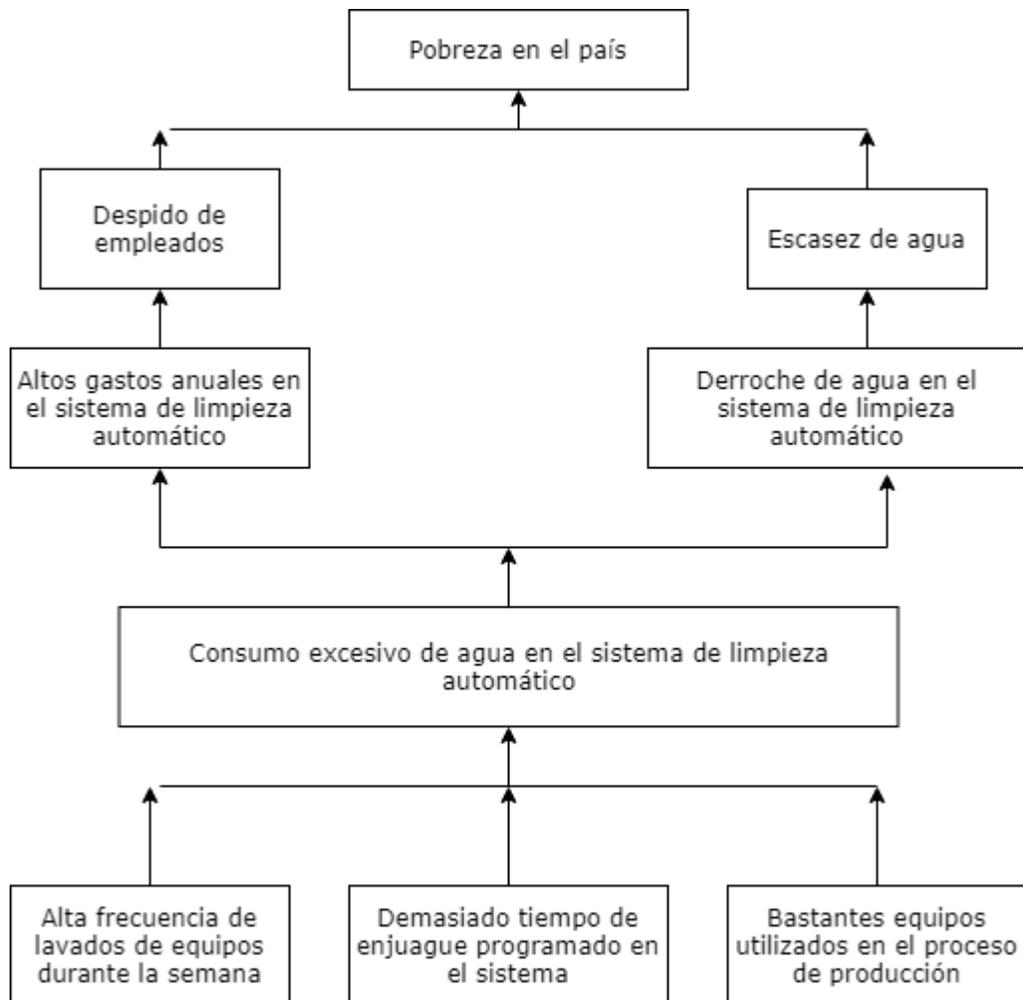
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 8. **Requisitos académicos**



Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 9. **Árbol de problemas**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 10. Cronograma de actividades

#Semana	Mes 1					Mes 2					Mes 3				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Planificación de la toma de muestras en las áreas de producción	■														
Toma de muestras	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Determinación de las propiedades fisicoquímicas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
Análisis de Resultados									■	■	■	■	■		
Compilación de Datos									■	■	■	■	■		
Análisis estadísticos									■	■	■	■	■		
Elaboración de Informe Final														■	■
Presentación y defensa de Informe Final														■	■

■ Tiempo Para Realización

Fuente: elaboración propia.



## ANEXOS

Anexo 1. **Especificaciones actuales del sistema CIP de los equipos empleados en el área de cocimientos**

Equipo	Enjuague	Tiempo de enjuague (min)	Caudal empleado (m3/min)
Enfriador	Después de soda	3,00	40
	Después de ácido	3,00	40
	Agua caliente	2,50	40
Calentador	Después de soda	2,00	30
	Después de ácido	2,00	30
	Agua caliente	1,50	30
Cocedor	Después de soda	2,00	30
	Después de ácido	2,00	30
Whirlpool	Después de soda	2,00	40
	Después de ácido	3,00	40
Regenerador	Después de soda	2,00	40
Filtro	Después de soda	2,00	40
	Después de ácido	3,50	40
Colector	Después de soda	2,00	40
	Después de ácido	2,00	40
Tanque de agua	Después de soda	2,00	30
	Después de ácido	3,00	30
Tanque de azúcar	Después de soda	2,00	30
	Después de ácido	3,00	30
Tubería de azúcar	Después de soda	3,00	20
	Después de ácido	3,00	20
Tanque turbio	Después de soda	2,50	30
	Después de ácido	2,50	30
Macerador	Después de soda	2,00	20
	Después de ácido	2,00	20
Adjuntos	Después de soda	2,00	30
	Después de ácido	2,00	30

Fuente: industria cervecera.

Anexo 2. **Especificaciones actuales del sistema CIP de los equipos empleados en el área de fermentaciones**

Equipo	Enjuague	Tiempo de enjuague (min)	Caudal empleado (m3/min)
Tubería de cerveza	Después de soda	3,00	50
	Después de ácido	3,00	50
	Desinfectante	3,00	50
Tubería de mosto	Después de soda	5,00	100
	Después de ácido	5,00	100
	Desinfectante	5,00	100
Tubería de levadura	Después de soda	4,00	75
	Después de ácido	5,00	75
	Desinfectante	9,00	75
Contenedor de levadura	Después de soda	8,00	60
	Después de ácido	11,00	60
	Desinfectante	11,00	60
Distribuidor de levadura	Después de soda	5,00	60
	Después de ácido	9,00	60
	Desinfectante	8,00	60
Depósito de levadura	Después de soda	7,00	75
	Después de ácido	10,00	75
	Desinfectante	7,00	75
Corral 1	Después de soda	6,00	150
	Después de ácido	6,00	150
	Desinfectante	6,00	150
Corral 2	Después de soda	5,00	150
	Después de ácido	5,00	150
	Desinfectante	5,00	150
Corral 3	Después de soda	4,00	150
	Después de ácido	4,00	150
	Desinfectante	4,00	150

Fuente: industria cervecera.

**Anexo 3. Especificaciones actuales del sistema CIP de los equipos empleados en el área de filtraciones**

Equipo	Enjuague	Tiempo de enjuague (min)	Caudal empleado (m3/min)
Distribuidor de agua	Después de soda	10,00	30
	Después de ácido	10,00	30
	Agua caliente	10,00	30
Distribuidor de cerveza	Después de soda	10,00	30
	Después de ácido	10,00	30
	Agua caliente	10,00	30
Tubería de agua	Después de soda	2,00	40
	Después de ácido	2,00	40
	Agua caliente	10,00	40
Desaireador	Después de soda	12,00	80
	Después de ácido	12,00	80
	Agua caliente	10,00	80
Tanque de agua	Después de soda	8,00	60
	Después de ácido	8,00	60
	Desinfectante	10,00	60
Tanque reserva	Después de soda	5,00	40
	Después de ácido	5,00	40
	Desinfectante	5,00	40
Tanque de cerveza no filtrada	Después de soda	5,00	80
	Después de ácido	5,00	80
	Desinfectante	5,00	80

Fuente: industria cervecera.

Anexo 4. **Especificaciones actuales del sistema CIP de los equipos empleados en el área de distribución**

Equipo	Enjuague	Tiempo de enjuague (min)	Caudal empleado (m3/min)
Salón A	Después de soda	14,0	120
	Después de ácido	14,0	120
	Desinfectante	14,0	120
Salón B	Después de soda	14,0	120
	Después de ácido	14,0	120
	Desinfectante	14,0	120
Salón C	Después de soda	14,0	120
	Después de ácido	14,0	120
	Desinfectante	14,0	120
Salón D	Después de soda	14,0	120
	Después de ácido	14,0	120
	Desinfectante	14,0	120
Salón de barriles	Después de soda	14,0	150
	Después de ácido	15,0	150
	Desinfectante	30,0	150
tubería de Refiltración	Después de soda	14,0	120
	Después de ácido	15,0	120
	Desinfectante	14,0	120

Fuente: industria cervecera.

Anexo 5. **Parámetros de calidad de agua limpia en el sistema de limpieza CIP**

Criterios de evaluación para aceptar muestras	
Conductividad (mS)	Lectura menor a 1 ( $M < 1$ ; $M < 2,5$ en Cocimientos)
pH	Lectura en el rango 6,5 a 8,2 ( $6,5 < M < 8,2$ )
Alcalinidad P (ppm)	Lectura en cero ( $M = 0$ )
Alcalinidad M (ppm)	Lectura en el rango 120 a 170 ( $120 < M < 170$ )
Dureza (ppm)	Lectura en el rango 100 a 120 ( $100 < M < 120$ )
Turbidez sólidos (FTU)	Lectura menor a 1 ( $M < 1$ )
Turbidez coloides (FTU)	Lectura menor a 4 ( $M < 4$ )
*Nota: M representa la muestra analizada	

Fuente: industria cervecera.

