



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA

"EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS FILTROS DURANTE EL PROCESO DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA MEDIANTE ANÁLISIS FÍSICO Y MICROBIOLÓGICO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO UCHUPUCUN DE LA CIUDAD DE AZOGUES"

**Tesis previa a la obtención del título de
Bioquímico Farmacéutico.**

Autoras:

Maritza Beatriz Lazo Calle.
Ligia Mercedes Verdugo Garcia.

Director:

Dr. Wilson Giovanni Larriva. Msc.

Asesoras:

Dra. María Elena Cazar Ramírez. PhD.
Dra. Silvia Johana Ortiz Ulloa. PhD.

Cuenca - Ecuador

2015

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la eficiencia de los filtros durante el proceso de potabilización del agua en la Planta de Tratamiento Uchupucun –EMAPAL-EP de la ciudad de Azogues, verificando además el cumplimiento o no de los requisitos físicos y microbiológicos contemplados en la normativa de referencia NTE INEN 1108:2011.

Se realizó un estudio analítico, prospectivo, y el planteamiento de diseño es no experimental. Se analizaron 832 muestras las mismas fueron tomadas en la captación de entrada a la planta, agua pre-filtrada y agua filtrada de la planta. La frecuencia del muestreo fue dos veces por semana los días lunes y jueves, los cuales se efectuaron en un intervalo de tres horas: a las 8:00, 11:00am, y 2:00pm en un período total de 8 semanas durante los meses de Noviembre, Diciembre y Enero (17-11-2014 – 08/01/2015).

Para la evaluación de la eficiencia de los filtros se analizaron los parámetros físicos (temperatura, conductividad, sólidos totales disueltos, pH, turbiedad y color) y microbiológicos (Coliformes totales y fecales) en cada una de las muestras obtenidas.

En el análisis de los datos se aplicó estadística descriptiva para lo cual se utilizó el programa Stata 10.0 (Stata Corporation, College Station, TX). Con los resultados obtenidos se estableció que la eficiencia de los filtros es del 81% estos vienen trabajando con normalidad ya que los parámetros físicos y microbiológicos cumplen con lo establecido en la Norma INEN 1108 - Agua Potable.

PALABRAS CLAVES: Agua potable, Planta de tratamiento Uchupucun, optimización de planta de tratamiento, agua filtrada

ABSTRACT.

The present study objective is to evaluate the efficiency of the filters during the process water purification in the treatment plant of Uchupucun-EMAPAL-EP of Azogues city, checking almost the commitment or not of the physical requirements and microbiological listed in the normative of reference NTE INEN 1108:2011

It released an analytic study, prospective and the no experimental designed approach: It was analyzed 832 samples they were totally taken in the captation at the beginning of the plant, pre-filtered water and filtered water in the plant, the frequency of sampling were twice a week on Monday and Thursday. This one interval of three hours at 8 am, 11 am and 2 p.m.

In a total period of 8 weeks during the months of November, December and January (17-11-2014) - (08-01-2015)

For the evaluation the efficiency of the filter was analyzed with the physical parameters (temperature, connectivity, solved solids) PH muddy color and microbiological total and fecal coliforms in each one of the samples taken.

In data analysis were applied descriptive statistics which is used in the program Stata 10.0 (Stata Corporation, College Station, TX). The results obtained shown that the efficiency of the filters is 81% they are working in a normal way because the physical and microbiological parameters fulfil in established standard INEN 1108 Drinking Water.

KEYWORDS: Drinking Water Treatment Plant Uchupucun, optimizing treatment plant, filtered water.



ÍNDICE GENERAL.

	Pág.
RESUMEN.....	2
ABSTRACT.....	3
CLÁUSULAS DE RESPONSABILIDAD Y DE RECONOCIMIENTO	15
DEDICATORIA	19
AGRADECIMIENTO	21
INTRODUCCIÓN.....	22
CAPÍTULO I.....	23
1 MARCO TEÓRICO	23
1.1 CALIDAD DEL AGUA.....	24
1.1.1 Parámetros de Calidad del Agua.....	24
1.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....	25
1.2.1 Turbiedad.....	25
1.2.2 Conductividad.....	26
1.2.3 Sólidos y residuos	27
1.2.4 Sólidos totales:.....	27
1.2.5 Color	28
1.2.6 Olor y sabor.	28
1.2.7 Temperatura	29
1.2.8 pH.	29
1.3 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.....	30
1.3.1 Cloruros:	30
1.3.1.1 Cloro residual.....	30
1.3.2 Dureza.	31
1.4 CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS.....	32
1.4.1 Características microbiológicas del agua potable y su consumo.	33
1.4.2 Principales causas de contaminación del agua.	33
1.4.3 Microorganismos indicadores.....	34
1.4.3.1 Coliformes totales.	34

1.4.3.2 Coliformes Fecales.	35
1.4.4 Selección de test bacterianos.....	35
1.4.4.1 Método Colilert: determinación de coliformes totales y coliformes fecales...	35
1.5 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.	36
1.5.1 Plantas de filtración rápida	36
1.5.2 Sistema de distribución de agua.	37
1.6 PROCESOS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.	39
1.6.1 Entrada o captación del agua cruda	39
1.6.2 Conducción.	40
1.6.3 Procesos unitarios en una planta de tratamiento de agua potable.....	41
1.6.3.1 Coagulación-Floculación.	41
1.6.3.1.1 Ensayos de “Pruebas de Jarra”	42
1.6.3.2 Sedimentación.	43
1.6.3.3 Filtración.	44
1.6.3.4 Desinfección.	45
1.7 Mecanismos de la filtración.....	46
1.7.1 Factores que influyen en la filtración:	46
1.7.1.1 Características de la suspensión.....	46
1.7.1.1.1 Tipos de partículas suspendidas.....	46
1.7.1.1.2 Tamaño de las partículas suspendidas.....	47
1.7.1.1.3 Densidad de las partículas suspendidas.....	47
1.7.1.1.4 Resistencia o dureza de los flóculos.....	47
1.7.1.1.5 Temperatura del agua por filtrar.....	47
1.7.1.1.6 Concentración de partículas suspendidas en el afluente.	47
1.7.1.1.7 Potencial zeta de la suspensión.....	48
1.7.1.1.8 pH del afluente.	48
1.7.1.2 Características del medio filtrante.	48
1.8 Estado de los filtros.	48
1.8.1.1 Lavado de los filtros	49
1.9 EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.	50
1.9.1 Evaluación de los filtros.....	51
1.9.2 Eficiencia de los filtros.....	52
CAPÍTULO II.....	53
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	53
2.1 Tipo de estudio, Diseño de Investigación y Análisis Estadístico.....	53

2.1.1 Población de Estudio.....	53
2.1.2 Muestreo	53
2.1.3 Toma de muestra:	54
2.1.7 Reactivos requeridos.....	55
2.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	56
2.3 ANÁLISIS FÍSICO.....	57
2.3.1 Determinación de la temperatura	57
2.3.1.1 Fundamento.....	57
2.3.1.2 Toma de muestra, almacenamiento y preservación.....	57
2.3.1.3 Materiales y equipos.	57
2.3.1.4 Procedimiento.	58
2.3.2 Determinación de la conductividad.....	59
2.3.2.1 Fundamento.....	59
2.3.2.2 Muestreo y preservación.....	59
2.3.2.3 Interferencias.	59
2.3.2.4 Materiales y equipos.	59
2.3.2.5 Procedimiento.	60
2.3.3 Determinación de sólidos disueltos totales.....	61
2.3.3.1 Fundamento.....	61
2.3.3.2 Materiales y equipos:	61
2.3.3.3 Procedimiento:	61
2.3.4 Determinación de pH.....	62
2.3.4.1 Fundamento.....	62
2.3.4.2 Toma de muestra, almacenamiento y preservación.....	62
2.3.4.3 Materiales y equipos.	62
2.3.4.4 Calibración.....	62
2.3.4.5 Interferencias.	63
2.3.4.6 Procedimiento.	63
2.3.5 Determinación del color.....	64
2.3.5.1 Fundamento.....	64
2.3.5.2 Recolección, preservación y almacenaje de muestras:	64
2.3.5.3 Interferencias.	64
2.3.5.4 Materiales y equipos:	64
2.3.5.5 Procedimiento:	65
2.3.6 Determinación de la turbiedad.....	66
2.3.6.1 Fundamento.....	66
2.3.6.2 Recolección, preservación y almacenaje de muestras:	66
2.3.6.3 Interferencias.	66

2.3.6.4 Materiales y equipos:	66
2.3.6.5 Procedimiento:	67
2.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.....	68
2.4.1 DETERMINACION DE COLIFORMES TOTALES Y FETALES.	68
2.4.1.1 Kit de análisis colilert.....	68
2.4.1.2 Fundamento.....	68
2.4.1.3 Materiales y equipos:	68
2.4.1.4 Procedimiento Quanti-Tray *:	69
2.4.1.5 Interpretación de resultados:.....	72
CAPÍTULO III.....	73
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	73
3.1 Comparación de los diferentes parámetros físicos entre el agua cruda, agua pre filtrada y agua filtrada.	73
3.2 Comparación de los parámetros microbiológicos entre el agua cruda, agua pre filtrado y agua filtrada.	79
3.3 Parámetros físicos del agua cruda de la Planta de Uchupucun.	81
3.4 Parámetros físicos de los 6 filtros evaluados.	83
3.5 Parámetros microbiológicos del agua cruda de la planta.	85
3.6 Parámetros microbiológicos de los 6 filtros evaluados.	86
3.7 Parámetros físicos y microbiológicos de los diferentes tipos de agua según punto de tratamiento (agua cruda, agua pre filtrada, agua filtrada).	87
3.8 Parámetros físicos y microbiológicos según la hora de toma de muestra	89
3.9 Eficiencia de los tratamientos de purificación.....	91
3.10 Relación de la Eficiencia de las etapas de Pre-Filtración y Filtración con los parámetros físicos analizados.	94
3.11 Relación de los parámetros físicos con la turbiedad.	96
CONCLUSIONES.....	97
RECOMENDACIONES.....	98
GLOSARIO.....	99
ABREVIATURAS.....	101



BIBLIOGRAFÍA.....	102
ANEXOS.....	108

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1: Eficiencia comparativa del proceso de filtración.	51
Tabla 2: Cronograma de Muestreo para el Análisis Físico y Microbiológico.	54
Tabla 3: Parámetros físicos del agua cruda expresados como media \pm desviación estándar (mín-máx).	81
Tabla 4: Parámetros físicos de los 6 filtros evaluados expresados como media \pm desviación estándar (mín-máx).....	83
Tabla 5: Parámetros microbiológicos del agua cruda expresados como media \pm desviación estándar (mín-máx).....	85
Tabla 6: Parámetros microbiológicos de los 6 filtros evaluados expresados como media \pm desviación estándar (mín-máx).....	86
Tabla 7: Parámetros físicos y microbiológicos del Agua cruda, pre-filtrada y filtrada expresados como media \pm desviación estándar (mín-máx).....	88
Tabla 8: Parámetros físicos y microbiológicos según la hora de toma de muestra expresados como media \pm desviación estándar (mín-máx).....	89
Tabla 9: Eficiencia de los tratamientos de pre filtrado y filtrado clasificados según el filtro, expresados como media \pm desviación estándar (mín-máx).....	91
Tabla 10: Eficiencia de los tratamientos de pre-filtrado y filtrado clasificados según el filtro..	92
Tabla 11: Eficiencia de los filtros según la hora de la toma de la muestra.....	93
Tabla 12: Relación de los parámetros físicos con la eficiencia del proceso de pre- filtración.	94
Tabla 13: Relación de los parámetros físicos con la eficiencia de la filtración.	95
Tabla 14: Relación de los parámetros físicos y microbiológicos con la turbiedad.....	96

ÍNDICE DE FÍGURAS.

Fig. 1: Esquema del proceso de tratamiento de agua potable en la Planta de Uchupucun. ..	38
Fig. 2: Esquema de determinación de la temperatura	58
Fig. 3: Esquema de determinación de la conductividad.	60
Fig. 4: Esquema de determinación de STD.....	61
Fig. 5: Esquema de determinación de pH	63
Fig. 6: Esquema de determinación de color	65
Fig. 7: Esquema de determinación de la turbiedad.	67
Fig. 8: Esquema de determinación de Coliformes totales y fecales.....	71

ÍNDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico 1: Promedio de Temperatura (°C) del Agua Cruda, agua pre-filtrada y agua filtrada.	73
Gráfico 2: Conductividad Promedio ($\mu\text{mhos/cm}$) del Agua Cruda, agua pre-filtrada y agua filtrada.....	74
Gráfico 3: Promedio de Sólidos Totales Disueltos (mg/l) del Agua Cruda, agua pre-filtrada y agua filtrada.....	75
Gráfico 4: Promedio del pH del Agua Cruda, agua pre-filtrada y agua filtrada.....	76
Gráfico 5: Promedio de la turbiedad (UNT) del agua cruda, agua pre-filtrada y agua filtrada.	77
Gráfico 6: Color (CU) promedio del Agua Cruda, agua pre-filtrada y agua filtrada.	78
Gráfico 7: Promedio de Coliformes totales (NMP/100 ml) del Agua Cruda, agua pre-filtrada y agua filtrada.	79
Gráfico 8: Promedio de Coliformes fecales (NMP/100 ml) del Agua Cruda, agua pre-filtrada y agua filtrada.	80
Gráfico 9: Variación de los parámetros físicos en el agua cruda en función de los distintos tiempos de toma de muestra.....	82
Gráfico 10: Variación de los parámetros físicos en el agua filtrada en función de los distintos tiempos de toma de muestra.....	84
Gráfico 11: Gráfica de la variación de los parámetros microbiológicos del agua cruda en función de los distintos tiempos de toma de muestra.....	85
Gráfico 12: Parámetros microbiológicos de los filtros de la Planta de Uchupucun.	87

ÍNDICE DE FOTOS.

Foto 1: Captación de Condoryacu.....	39
Foto 2: Captación de Nudpud - Llaucay.....	40
Foto 3: Conducción - Planta de tratamiento de agua potable Uchupucun.....	40
Foto 4: Unidades de Floculación - Planta de tratamiento de agua potable Uchupucun.....	42
Foto 5: Prueba de las Jarras - Planta de tratamiento de agua potable Uchupucun.....	42
Foto 6: Unidades de Sedimentación - Planta de tratamiento de agua potable Uchupucun. .	43
Foto 7: Unidades de Filtración - Planta de tratamiento de agua potable Uchupucun.	44
Foto 8: Tanques de Desinfección - Planta de tratamiento de agua potable Uchupucun.....	45
Foto 9: Toma de muestra en la entrada del agua a la planta.	142
Foto 10: Toma de muestra del agua pre-filtrada.	142
Foto 11: Toma de muestra de agua filtrada en las 6 unidades de filtración.....	143
Foto 12: Conductivity /TDS METER 44600-00-para la determinación de temperatura, conductividad y sólidos totales disueltos.....	144
Foto 13: pH-metro/modelo 301-Determinación de pH.....	144
Foto 14: Equipo HACH 2100AN- para determinación de Color y Turbiedad.	144
Foto 15: Reactivos y dispositivos Quanti – Tray utilizados en el análisis microbiológico.	145
Foto 16: Selladora IDEXX Quanti – Tray Sealer	145
Foto 17: Estufa RIOSSA Serie E-33.	146
Foto 18: Lámpara UV para determinar fluorescencia (Coliformes fecales).....	146
Foto 19: Esterilización de material utilizado en el Análisis Microbiológico.	146

ÍNDICE DE ANEXOS.

Anexo 1: Hoja de recolección de datos: Análisis Microbiológico.	108
Anexo 2: Hoja de recolección de datos: Análisis Físico.	109
Anexo 3: Resultados del Análisis Físico - MUESTREO # 1.....	110
Anexo 4: Resultados del Análisis Físico - MUESTREO # 2.....	111
Anexo 5: Resultados del Análisis Físico - MUESTREO # 3.....	112
Anexo 6: Resultados del Análisis Físico - MUESTREO # 4 (Día lluvioso)	113
Anexo 7: Resultados del Análisis Físico - MUESTREO # 5.....	114
Anexo 8: Resultados del Análisis Físico – MUESTREO # 6.....	115
Anexo 9: Resultados del Análisis Físico - MUESTREO # 7 (Día lluvioso)	116
Anexo 10: Resultados del Análisis Físico - MUESTREO # 8 (Día lluvioso).....	117
Anexo 11: Resultados del Análisis Físico - MUESTREO # 9.....	118
Anexo 12: Resultados del Análisis Físico - MUESTREO # 10.....	119
Anexo 13: Resultados del Análisis Físico - MUESTREO # 11.....	120
Anexo 14: Resultados del Análisis Físico - MUESTREO # 12.....	121
Anexo 15: Resultados del Análisis Físico - MUESTREO # 13.....	122
Anexo 16: Resultados del Análisis Físico - MUESTREO # 14.....	123
Anexo 17: Resultados del Análisis Físico - MUESTREO # 15.....	124
Anexo 18: Resultados del Análisis Físico - MUESTREO # 16.....	125
Anexo 19: Resultados del Análisis Microbiológico - MUESTREO # 1 y # 2.....	126
Anexo 20: Resultados del Análisis Microbiológico - MUESTREO # 3 y # 4.....	127
Anexo 21: Resultados del Análisis Microbiológico - MUESTREO # 5 y # 6.....	128
Anexo 22: Resultados del Análisis Microbiológico - MUESTREO # 7 y # 8.....	129
Anexo 23: Resultados del Análisis Microbiológico - MUESTREO # 9 y # 10.....	130
Anexo 24: Resultados del Análisis Microbiológico - MUESTREO # 11 y # 12.....	131
Anexo 25: Resultados del Análisis Microbiológico - MUESTREO # 13 y # 14.....	132
Anexo 26: Resultados del Análisis Microbiológico - MUESTREO # 15 y # 16.....	133
Anexo 27: NORMA INEN 1108:2011- AGUA POTABLE REQUISITOS.....	134
Anexo 28: Certificado de la Planta de Tratamiento Uchupucun de la ciudad de Azogues..	139
Anexo 29: Tabla NMP IDEXX QUANTI – TRAY:	Cara frontal..140



Anexo 30 : FOTOGRAFÍAS: Recolección de muestras: agua cruda, agua pre-filtrada y filtrada en la Planta de tratamiento de Uchupucun.....	142
Anexo 31: FOTOGRAFÍAS: Equipos, materiales y reactivos utilizados en las determinaciones de los análisis físicos y microbiológicos.	144



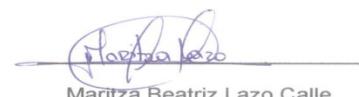
CLÁUSULAS DE RESPONSABILIDAD Y DE RECONOCIMIENTO



Universidad de Cuenca
Clausula de derechos de autor

Yo, Maritza Beatriz Lazo Calle, autora de la tesis "EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS FILTROS DURANTE EL PROCESO DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA MEDIANTE ANÁLISIS FÍSICO Y MICROBIOLÓGICO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO UCHUPUCUN DE LA CIUDAD DE AZOGUES ", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Bioquímico Farmacéutico. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora.

Cuenca, 27 de abril de 2015



Maritza Beatriz Lazo Calle.

C.I:0105598163



Yo, Maritza Beatriz Lazo Calle, autora de la tesis "EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS FILTROS DURANTE EL PROCESO DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA MEDIANTE ANÁLISIS FÍSICO Y MICROBIOLÓGICO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO UCHUPUCUN DE LA CIUDAD DE AZOGUES ", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 27 de abril de 2015

Maritza Beatriz Lazo Calle.

C.I: 0105598163



Universidad de Cuenca

Cláusula de derechos de autor.

Yo, Ligia Mercedes Verdugo Garcia, autora de la tesis "EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS FILTROS DURANTE EL PROCESO DE POTABILIZARON DEL AGUA MEDIANTE ANÁLISIS FÍSICO Y MICROBIOLÓGICO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO UCHUPUCUN DE LA CIUDAD DE AZOGUES", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Bioquímica Farmacéutica. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora.

Cuenca, 27 de Abril del 2015.

Ligia Mercedes Verdugo Garcia

CI: 0302309422



Universidad de Cuenca
Cláusula de propiedad intelectual.

CLAUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, Ligia Mercedes Verdugo Garcia, autora de la tesis "EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS FILTROS DURANTE EL PROCESO DE POTABILIZARON DEL AGUA MEDIANTE ANÁLISIS FÍSICO Y MICROBIOLÓGICO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO UCHUPUCUN DE LA CIUDAD DE AZOGUES" , certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 27 de Abril del 2015.

Ligia Mercedes Verdugo Garcia.

OI: 0302309422



DEDICATORIA

A Dios por bendecirme con la vida, la salud y mi familia por todo lo q me ha dado hasta hoy, por estar conmigo en todo momento darme paz, sabiduría y fortaleza para enfrentar cada uno de los retos de la vida.

Este trabajo va dedicado con todo mi amor a la memoria de mis recordados abuelitos Alfonso V (+) y Ricardo G (+) que son los ángeles que desde el cielo han guiado cada uno de mis pasos, por cuidar de mí y así permitirme seguir adelante luchando por mis metas y sueños, ustedes dejaron huellas haciendo el bien .

A mis queridas abuelitas Carmelina y Adelaida que con su ternura me han enseñado el valor del cariño y amor hacia a la familia, me han compartido su experiencia por lo cual he aprendido a valorar todo lo que tengo, y por tenerme siempre en sus oraciones.

A mis queridos y abnegados padres Alfonso y Mercedes que son un ejemplo de lucha y superación, han fomentado en mi el deseo de superación y de triunfo, por darme sus consejos en el momento oportuno, por estar a mi lado siempre apoyándome, por enseñarme el camino del bien y por los valores dados como son la sencillez y humildad característica de mi persona.

A mi hermano Juan Carlos un ejemplo a seguir y mi sobrina Anahi que con su sonrisa ha alegrado mi corazón gracias por brindarme su cariño, apoyo y comprensión en la buenas y malas siempre juntos.

A todos mis familiares y amigos por todo el apoyo brindado gracias por creer en mí.

Ligia V.



DEDICATORIA

La presente tesis, dedico de manera muy especial a mis padres Aníbal y Marina, que son el pilar fundamental en mi vida, que han sabido guiarme y apoyarme día a día en este arduo camino, a través de su comprensión y cariño se han convertido en mi mayor inspiración para luchar por mis sueños.

A mis hermanos y mis sobrinos, por estar junto a mí en todo momento y ser mi motivación y ejemplo de superación continúa.

A mi enamorado por llenar mi vida de cariño y alegría, siendo mi fortaleza en los momentos difíciles.

A todas aquellas personas que de alguna manera me impulsaron a salir adelante y no rendirme hasta alcanzar mi meta.

Maritza L.



AGRADECIMIENTO

A Dios por bendecirnos cada día y mostrarnos que con humildad, sabiduría y esfuerzo podemos alcanzar nuestros sueños.

A nuestros maravillosos padres que nos han acompañado y guiado desde el primer día de nuestras vidas, que con su amor ejemplo de constancia y perseverancia, nos han enseñado a luchar por nuestras metas.

A nuestro director de tesis, Dr. Giovanni Larriva. Msc, por su motivación en el desarrollo del presente trabajo, su invaluable apoyo, orientación, paciencia, pericia y asertividad en el desarrollo del mismo.

A la Dra. María Elena Cazar PhD, y Dra. Johana Ortiz PhD. asesoras del presente trabajo por su colaboración desinteresada, su acertada asesoría clara, eficaz y pertinente demostrando una vez más su compromiso profesional en el apoyo generoso para el desarrollo de los profesionales en las áreas de su amplia experiencia.

A las Doctoras. Edith Urgilés, Susana Cabrera profesionales responsables del laboratorio de la Planta de Tratamiento Uchupucun por su orientación, el apoyo brindado y su valiosa colaboración.

A nuestros queridos maestros que nos han impartido sus sabios consejos y enseñanzas durante nuestra formación académica y nos han impulsado a seguir adelante persiguiendo nuestros sueños.

Ligia V.

Maritza L.

INTRODUCCIÓN.

El agua es un recurso indispensable para la vida, por tal motivo, su sistema de tratamiento debe ser evaluado y controlado periódicamente, para garantizar su calidad de consumo humano, ya que existen factores de riesgo que intervienen en su calidad o contaminación; los cuales pueden afectar influyendo en su modificación tanto en parámetros microbiológicos como físico-químicos, y dando lugar a la falta de potabilidad del agua. Debido a que el mayor impacto sobre la salud pública se da a través de los sistemas de abastecimiento de agua, en el control de la calidad y proceso de potabilización de agua se debe tener en cuenta que, la misma es un importante vehículo de transmisión de enfermedades por contaminación microbiológica producida por patógenos intestinales: bacterias, virus, etc (TORRES & COL, 2009).

La eficacia de una planta de potabilización está asociada con el cumplimiento de los estándares de calidad del agua, para lo cual es necesario que todas las etapas de potabilización cumplan con los parámetros necesarios para eliminar características indeseables, impurezas y agentes patógenos a fin de proporcionar agua segura, agradable y aceptable a los consumidores. Es importante resaltar la filtración como una de las etapas más importantes del proceso de potabilización al ser la más vulnerable y la operación final de clarificación que se realiza en una planta de tratamiento de agua y, por ende, es el responsable principal de la producción de agua de calidad coincidente con los estándares de potabilidad.

La planta de tratamiento de agua potable de Uchupucun cuenta con seis unidades de filtración rápida; aunque estas se encuentren trabajando con aparente normalidad, en los últimos años no se ha cambiado el lecho filtrante que es la base para su buen funcionamiento razón por la cual no se conoce el estado actual de los mismos.

Con la finalidad de garantizar la calidad de agua suministrada a la población servida, se evaluará la eficiencia de las unidades de filtración mediante análisis físico y microbiológico, y de este modo aportar con posibles soluciones en el caso de presentarse fallas que intervengan en la eficiencia de las operaciones y la calidad de agua.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

El agua es el componente más importante del organismo humano y del mundo en el que vivimos al tener una gran influencia en los procesos químicos que ocurren en la naturaleza cuya influencia no solo se debe a sus propiedades fisicoquímicas como molécula bipolar, sino también a los constituyentes orgánicos e inorgánicos que se encuentran en ella.

Desde el punto de vista de la salud humana, el agua ayuda a eliminar las sustancias resultantes de los procesos bioquímicos que se desarrollan en el organismo humano a través de los órganos excretores, en especial la orina y el sudor. No obstante, por esta misma propiedad, puede transportar una serie de tóxicos al organismo que pueden afectar a diferentes órganos, de manera reversible o irreversible (VARGAS, 2004).

Tiene un gran número de funciones biológicas basadas en su capacidad física para transportar sustancias, disolver otras y mantenerlas tanto en solución como en suspensión coloidal y también en su reactividad química, al intervenir en la fotosíntesis y en muchas reacciones enzimáticas de hidrólisis; es decir, participa activamente en la síntesis de hidratos de carbono a partir de CO₂, es fundamental en la vida de este planeta y en la conversión de diversos materiales complejos (polisacáridos, proteínas y grasas, a formas más sencillas y asimilables para las plantas y los animales (BADUI, 2006).

Agua potable: Es el agua que al ser empleada para la ingesta humana, no causa daño a la salud y cumple con las disposiciones de valores recomendables o estándares de calidad estéticos, organolépticos, físicos, químicos, biológicos y microbiológicos (INEN, 2011).

1.1 CALIDAD DEL AGUA.

La calidad del agua hace referencia a las condiciones en las que se encuentra la misma respecto a sus características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano. Se considera que el agua es de buena calidad cuando puede ser usada sin causar daño; además de estar exenta de sustancias y microorganismos que sean peligrosos para los consumidores y que transmitan sensaciones sensoriales desagradables para el consumo, como el color, el olor, el sabor y turbiedad. La importancia de la calidad del agua radica en que el agua es uno de los principales medios para la transmisión de muchas enfermedades que afectan a los humanos (LENNTCH, 2006).

Es importante indicar que la evaluación de la calidad del agua se realiza usando técnicas analíticas adecuadas. La calidad de agua se puede controlar mediante una combinación de medidas: protección de la fuente de agua, control de las operaciones de tratamiento y gestión de la manipulación de agua (VARGAS, 2004).

1.1.1 Parámetros de Calidad del Agua.

El agua es un recurso indispensable para la vida; por tal motivo, su sistema de tratamiento debe ser evaluado y controlado periódicamente, para garantizar su calidad para el consumo humano. La disponibilidad del agua apta para la preparación de alimentos, la higiene personal y doméstica, la agricultura; es fundamental para garantizar la salud y el bienestar de los seres humanos. Es importante que la disponibilidad y uso de sistemas de abastecimiento de agua potable sean adecuados, así como los medios higiénicos, los cuales constituyen partes integrales de la atención primaria de salud, lo que ayuda a evitar o limitar la propagación de muchas enfermedades infecciosas, tanto en los seres humanos como en animales (SILVA J, RAMIREZ L, ALFIERI A, RIVAS G, SANCHEZ S, 2004).

El agua se evaluará en cuanto a su calidad analizando sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas. Es necesario que los ensayos que evalúan dichos parámetros de calidad, deben tener aceptación universal a fin de que sean posibles las comparaciones con los estándares de calidad (ORELLANA, 2005).

En la Planta de Tratamiento de Uchupucun, se realiza de manera rutinaria el análisis de los parámetros físicos como son: temperatura, conductividad, sólidos totales disueltos, turbiedad, color, pH; parámetros químicos: cloro residual y parámetros microbiológicos: se efectúa la determinación de Coliformes Totales y Coliformes Fecales teniendo en cuenta la Norma INEN 1108 - 2011

1.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.

Las características físicas del agua, llamadas así porque pueden impresionar a los sentidos (vista, olfato, etcétera), tienen directa incidencia sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua.

Se consideran importantes las siguientes:

- turbiedad;
- sólidos solubles e insolubles;
- color;
- olor y sabor;
- temperatura, y
- pH (VARGAS, 2004).

1.2.1 Turbiedad.

Es una propiedad óptica del agua basada en la medida de la luz reflejada por las partículas en suspensión; es una expresión de la propiedad óptica que causa la luz al ser dispersada y absorbida al atravesar la muestra en línea recta.

La determinación del grado de turbiedad es de gran importancia en el agua para consumo humano ya que permite establecer: el grado de tratamiento requerido para el agua cruda, la filtrabilidad y la efectividad de procesos de coagulación, sedimentación y filtración (TRUJILLO, 2007).

La medición de la turbiedad se realiza mediante un turbidímetro o nefelómetro. Las unidades utilizadas son, por lo general, unidades nefelométricas de turbiedad (UNT). La turbiedad es originada por las partículas en suspensión o coloides (arcillas, limo, tierra finamente dividida, etcétera,) por lo que puede ser indicio de contaminación. Además es causada por las partículas que forman los sistemas coloidales; es decir, aquellas que por su tamaño, se encuentran suspendidas y reducen la transparencia del agua en menor o mayor grado (VARGAS, 2004).

La causa de la turbidez del agua potable tiene gran importancia sanitaria ya que puede deberse a un tratamiento insuficiente en la planta de potabilización, o que el sedimento ha vuelto a quedar en suspensión en el sistema de distribución. Elevados niveles de turbidez pueden proteger a los microorganismos de los efectos de la desinfección, estimular la proliferación de bacterias y aumentar la demanda de cloro (MARCÓ, AZARIO, METZLER, & GARCIA, 2004).

1.2.2 Conductividad.

La conductividad del agua es la expresión numérica de su habilidad para transportar corriente eléctrica, la cual va a depender de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua; así como también de la temperatura a la cual se realiza su determinación. Por esta razón cualquier cambio que se de en la cantidad de sustancias disueltas en la movilidad de los iones disueltos y en su valencia implica un cambio en la conductividad.

Por tal motivo, el valor de la conductividad se usa mucho en análisis de aguas para obtener un estimado rápido del contenido de sólidos disueltos.

La forma más usual de medir la conductividad es mediante la utilización de instrumentos comerciales como el conductímetro, en aguas, el valor de la conductividad es muy pequeño por lo cual se expresa en $\mu\text{mho}/\text{cm}$ o en unidades del sistema internacional $\mu\text{siemens}/\text{cm}$ (ROJAS J. R., 2002).

1.2.3 Sólidos y residuos

Sólidos son los materiales suspendidos o disueltos en aguas limpias y en aguas residuales; los sólidos afectan negativamente a la calidad del agua o a su suministro de varias maneras. El análisis de sólidos es importante en el control de procesos de tratamiento biológico y físico de agua potable (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 2000).

De acuerdo al tipo de asociación con el agua, los sólidos pueden encontrarse suspendidos o disueltos.

Las partículas pueden estar:

- Disueltas: En este caso no influirá en el parámetro físico como es la turbiedad, pero si va a definir su color u olor.
- Formando sistemas coloidales: Son los principales causantes de la turbiedad en el agua.
- Suspendidas: Las cuales van a caer rápidamente cuando el agua es sometida a reposo (VARGAS, 2004).

1.2.4 Sólidos totales:

Se considera sólidos totales al residuo remanente luego de secar una muestra determinada de agua. El residuo total se determina a 103 ± 2 °C.

Equivalencia:

$$ST = SS + SD$$

Sólidos totales: Sólidos Suspendidos + Sólidos Disueltos

-Sólidos Suspendidos: Están constituidos por pequeñas partículas de sólidos que se encuentran dispersos en el agua. Corresponde al material que queda retenido al pasar el agua por un filtro (TRUJILLO, 2007).

-Sólidos Disueltos: Mejor conocidos como sólidos filtrables, son los que se obtienen después de la evaporación de una muestra previamente filtrada. Comprenden sólidos en solución verdadera y sólidos en estado coloidal, no retenidos en la filtración, ambos con partículas inferiores a un micrómetro ($1 \mu\text{m}$). Su determinación es importante para evaluar la eficiencia de una planta de tratamiento (BARRENECHEA, 2009).

1.2.5 Color

Las causas más comunes de color del agua son la presencia de hierro y manganeso coloidal o en solución, el contacto del agua con desechos orgánicos, hojas, madera, raíces, etc., en diferentes estados de descomposición y la presencia de taninos, ácido húmico y algunos residuos industriales. El color natural en el agua, existe principalmente por efecto de partículas coloidales cargadas negativamente; debido a esto su remoción puede lograrse con la ayuda de un coagulante de una sal de ión metálico trivalente como el Al^{+++} o Fe^{+++} (ROJAS J. R., 2002).

Dos tipos de color se reconocen en el agua el Color Verdadero que corresponde al color de la muestra de agua que ha sido filtrada, es decir, aquella que se le ha removido la turbiedad; y el color aparente que es el color causado por las sustancias tanto en solución como a la materia en suspensión.

El color no se tolera en el agua para consumo humano y por lo tanto su remoción, es uno de los objetivos principales en el proceso de tratamiento del agua (TRUJILLO, 2007).

En la formación del color en el agua intervienen, entre otros factores: el pH, la temperatura, el tiempo de contacto, la materia disponible y la solubilidad de los compuestos coloreados (ORELLANA, 2005).

1.2.6 Olor y sabor.

Estos dos parámetros son de gran importancia en el tratamiento del agua ya que constituyen el motivo principal de rechazo por parte del consumidor, se establece que las fuentes de agua potable por estética deben estar extensas de color, olor y sabor. La ausencia de olor y sabor es importante para evaluar la calidad del agua y su aceptabilidad, así como también para establecer el control de los procesos en una planta de tratamiento; la ausencia de olor es un índice de no contaminación (TRUJILLO, 2007).

Las sustancias generadoras de olor y sabor en aguas crudas pueden ser compuestos orgánicos derivados de la actividad de microorganismos y algas o provenir de descargas de desechos industriales (VARGAS, 2004).

La OMS y la EPA recomiendan como criterio que por razones organolépticas, las fuentes de abastecimiento deben estar razonablemente exentas de olor y sabor; es decir, en términos generales, que se encuentren en un nivel aceptable.

1.2.7 Temperatura

Es uno de los parámetros físicos más importantes en el análisis de agua, porque retarda o acelera de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, en la desinfección y también influye directamente en los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración. Múltiples factores, principalmente ambientales, pueden hacer que la temperatura del agua varíe continuamente (VARGAS, 2004).

La determinación exacta de la temperatura es importante para diferenciar procesos de tratamiento y análisis de laboratorio; para obtener buenos resultados, la temperatura debe tomarse en el sitio del muestreo (ROJAS J. R., 2002).

1.2.8 pH.

El pH es la medida de la cantidad de iones H^+ libres en una substancia, cuya fórmula es:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = \log (1/\text{H}^+)$$

El pH influye en algunos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución. Aunque podría decirse que no tiene efectos directos sobre la salud, es la variable más importante a tener en cuenta en los procesos de tratamiento del agua, principalmente en la coagulación y la desinfección.

La mayoría de las aguas son ligeramente básicas por la presencia de carbonatos y bicarbonatos, la corrección del pH en los sistemas de tratamiento y distribución es importante para evitar la corrosión en los sistemas de distribución (TRUJILLO, 2007) .

1.3 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS.

En el agua potable pueden estar presentes numerosas sustancias químicas, sin embargo solo algunas de ellas suponen un peligro inmediato para la salud como consecuencia de la exposición a cantidades excesivas, por lo cual debe aplicarse medidas de monitoreo y de corrección de la contaminación de la misma (OMS, 2004).

1.3.1 Cloruros:

El ion cloruro (Cl^-) es uno de los aniones inorgánicos principales que están presentes, están en mayor cantidad en todas las fuentes de abastecimiento de agua natural y residual. La concentración de cloruros de las aguas es variable y se deben principalmente a la naturaleza de los terrenos atravesados. Las concentraciones de cloruro excesivas aumentan la velocidad de corrosión de los metales en los sistemas de distribución por lo que produce daños en las cañerías metálicas y estructurales, así como también es perjudicial para la agricultura (ROJAS J. R., 2002).

1.3.1.1 Cloro residual.

Es el cloro activo que permanece en el agua luego de desinfectarla, a fin de asegurar la desinfección durante un tiempo determinado. En la actualidad, la desinfección con cloro debido a sus propiedades es la mejor garantía para eliminar microorganismos presentes en el agua potable debido a su alto poder oxidante en la estructura química celular de las bacterias, destruyendo los procesos bioquímicos normales de su desarrollo por lo que es efectivo para combatir todo tipo de microbios contenidos en el agua incluidos las bacterias, los virus, los hongos, las levaduras, las algas y limos que proliferan en el interior de las tuberías de suministro y en los depósitos de almacenamiento. Por lo tanto la cloración garantiza que el agua ya tratada se mantenga libre de gérmenes; además favorece la destrucción de las materias orgánicas durante su tránsito por tuberías y depósitos antes de llegar al grifo; además es el método más económico (OPS, 2013).

La presencia excesiva de cloro en el agua, provoca con frecuencia, un fuerte rechazo de la misma por parte del consumidor, dando un sabor muy fuerte y desagradable al agua. Además es importante que se encuentre en niveles seguros para el consumo humano, si este se encuentra en exceso, el cloro puede resultar tóxico para el consumo. También, por ser una substancia tan activa, un exceso de cloro puede reaccionar con distintos compuestos orgánicos, por lo que aumenta el riesgo de que se produzcan trihalometanos, que son compuestos carcinógenos para el humano (RODRIGUEZ, 2011).

1.3.2 Dureza.

Corresponde a la suma de los cationes polivalentes de los cuales los más comunes son: los de calcio y los de magnesio, los cuales son expresados como la cantidad equivalente de carbonato de calcio, capaces de reaccionar con el jabón para formando precipitados y con ciertos aniones presentes en el agua para formar incrustaciones (BARRENECHE, 2009).

La dureza producida por los iones calcio y magnesio es considerada igual a la dureza total. En aguas naturales la parte de la dureza total químicamente relacionada a los bicarbonatos

se conoce como la dureza carbonácea o como “dureza temporal” o “no permanente, porque desaparece cuando se hierve el agua, es decir, que puede precipitarse mediante ebullición prolongada. Esto se produce porque los bicarbonatos sirven como fuente de iones carbonato para precipitar Ca^{+++} como CaCO_3 a temperaturas elevadas. Toda dureza que no esté químicamente relacionada con los bicarbonatos se considera dureza no carbonácea, lo cual va incluir principalmente sulfatos, cloruros y nitratos de calcio y magnesio (ROJAS J. R., 2002).

La dureza es la responsable de la formación de incrustaciones en recipientes y tuberías hasta obstruirlas completamente, lo que genera fallas y pérdidas de eficiencia en diferentes procesos industriales, esta característica física es nociva, particularmente en aguas de alimentación de calderas, en las cuales la alta temperatura favorece la formación de sedimentos (BARRENECHE, 2009).

1.4 CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS.

En el control de la calidad y proceso de potabilización de agua se debe tener en cuenta que, la misma es un importante vehículo de transmisión de enfermedades por contaminación microbiológica producida por patógenos intestinales: bacterias, virus, protozoos y helmintos.

Existen factores que intervienen en la calidad de agua o en su contaminación en diversas fases del abastecimiento y que en el caso de las fuentes se refieren a la captación y conducción. Estos factores de riesgo contaminante contribuyen con su presencia al aumento de la probabilidad de que aparezca dicha contaminación, pudiendo afectar tanto a parámetros microbiológicos como físico-químicos, ya que pueden modificándolos dar lugar a la falta de potabilidad del agua. Algunos de estos factores pueden ser: presencia cercana de excretas humanas y/o animales de sangre caliente, animales vivos en la corriente, rebosamiento de aguas residuales, presencia de fisuras, filtraciones a través del suelo, maleza, vertederos, impregnación del suelo por sustancias tóxicas naturales o procedentes de vertidos de la agricultura o industria etc. (GARCÍA, 2003).

1.4.1 Características microbiológicas del agua potable y su consumo.

La contaminación del agua con excretas ha sido, a través del tiempo, una de las principales preocupaciones humanas. La falta de un tratamiento adecuado de las mismas puede producir las llamadas enfermedades entéricas como son parasitosis, hepatitis, fiebre tifoidea y epidemias como el cólera, que se transmiten por vía fecal-oral en las que la infección se origina en el tubo digestivo y los microorganismos causantes se eliminan por las heces; es por esta razón, que la infección resulta del contacto directo entre materia fecal infectante y la boca de una persona susceptible, causando un riesgo de salud importante (SILVA J, RAMIREZ L, ALFIERI A, RIVAS G, SANCHEZ S, 2004).

1.4.2 Principales causas de contaminación del agua.

Los agentes microbianos se propagan fácilmente a través de las descargas de aguas residuales sin tratar o con tratamiento deficiente, drenaje de lluvias, descargas de plantas de procesamiento de carne de ganado y de aves. Las causas de la aparición de brotes epidémicos transmitidos por el agua de consumo son la falta de protección de las fuentes de agua, el tratamiento en plantas que carecen de una adecuada operación y mantenimiento y deficiencias en las redes de distribución (ARCOS & COL, 2005).

Dentro de los procesos de potabilización la filtración cumple un papel primordial en la eliminación de microorganismos contaminantes del agua; la misma, es una barrera importante de tratamiento para quistes protozoarios (*Giardia*, *Entamoeba*, *Cryptosporidium*), siendo más efectiva que las usuales concentraciones y tiempos de contacto de los desinfectantes aplicados. Por el contrario, los sistemas de filtración manejados de manera inadecuada han sido responsables de desprender un número concentrado de quistes atrapados como resultado del inadecuado proceso de retro lavado de filtros y canalización dentro del lecho filtrante además la arena del filtro puede llegar a infectarse con nematodos de la corriente. Además, existen ciertos factores que permiten el desarrollo de microorganismos en el agua dentro de los sistemas de distribución y almacenamiento como: cantidad y tipo de nutrientes, oxígeno, temperatura, pH, concentración de desinfectante y material de las tuberías (GRAW, 2002).

1.4.3 Microorganismos indicadores.

Desde el punto de vista microbiológico, se realiza el análisis de la calidad sanitaria del agua, el cual tiene por objeto determinar la presencia de ciertos grupos de bacterias, que revelen una contaminación reciente por materia fecal o materia orgánica.

Es de gran importancia la evaluación de contaminación de origen fecal del agua de consumo porque a través de ella se pueden determinar microorganismos cuya presencia indica que el agua estuvo expuesta a condiciones que pudieran determinar la llegada a la misma de microorganismos peligrosos, permitiendo la proliferación de especies patógenas. Estos grupos de microorganismos se denominan indicadores de calidad sanitaria al que corresponden los siguientes grupos: coliformes totales, coliformes fecales y aerobios mesófilos, entre otros.

El grupo de bacterias coliformes ha sido siempre el principal indicador de calidad de los distintos tipos de agua; el número de coliformes en una muestra, se usa como criterio de contaminación y por lo tanto, de calidad sanitaria de la misma (SILVA J, RAMIREZ L, ALFIERI A, RIVAS G, SANCHEZ S, 2004).

1.4.3.1 Coliformes totales.

Los organismos del grupo Coliforme son buenos indicadores de la calidad sanitaria del agua potable, esto se debe principalmente a que son fáciles de detectar. Estos son microorganismos Gram-negativos, aerobios o anaerobios facultativos de forma cilíndrica no esporulados que se caracterizan por fermentar la glucosa y lactosa con producción de gas en cultivos a 35° o 37°C durante un tiempo de incubación de 48 horas.

Si se detecta coliformes en sistemas de tratamiento de abastecimiento de agua potable es indicativo que el tratamiento no fue adecuado o posiblemente se produjo contaminación posterior por lo que al realizar la determinación de bacterias coliformes sirve para monitorear la calidad microbiana del agua y como indicativo de la eficiencia del proceso de tratamiento efectuados en los sistemas de abastecimiento (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 2000).

1.4.3.2 Coliformes Fecales.

Los coliformes fecales son organismos coliformes que además fermentan la lactosa con producción de ácido y gas en 24 - 48 horas a temperaturas comprendidas entre 44 y 45°C en presencia de sales biliares. Los coliformes fecales comprenden principalmente *Escherichia coli* y algunas cepas de *Enterobacter* y *Klebsiella*.

Su origen es principalmente fecal y por esos se consideran índices de contaminación fecal. Pero el verdadero índice de contaminación fecal es *Escherichia coli* tipo I ya que su origen fecal es seguro. Se ha demostrado que esta bacteria siempre está presente en un número elevado en las heces de humanos y animales de sangre caliente y comprende casi 95% de los coliformes en las heces (U.SALAMANCA, 2010).

1.4.4 Selección de test bacterianos.

Las pruebas de Coliformes totales han sido el tradicional test bacteriano, ya que la presencia de Coliformes es una medida indicadora de un potencial riesgo para la salud pública. Dentro del grupo de Coliformes totales, se menciona los Coliformes fecales y *E. coli* como la más exacta evidencia de contaminación fecal (GRAW, 2002).

1.4.4.1 Método Colilert: determinación de coliformes totales y coliformes fecales.

El Manual de Laboratorios IDEXX indica, que los dispositivos Quanti-Tray están diseñados para producir recuentos bacterianos cuantificados de muestras de 100 ml. El Método Colilert detecta simultáneamente Coliformes Totales y *E. Coli* en el agua, se basa en la tecnología de sustratos definidos (DST), cuando los coliformes totales metabolizan el indicador MUG de nutrientes de Colilert, la muestra toma una coloración amarilla. Cuando *E. coli* metaboliza el indicador MUG de nutrientes de Colilert, la muestra fluoresce. Colilert puede detectar simultáneamente estas bacterias a una concentración de 1 NMP/100 ml dentro de las 24 horas, hasta la presencia de 2 millones de bacterias heterotróficas por cada 100 mL.

1.5 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.

La eficiencia de la planta de tratamiento en la remoción de los compuestos que afectan la aceptabilidad del agua para consumo humano o la salud de los consumidores, está influenciada por la calidad del agua cruda y en especial por su operación, mantenimiento y control de los procesos de tratamiento los cuales deben ser más exigentes cuando las fuentes se encuentren altamente contaminadas. En este nivel también se puede considerar el agua tratada que es suministrada a la red de distribución por los pozos, galerías de infiltración y manantiales (ROJAS R. , 2012).

1.5.1 Plantas de filtración rápida

Los filtros rápidos de gravedad tienen forma rectangular, se utilizan en las plantas de tratamiento para la filtración de grandes volúmenes de agua. En estas plantas los filtros rápidos operan con velocidades altas, entre 80 y 300 $m^3/m^2.d$, conforme con las características del agua, del medio filtrante y de los recursos disponibles para operar y mantener estas instalaciones.

Están conformados por una caja de concreto en el fondo de la cual hay un sistema de canalización central y canales laterales cubiertos por varias capas y diámetros de grava que sostienen la capa de arena gruesa y la de arena preparada. Al inicio del proceso de la filtración como la arena está expandida, el agua arrastra parte del material en suspensión y el filtrado no es de buena calidad (ROJAS R. , 2012).

Los materiales en suspensión en el agua los cuales son más grandes que los espacios intergranulares de la arena quedan retenidos en la superficie filtrante, los que son más pequeños se van adhiriendo a la superficie interna de los granos y de esa manera, disminuyen los espacios por donde pasa el agua. Así, a medida que el filtro se ensucia, hay una mayor resistencia al paso del agua (METZLER, 2004).

1.5.2 Sistema de distribución de agua.

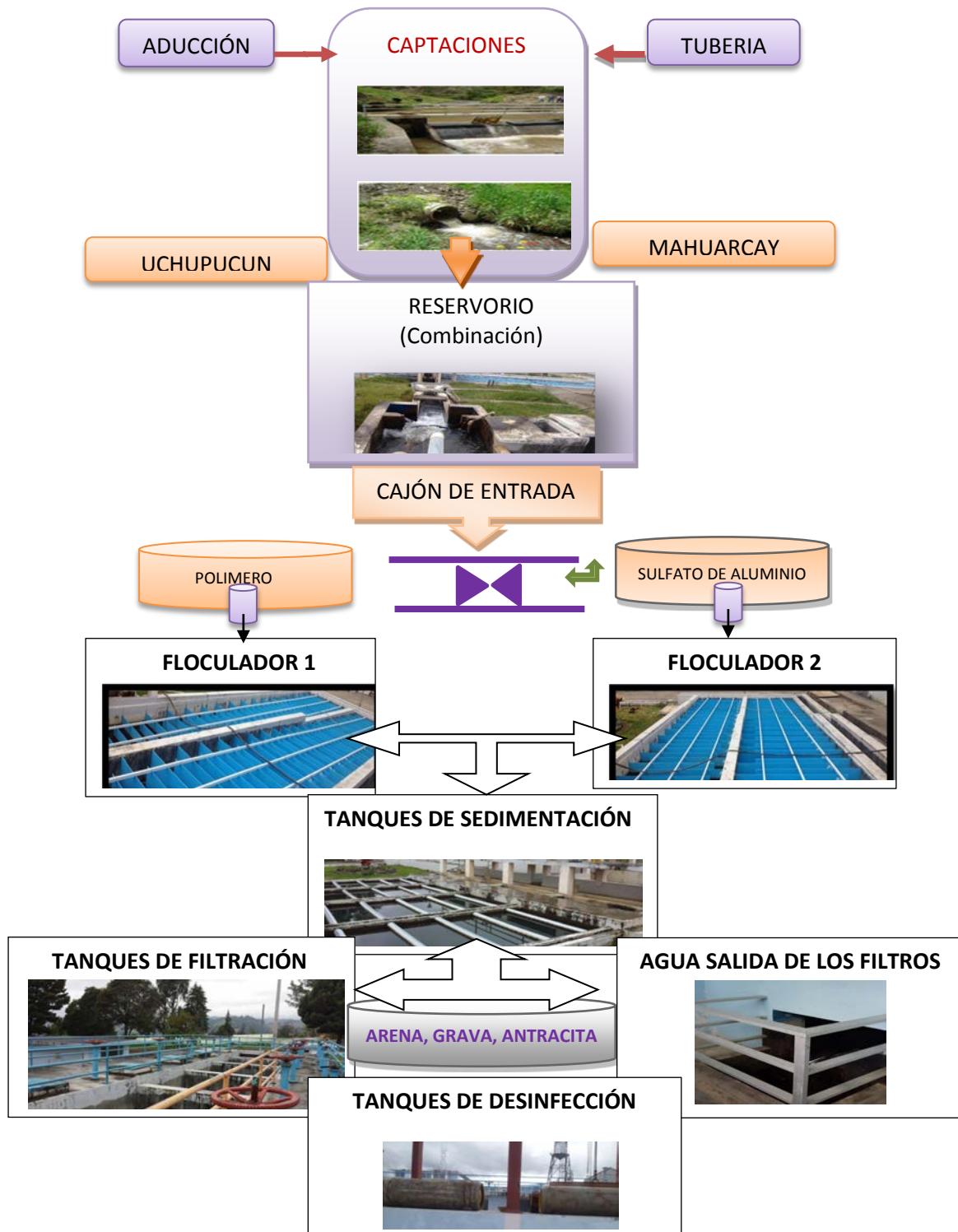
El agua tratada y distribuida a través del sistema de suministro debe ser preservada y conservada hasta ser entregada al usuario a fin de asegurar que cumpla con las normas fisicoquímicas y microbiológicas, que sea segura para el consumo humano y que por lo tanto no representa ningún peligro a la salud de los consumidores (ROJAS, 2012).

Cualquiera que sea la fuente de agua superficial o subterránea, el agua requiere de un tratamiento que permita remover las partículas en suspensión, el color y las sustancias que afectan la calidad de agua para consumo humano (TRUJILLO, 2007).

En una planta de tratamiento de agua potable existe un conjunto de estructuras en las que se trata el agua cruda de manera que se vuelva apta para el consumo humano. Existen diferentes tecnologías para potabilizar el agua, pero todas deben cumplir los mismos principios:

1. Combinación de barreras múltiples (diferentes etapas del proceso de potabilización) para alcanzar bajas condiciones de riesgo.
2. Tratamiento integrado para producir el efecto esperado.
3. Tratamiento por objetivo (cada etapa del tratamiento tiene una meta específica relacionada con algún tipo de contaminante) (ANDA, 2010)

Fig. 1: Esquema del proceso de tratamiento de agua potable en la Planta de Uchupucun.



1.6 PROCESOS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.

1.6.1 Entrada o captación del agua cruda

La captación de aguas superficiales se realiza por medio de tomas de agua que se hacen en los ríos o diques. El agua proveniente de ríos, canales o arroyos, está expuesta a la incorporación de materiales y microorganismos, requiriendo un proceso más complejo para su tratamiento (SL TARGET, 2014).

Las estructuras de captación deben estar ubicadas preferiblemente en los tramos rectos de los ríos con el fin de evitar erosiones y sedimentaciones. En el caso de lagos y lagunas, al igual que en embalses, la estructura de captación debe localizarse de modo que pueda proporcionar agua de la mejor calidad posible (TRUJILLO, 2007).

En el caso de las captaciones que abastecen a la planta de tratamiento de Uchupucun tenemos las siguientes:

CONDORYACU. Esta captación se encuentra emplazada en la quebrada de Condoryacu en el sector de Tabacay, con un caudal de diseño de 23 l/s, el cual está en funcionamiento a partir del mes abril – marzo del 2004 (EMAPAL-EP, 2009).



Foto 1: Captación de Condoryacu

Foto tomada por autoras

EL ROSARIO. Captación que se encuentra emplazada en la quebrada del Rosario sector Tabacay, con un caudal de diseño de 10,3 l/s (EMAPAL-EP, 2009).

NUDPUD – LLAUCAY. Ubicada en el sector de Monjas – Tabacay, con caudal de diseño 12,7 l/s. Adquirida en el año 1987 a la Empresa Eléctrica Azogues y reparada en el período 2003-2004, recepta agua de las quebradas de Nudpud, construida de hormigón simple de tipo derivación convencional, mediante un azud pequeño de hormigón ciclópeo. La derivación se hace a través de una rejilla al canal de admisión y conduce las aguas desde Nudpud hasta sifón en Llaucay (EMAPAL-EP, 2009)



Foto 2: Captación de Nudpud - Llaucay.

Foto tomada por autoras

1.6.2 Conducción.

Se realiza por medio de tuberías de asbesto de cemento, desde la zona de captación del agua hasta el lugar donde se encuentran los sedimentadores, el agua se conduce por medio de acueductos o canales abiertos. Emapal -EP, con el propósito de brindar un mejor servicio ha cambiado el método de transporte por un tipo de tubería PVC, evitando de esta manera perdida en el transporte y cualquier tipo de contaminación, asegurando su caudal (GRAW, 2002).



Foto 3: Conducción - Planta de tratamiento de agua potable Uchupucun.

Foto tomada por Autoras

1.6.3 Procesos unitarios en una planta de tratamiento de agua potable.

1.6.3.1 Coagulación-Floculación.

El agua superficial contiene impurezas las cuales se encuentran como materia en suspensión y materia coloidal. Las especies coloidales la integran arcilla, sílice, hierro, otros metales y sólidos orgánicos. La eliminación de una gran proporción de estas impurezas se lleva a cabo mediante la sedimentación, la cual está basada en simple gravedad, pero algunas de estas impurezas son demasiado pequeñas para obtener un proceso de eliminación eficiente por lo cual, se requeriría invertir mucho tiempo para remover los sólidos suspendidos, por esta razón es necesario utilizar procesos de clarificación, que consisten en la combinación de procesos, cuyo propósito es reducir la concentración de los materiales suspendidos en un líquido (CARDENAS, 2000).

En la potabilización del agua los procesos de coagulación y floculación causan un incremento de tamaño del flóculo y su rápida aglomeración, de esta manera va a disminuir así el tiempo de sedimentación de las partículas. La coagulación tiene por objeto desestabilizar las partículas en suspensión, es decir facilitar su aglomeración. La floculación tiene por objetivo favorecer con la ayuda de la mezcla lenta el contacto entre las partículas desestabilizadas. Estas partículas se aglutan para formar un flóculo que pueda ser fácilmente eliminado por los procedimientos de decantación y filtración. Para que se lleve a cabo este tipo de procesos se adicionan sales químicas en su mayoría cargadas positivamente en el caso de Planta de Uchupucun se utiliza las sales de Sulfato de aluminio tipo A, las cuales desplazan los iones negativos y reducen efectivamente el tamaño de carga (ROMERO M. , 2009).

En la planta de tratamiento de agua de Uchupucun los floculadores son de tipo hidráulicos con canales en forma de serpentina los cuales están conformados por placas removibles de madera y están sujetas de tal manera que no se muevan al paso del agua y mantengan su paralelismo ,el fondo tiene un desnivel de acuerdo a la pérdida de carga en cada tramo, para que la altura de agua sea uniforme, circule horizontalmente entre los mismos, razón por la cual se reduce la velocidad de ingreso del agua, produciéndose la mezcla entre el producto químico y el coloide, formando los flóculos (VARGAS, 2004)



Foto 4: Unidades de Floculación - Planta de tratamiento de agua potable Uchupucun

Foto tomada por Autoras.

1.6.3.1.1 Ensayos de “Pruebas de Jarra”

Es un ensayo que se realiza diariamente en el laboratorio de las plantas de tratamiento y sirve para realizar la parte práctica de los estudios de tratamiento del agua la cual tiene una aplicación importante ya que sirve como método de simulación de los procesos de coagulación y floculación, permitiendo obtener agua de buena calidad (CARDENAS, 2000).

El objeto de este ensayo es la determinación de la dosis óptima de coagulante que produce la más rápida desestabilización de las partículas coloidales, que va a permitir la formación de un flóculo pesado y compacto, que pueda ser fácilmente retenido en los sedimentadores y no se rompa al pasar por las unidades de filtración (MORALES, 2009).



Foto 5: Prueba de las Jarras - Planta de tratamiento de agua potable Uchupucun.

Foto tomada por Autoras

1.6.3.2 Sedimentación.

La sedimentación es el proceso por el cual las partículas más pesadas del agua que se encuentran en su seno en suspensión, son removidas por la acción de la gravedad. El agua que contiene materia particulada fluye con lentitud a través de un tanque de sedimentación y de esta manera se retiene el tiempo suficiente para que las partículas más grandes se asienten en el fondo antes que el agua clarificada salga del estanque por un vertedero en el extremo de salida (Pérez, 2005).

Las partículas que se han sedimentado en el fondo del tanque se extraen de forma manual o por medio de raspadores mecánicos para descargarse en una alcantarilla, devolverse a la fuente de agua si ello es permisible, o almacenarse para un posterior tratamiento. Los decantadores o sedimentadores en su tramo final poseen vertederos en los cuales se capta la capa superior del agua (que contiene menor turbiedad) por medio de estos vertederos, el agua pasa a la zona de filtración (GRAW, 2002).

La sedimentación puede ser de dos clases: La simple se emplea para eliminar los sólidos más pesados sin necesidad de tratamiento especial, mientras mayor sea el tiempo de reposo, mayor será el asentamiento y consecuentemente la turbiedad, será menor haciendo el agua más transparente. El reposo prolongado natural también ayuda a mejorar la calidad del agua debido a la acción del aire y los rayos solares; mejor sabor y el olor, oxida el hierro y elimina algunas substancias. La secundaria es empleada para quitar aquellas partículas que no se depositan ni aún con reposo prolongado y que es la causa principal de turbiedad. (SL TARGET, 2014).



Foto 6: Unidades de Sedimentación - Planta de tratamiento de agua potable Uchupucun.
Foto tomada por Autoras

1.6.3.3 Filtración.

La filtración es la operación final de clarificación que se realiza en una planta de tratamiento de agua potable y por consiguiente, es la responsable principal de la producción de agua de calidad coincidente con los estándares de potabilidad (MALDONADO, 2009).

Las partículas que no han sedimentado en el decantador son retenidas mediante la filtración, con este proceso el agua es separada de la materia en suspensión a través de un medio filtrante que permite el paso del líquido pero no el de las partículas sólidas, las cuales quedan retenidas en el medio filtrante.

El medio filtrante más utilizado es la arena, sobre un lecho de grava como soporte. Aunque también existen otros tipos de lechos como membranas filtrantes que pueden ser de plástico o de metal.

Con el propósito de evitar atascamientos en esta etapa, es importante que la retención de las partículas se haga en el interior del lecho filtrante y no en la superficie del lecho, por este motivo, será muy importante hacer una elección adecuada del tamaño del grano del lecho filtrante (ROMERO I. M., 2008).



Foto 7: Unidades de Filtración - Planta de tratamiento de agua potable Uchupucun.

Foto tomada por Autoras

1.6.3.4 Desinfección.

La desinfección de las fuentes de agua y aguas servidas contaminadas sirve principalmente para destruir o desactivar los microorganismos productores de enfermedades, su objetivo principal es garantizar la calidad de la misma y asegurar que sea inocua para la salud del consumidor, como un beneficio secundario mejora la calidad del agua al reaccionar el cloro con el amoníaco, hierro, manganeso, sulfuro y algunas sustancias orgánicas (INEN, 1984).

Para que la desinfección sea efectiva, las aguas sujetas al tratamiento deben encontrarse libres de partículas coloidales causantes de turbiedad y color, las cuales pueden convertirse en obstáculos para la acción del agente desinfectante. La desinfección alcanza una eficiencia máxima cuando el agua tiene una turbiedad cercana a la unidad.

Las aguas suministradas por una planta de tratamiento de agua para consumo humano pueden sufrir nuevamente contaminación en los tanques de almacenamiento o en las redes de distribución antes de ser distribuidas a la población, por lo que la desinfección debe protegerlas también de estas situaciones de riesgo posteriores al tratamiento (VARGAS, 2004).



Foto 8: Tanques de Desinfección - Planta de tratamiento de agua potable Uchupucun.

Foto tomada por Autoras.

1.7 Mecanismos de la filtración.

Los filtros son las unidades más complejas de una planta de tratamiento de agua. Su correcta concepción depende de la interrelación que exista entre las características de la suspensión afluente y los rasgos del medio filtrante, para que predominen los mecanismos de filtración apropiados que darán como resultado la máxima eficiencia posible.

Se considera que la filtración es el resultado de dos mecanismos distintos pero complementarios los cuales son el transporte y la adherencia. Inicialmente, las partículas por remover son transportadas de la suspensión a la superficie de los granos del medio filtrante. Ellas permanecen adheridas a los granos, siempre que resistan la acción de las fuerzas de cizallamiento debidas a las condiciones hidrodinámicas del escurrimiento (MALDONADO, 2009).

1.7.1 Factores que influyen en la filtración:

Se presentan a continuación los principales factores que influyen en la filtración rápida:

1.7.1.1 Características de la suspensión.

De modo general, la eficiencia de remoción de partículas suspendidas en un medio filtrante está relacionada con las siguientes características de la suspensión:

1.7.1.1.1 Tipos de partículas suspendidas.

El tipo de partículas primarias presentes en el agua cruda influye en la eficiencia de la filtración. Por ejemplo, la existencia de algas en el afluente influye en la formación de curvas de pérdida de carga de manera más acentuada que aquellos casos en que el afluente solo posee partículas suspendidas coaguladas de arcilla o sílice (VARGAS, 2004).

1.7.1.1.2 Tamaño de las partículas suspendidas.

Existe un tamaño crítico de partículas suspendidas, del orden de $1 \mu\text{m}$, el cual genera menos oportunidad de contacto entre la partícula suspendida y el grano del medio filtrante. Algunos productos químicos, como los coagulantes tradicionales y los polímeros, pueden usarse para ajustar el tamaño de las partículas suspendidas de modo de obtener una eficiencia mayor (MALDONADO, 2009).

1.7.1.1.3 Densidad de las partículas suspendidas.

Cuanto mayor sea la densidad de las partículas suspendidas, mayor será la eficiencia de remoción de las partículas de tamaño superior al tamaño crítico (VARGAS L. , 2000).

1.7.1.1.4 Resistencia o dureza de los flóculos.

Los flóculos débiles tienden a fragmentarse y penetrar fácilmente en el interior del medio filtrante, lo que favorece el traspaso final de la turbiedad límite, mientras que los flóculos duros o resistentes no se fragmentan fácilmente (VARGAS, 2004).

1.7.1.1.5 Temperatura del agua por filtrar.

El aumento de temperatura conduce a una eficiencia mayor, pues se tiene un aumento de energía termodinámica en las partículas del agua y consecuentemente, la difusión se vuelve un mecanismo importante cuando se tienen partículas suspendidas menores de un micrómetro (VARGAS, 2004).

1.7.1.1.6 Concentración de partículas suspendidas en el afluente.

Cuando el medio filtrante se encuentra limpio, la eficiencia de remoción depende de la concentración de partículas suspendidas en el afluente. Después de algún tiempo de filtración, la eficiencia de remoción crece, con el aumento de la concentración de las partículas suspendidas en el afluente, pues las partículas retenidas hacen de colectoras de otras partículas suspendidas (MALDONADO, 2009).

1.7.1.1.7 Potencial zeta de la suspensión.

Cuando las partículas suspendidas y los granos del medio filtrante tienen potencial zeta del mismo signo, la interacción entre las capas dificulta la adherencia, lo cual reduce la eficiencia de remoción. Como los materiales filtrantes usuales presentan potenciales zeta negativos, sería conveniente que las partículas suspendidas tuviesen potencial zeta neutro o positivo (VARGAS, 2004).

1.7.1.1.8 pH del afluente.

El pH influye en la capacidad de intercambio iónico entre las partículas suspendidas y los granos del medio filtrante. Para valores de pH inferiores a 7,0, disminuye el intercambio de cationes y aumenta el intercambio de aniones sobre las superficies positivas; mientras que, para valores de pH superiores a 7,0, se produce un aumento en el intercambio de cationes y una disminución en el intercambio de aniones. (MALDONADO, 2009).

1.7.1.2 Características del medio filtrante.

Un medio filtrante ideal es aquel de granulometría determinada y cierto peso específico, que requiere una cantidad mínima de agua para ser lavado de manera eficiente y que es capaz de remover la mayor cantidad posible de partículas suspendidas, para producir un efluente de buena calidad. Adicionalmente, debe tenerse en cuenta la duración de la carrera de filtración (capacidad de retención) y la facilidad de lavado.

El uso de la capa de arena, grava y antracita permite alcanzar mayores tasas de filtración y mantener una excelente calidad de agua filtrada (VARGAS, 2004).

1.8 Estado de los filtros.

Es el conjunto de características que define las condiciones de funcionamiento de un filtro en un momento determinado. El estado de un filtro varía continuamente en el periodo de filtración (entre un lavado y otro) y se modifica lentamente con el paso de los años. El filtro comienza a funcionar mal cuando las condiciones normales no son las correctas. Las causas de las perturbaciones en el lecho filtrante pueden ser causadas por los siguientes factores:

- a) Formación de bolas de lodo provenientes de material gelatinoso (organismos, hidróxido de aluminio y arena). La dosificación inadecuada, el lavado deficiente de los filtros y la excesiva pérdida de carga durante el funcionamiento producen la compresión del lecho filtrante y la consecuente compactación de las bolas de lodo.
- b) Desprendimiento del aire que normalmente está disuelto en el agua, en forma de burbujas. Este fenómeno se produce debido a la pérdida de carga excesiva (es decir, una pérdida de carga que sobrepasa el límite aconsejado) y podrá causar efectos nocivos: irregularidades en la filtración y en el lavado, arrastre del material filtrante durante el lavado, etcétera.
- c) Presencia de algas y otros microorganismos que llegan a los filtros y se reproducen en ellos (METZLER, 2004).
- d) Dosis incorrectas de coagulantes, mala floculación y mala decantación, que hacen que el filtro reciba material gelatinoso y materia orgánica que van a obstruir el lecho filtrante.

1.8.1.1 Lavado de los filtros

En la plantas de tratamiento de agua potable diariamente se realiza el lavado de los filtros procedimiento en el cual se invierte la corriente, es decir el agua se introduce de abajo hacia arriba, proceso al que se denomina retro lavado.

Para realizar el lavado de los filtros, la velocidad ascendente del agua de lavado debe ser suficiente para expandir la arena que constituye el lecho filtrante pero no tanta como para conducirla hacia la canaleta de recolección del agua de lavado (MALDONADO, 2009)

En la Planta de tratamiento de Uchupucun el lavado de los filtros se realiza una vez por día de la siguiente manera:

LAVADO DE LOS FILTROS.	
1.	Cerrar el ingreso de agua decantada.
2.	Cerrar la salida de agua filtrada.
3.	Abrir el desagüe.
4.	Abrir la válvula de lavado (al principio, lentamente). Cuando el agua comience a caer en la canaleta de agua de lavado, iniciar el conteo de tiempo (tiempo de lavado).
5.	Cerrar el ingreso de agua de lavado cuando el filtro esté limpio (lo cual se sabe por la clarificación y la ausencia de flóculos en el agua que rebalsa por la canaleta). Cuando el agua deja de correr en la canaleta, verificar el tiempo transcurrido entre el inicio y este instante (tiempo de lavado de 4-7 minutos)
6.	Cerrar el desagüe.
7.	Abir el ingreso de agua decantada.
8.	Cuando el filtro este lleno, abrir el drenaje de fondo por un lapso de 2 a 3 minutos.
9.	Cerrar el drenaje.
10.	Llenar el filtro primero por el fondo; dejar una capa de agua de 0,10 m sobre la arena.
11.	Cerrar el desagüe.
12.	Abir la salida de agua filtrada

1.9 EFICIENCIA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.

En las plantas de tratamiento de agua potable uno de los principales intereses es que se obtenga la máxima eficiencia de todas las unidades para lograr una calidad de agua de óptimas condiciones a menor costo de operación. Para obtener la eficiencia global del sistema de tratamiento hay que realizar la determinación específica de que grado de remoción se debería aplicar en cada unidad del sistema de tratamiento.

Se considera que los procesos de coagulación y floculación son un acondicionamiento previo del agua para que la separación de partículas sea efectiva y los procesos de sedimentación y principalmente la filtración son los responsables de la eliminación de turbiedad y color, de esta manera nos permite obtener valores establecidos de los mismos en el agua de salida de la planta, la cuál va ser distribuida a toda la población servida.

1.9.1 Evaluación de los filtros.

Generalmente la filtración constituyen el último proceso de remoción física y de organismos patógenos y por ende, se espera que cada unidad de filtración presente altos niveles de eficiencia en forma constante.

El proceso de filtración es muy complejo y envuelve una serie de mecanismos mencionados anteriormente, desde la simple acción de cernido hasta los fenómenos de impacto inercial, sedimentación, intercepción, potencial eléctrico, difusión, floculación, puente químico y, en algunos casos, actividad biológica. Aún no se ha definido cuál es el mecanismo más importante, pero no hay duda sobre la acción simultánea de todos ellos, con mayor o menor intensidad, a lo largo de la carrera de filtración. Esto hace sumamente difícil establecer un índice o patrón de eficiencia para evaluar este proceso.

Las características del agua aplicada a los filtros determinan la calidad del efluente asimismo las características del medio filtrante desempeñan, un papel importante en la eficiencia del proceso, principalmente el estado de la granulometría del material filtrante. Por esta razón la eficiencia del proceso se describe como el procedimiento para evaluar cómo influyen todas estas variables en una instalación de filtración rápida (CEPIS, 2005).

Se puede determinarse el grado de eficiencia del proceso de filtración mediante el siguiente índice de comparación:

Tabla 1: Eficiencia comparativa del proceso de filtración.

Clasificación	Valor de Eficiencia
Excelente	>90
Muy buena	80-90
Buena	70-80
Regular	<70

(CEPIS, 2005)

1.9.2 Eficiencia de los filtros.

La eficiencia del proceso de filtración depende sustancialmente de la calidad de agua cruda que llega a la planta, calidad de agua sedimentada (previa a la filtración), así también de las características físicas, como de las partículas (turbiedad, color) y de su estado de presentación (coloidal, suspensión, tamaño y densidad) además la eficiencia se incrementa en relación directa con el contenido de partículas en estado de suspensión (CEPIS, 2005).

Los filtros rápidos mejoran apreciablemente su eficiencia al tratar aguas sedimentadas con bajas turbiedades, por lo que resulta crucial que los sedimentadores o decantadores produzcan agua de la mejor calidad posible. Recientes investigaciones de la EPA recomiendan utilizar la turbiedad como índice para determinar la presencia de huevos de parásitos en el agua tratada e indican que para asegurar la remoción de estos huevos, los filtros deben producir agua con menos de 0,8 UNT.

Hay que tener en cuenta que no es aplicable que los filtros tengan un porcentaje absoluto de remoción de turbiedad sino que el porcentaje debe ser variable, es decir en función de la turbiedad del agua bruta que llega a la planta de tratamiento (PIGNATTA, 2005).

La planta de Uchupucun cuenta con 6 unidades de filtración rápida para evaluar la capacidad de remoción de la turbiedad se aplicará en términos absolutos, la eficiencia la cual se define como:

$$\text{EFICIENCIA} = \frac{\text{Tp} - \text{Tf}}{\text{Tp}}$$

Dónde:

Tp= Turbiedad de agua pre-filtrada.

Tf=Turbiedad de agua filtrada (VALENCIA, 2000).

CAPÍTULO II

2 MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1 Tipo de estudio, Diseño de Investigación y Análisis Estadístico.

Tipo de Estudio: Investigación Analítica, Prospectiva.

Planteamiento del Diseño: No Experimental

2.1.1 Población de Estudio.

El estudio propuesto se llevó a cabo en la Planta de Tratamiento de Agua Potable y Alcantarillado Uchupucun, EMAPAL-EP del Cantón Azogues.

Las muestras fueron tomadas de las siguientes ubicaciones:

Planta de Tratamiento Uchupucun:

1. Agua no tratada (Agua de entrada a la planta)
2. Agua pre-filtrada (Agua de entrada a los filtros)
3. Agua filtrada (Agua de salida de los filtros)

2.1.2 Muestreo

Se realizó un muestreo no probabilístico en la que se recolectaron 832 muestras. La frecuencia del muestreo fue dos veces por semana los días lunes y jueves desarrollándose 16 muestreos durante 8 semanas.

Tabla 2: Cronograma de Muestreo para el Análisis Físico y Microbiológico.

Semana	Fecha	Nº Muestreo	Nº Muestras A. Físico	Nº Muestras A. Microbiológico	Nº Muestras al día
1	17/11/2014	1	39	13	52
	20/11/2014	2	39	13	52
2	24/11/2014	3	39	13	52
	27/11/2014	4	39	13	52
3	01/12/2014	5	39	13	52
	04/12/2014	6	39	13	52
4	08/12/2014	7	39	13	52
	11/12/2014	8	39	13	52
5	15/12/2014	9	39	13	52
	18/12/2014	10	39	13	52
6	22/12/2014	11	39	13	52
	24/12/2014	12	39	13	52
7	29/12/2014	13	39	13	52
	02/01/2015	14	39	13	52
8	05/01/2015	15	39	13	52
	08/01/2015	16	39	13	52
	TOTAL	16	624	208	832

2.1.3 Toma de muestra:

Para el análisis físico corresponden 624 muestras teniendo 3 muestreos al día, los cuales se efectuaron en un intervalo de tres horas: a las 8:00, 11:00am, y 2:00pm. En cada muestreo se realizó el análisis de 13 muestras que corresponden: 1 muestra de agua cruda, 6 muestras de agua pre-filtrada, 6 muestras de agua filtrada realizándose un total de 39 muestras al día, en los cuales se determinó los parámetros físicos, temperatura, conductividad, sólidos totales disueltos, turbiedad, color, y pH.

Para el análisis microbiológico corresponden un total de 208 muestras, el muestreo se efectuó a las 8 am, realizándose 13 muestras al día las mismas corresponden a: 1 muestra de agua cruda, 6 muestras de agua de entrada a los filtros (agua pre-filtrada), 6 muestras de agua de salida a los filtros (agua filtrada) en las cuales se determinó Coliformes totales y fecales.

2.1.4 Requerimientos para muestreo:

1. Canastas para el transporte de las muestras.
2. Frascos de plástico estériles de 100 ml.
3. Guantes estériles.
4. Mandil.
5. Palas diseñadas para el alcance de la muestra en los filtros.
6. Reloj.
7. Sogas para el ajuste de los frascos recolectores de muestra.
8. Hojas de recolección de datos (Anexos 28, 29)

2.1.5 Requerimientos de laboratorio:

- Bandeja con pocillos Quanti-Tray (Anexo 31)

2.1.6 Equipos:

1. Conductímetro HACH - CONDUCTIVITY/TDS METER 4460-00(Anexo 31:Foto # 12)
2. Estufa Mermet 2009 (Anexo 31:Foto # 17)
1. Autoclave tipo olla de esterilización 1925 - X. (Anexo 31:Foto # 19)
2. pH-metro /modelo 301 (Anexo 31:Foto # 12)
3. Sellador IDEXX Quanti – Tray Sealer. (Anexo 31:Foto #16)
4. Turbidímetro HACH 2100AN. (Anexo 31: Foto #14)

2.1.7 Reactivos requeridos.

- Kit de Análisis Colilert® Lote: FK602, Fecha de elaboración: 09 JULIO/2013, Fecha de expiración: 09 JULIO 2015. (Anexo 31:Foto #15)

2.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Se utilizó estadística descriptiva con la cual se realizó un análisis exploratorio de datos mediante medidas de tendencia central (media) y estadísticos de dispersión (rango, desviación estándar) de los parámetros físicos y microbiológicos monitoreados en la planta de potabilización. Las diferencias en los parámetros físicos, incluyendo la eficiencia de acuerdo al tipo de filtro (6 filtros), tipo de muestra de agua (agua cruda, agua pre-filtrada y filtrada) y la hora de toma de muestra (8:00 a 11:00am y 2:00pm); se evaluaron mediante análisis de varianza (ANOVA). Por otro lado los parámetros microbiológicos se analizaron de acuerdo al tipo de muestra de agua (agua cruda, agua pre-filtrada y filtrada). Finalmente, la influencia de los diversos parámetros físicos en la eficiencia de los filtros y en la turbiedad se evaluó mediante regresiones lineales. El nivel de significancia establecido para todas las pruebas fue ($p<0.05$). El análisis de los datos se realizó en el programa Stata 10.0 (Stata Corporation, College Station, TX)

2.3 ANÁLISIS FÍSICO.

2.3.1 Determinación de la temperatura.

2.3.1.1 Fundamento.

El método consiste en la medida directa de la temperatura en grados Celsius utilizando un sensor electrométrico (Conductímetro). La temperatura en estos equipos suele tener una resolución de $\pm 0.1 - 0.01^{\circ}\text{C}$ y el intervalo de medición va desde 0 hasta al menos 50°C (SEVERICHE & COL, 2013).

2.3.1.2 Toma de muestra, almacenamiento y preservación.

La medición de temperatura en muestras ambientales debe ser una labor realizada *in situ*, y no aplica por ello los procedimientos de almacenamiento y preservación (VIVES DE ANDREIS, 2003).

Sin embargo, si el análisis no es realizado durante las 24 horas de recolectada la muestra, ésta debe ser filtrada con un filtro de 0.45micras y preservada a 4°C hasta 28 días, luego de su recolección (AGUINAGA & COL, 1996)

2.3.1.3 Materiales y equipos.

3. Conductímetro HACH - CONDUCTIVITY/ TDS- METER 44600-00
4. Frascos recolectores de muestras de agua.

2.3.1.4 Procedimiento.

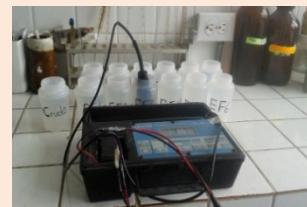
1) Toma de muestra aprox. 100ml de agua en el frasco recolector .



2) Prender el Conductivity /TDS METER 44600-00



3) Agitar el electrodo suavemente.



4) Anotar la lectura de la temperatura, una vez que se haya estabilizado.

Fig. 2: Esquema de determinación de la temperatura

➤ **Reporte de resultados:** El valor de la temperatura se reporta en Grados Celsius (°C)

2.3.2 Determinación de la conductividad.

2.3.2.1 Fundamento.

Se basa en el método electrométrico, el aparato utilizado es el Conductímetro cuyo fundamento es la medida eléctrica de la resistencia de paso de la electricidad entre las dos caras opuestas de una prima rectangular comparada con la de una solución de CIK. (UNITEK WATER, 2009).

2.3.2.2 Muestreo y preservación.

Las muestras deben analizarse preferiblemente “in situ”, o conservarse en frascos de polietileno, nunca de vidrio sódico, en nevera (2-4°C) y obscuridad durante un máximo de 24 horas (AZNAR & BARBA, 2002)

2.3.2.3 Interferencias.

Puede causar variación la actividad biológica presente en el agua, al igual que la exposición de la muestra a la atmósfera, al facilitar la pérdida o ganancia de gases disueltos.

La presencia de materias en suspensión de tamaño considerable y/o de aceites o grasas, puede causar fallos en los electrodos. (SEVERICHE & COL, 2013).

2.3.2.4 Materiales y equipos.

1. Conductímetro HACH - CONDUCTIVITY/ TDS METER
2. Vaso recolector de muestra de agua.

2.3.2.5 Procedimiento.

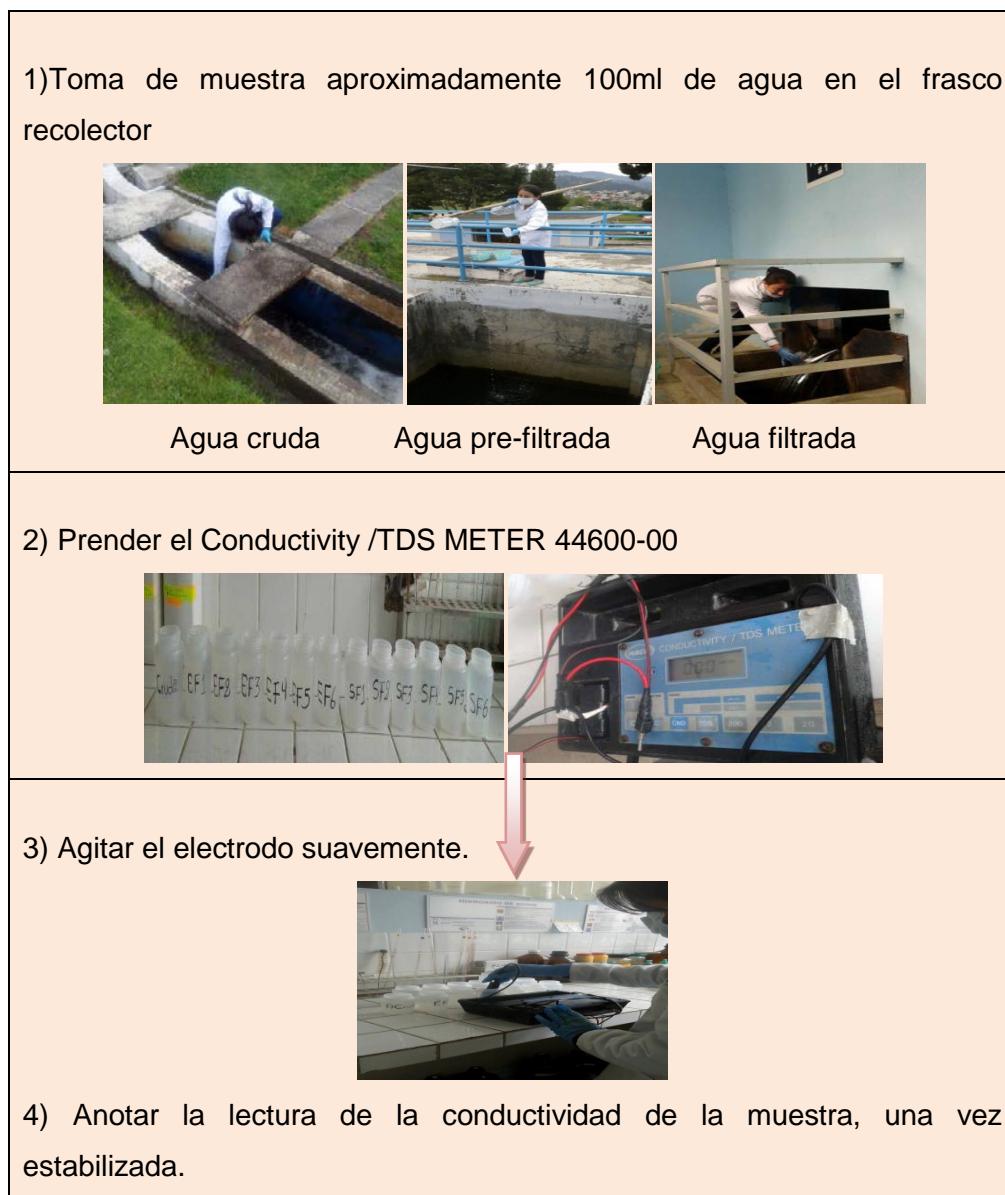


Fig. 3: Esquema de determinación de la conductividad.

- **Reporte de resultados:** La conductividad se expresa, normalmente como micromohos /centímetro.

2.3.3 Determinación de sólidos disueltos totales.

2.3.3.1 Fundamento

Se utiliza el método electrométrico, la cantidad de sólidos totales disueltos está influenciada por la cantidad de sales disueltas contenidos en una muestra de agua filtrada, hay que destacar que la conductividad se puede emplear para medir el contenido de sales en una muestra de agua (VIVES DE ANDREIS, 2003).

2.3.3.2 Materiales y equipos:

1. Conductímetro HACH - CONDUCTIVITY/ TDS METER

2.3.3.3 Procedimiento:

- 1) Toma de muestra aproximadamente 100ml de agua en el frasco recolector



- 2) Prender el Conductivity /TDS METER 44600-00



- 3) Agitar el electrodo suavemente.



- 4) Anotar la lectura de los STD de la muestra, una vez que se haya estabilizado.

Fig. 4: Esquema de determinación de STD.

- **Reporte de resultados:** El valor de sólidos disueltos se reporta en mg/l

2.3.4 Determinación de pH.

2.3.4.1 Fundamento.

Determinación electrométrica del pH en una muestra de agua potable, utilizando un electrodo de vidrio que va a medir el cambio eléctrico producido por el cambio de pH. El valor de pH deberá estar comprendido entre 6,5-8,5 (INEN, 1993).

2.3.4.2 Toma de muestra, almacenamiento y preservación.

Si la lectura no se puede realizar en el momento del muestreo, se deben mantener las botellas o envases con el agua en la oscuridad, evitando el intercambio con la atmósfera. El tiempo de almacenamiento está condicionado a lo que demore el transporte de la muestra desde el sitio de muestreo al laboratorio, este tiempo debe ser el menor posible tratando de no superar un par de horas (VIVES DE ANDREIS, 2003).

2.3.4.3 Materiales y equipos.

1. pH-metro/modelo 301
2. Electrodo
3. Agua destilada
4. Soluciones Buffer, pH: 4.00, 7.00.

2.3.4.4 Calibración.

El equipo debe calibrarse diariamente antes de efectuar las mediciones, de la siguiente manera:

1. Seleccionar dos buffers cuyo rango de pH comprenda el valor esperado del pH de la muestra; el primero debe ser cercano al punto isopotencial del electrodo (pH 7) y el segundo, al pH esperado de la muestra (por ejemplo pH 4 o pH 10).
2. Enjuagar el electrodo con agua destilada y luego con solución buffer pH 7.
3. Colocar el electrodo en el frasco que contiene la solución buffer pH 7 y mantener agitación suave, esperar por lo menos 30 segundos y proceder.
4. Repetir estos pasos utilizando el segundo buffer (VIVES DE ANDREIS, 2003).

2.3.4.5 Interferencias.

Recubrimientos de material graso o partículas pueden dificultar la respuesta del electrodo estos pueden ser removidos con una frotación muy suave o utilizando detergentes, seguido de un enjuague con agua destilada. Las medidas de pH son afectadas por la temperatura en dos formas: efectos mecánicos causados por cambios en las propiedades de los electrodos y por efectos químicos causados por cambio de equilibrios (VIVES DE ANDREIS, 2003).

2.3.4.6 Procedimiento.

1) Toma de muestra aproximadamente 100ml de agua en el frasco recolector	
2) Prender el pH-metro/modelo 301.	
3) Introducir el electrodo del pH-metro en el vaso recolector de la muestra.	
4) Agitar suavemente y leer el valor donde se detenga la aguja indicadora.	
5) Anotar la lectura de pH de la muestra, una vez que se haya estabilizado.	

Fig. 5: Esquema de determinación de pH

2.3.5 Determinación del color.

2.3.5.1 Fundamento.

Se determina el color verdadero de la muestra de agua en el cual se establece el valor correspondiente a la coloración de la muestra, por comparación visual con soluciones patrón de platino cobalto previamente preparado, el valor establecido de color en el agua potable es de 15 UC (INEN, 1983).

2.3.5.2 Recolección, preservación y almacenaje de muestras:

Las muestras pueden colectarse en frascos plásticos o de vidrio. No existe método de preservación. Deben analizarse sin dilución y evitando alterar las condiciones originales como el pH, ya que el incremento del color es proporcional al del pH.

En caso de requerirse almacenamiento, hacerlo en la oscuridad a temperatura $\leq 6^{\circ}\text{C}$ por un tiempo máximo de 48 horas (SEVERICHE & COL, 2013).

2.3.5.3 Interferencias.

La turbiedad, incluso ligera, interfiere en la determinación del color verdadero (SEVERICHE & COL, 2013).

2.3.5.4 Materiales y equipos:

1. Equipo HACH 2100AN.
2. Filtro para lectura de color de 455nm.
3. Patrones para color de 0 UC y 100 UC.
4. Muestras de agua: agua cruda, pre-filtrada y filtrada.

2.3.5.5 Procedimiento:

1. Calibrar el equipo
2. Colocar el filtro de 455 nm para la determinación de color.
3. Presionar en el botón [Units/Exit] hasta que se observe en la pantalla CU
4. Insertar el patrón de 0 UC en el porta celda y presionar el botón [Calc /Zero]
5. Presionar [Enter] y esperar que aparezca en la pantalla "0 CU"
6. Colocar el patrón para color de 100 UC en el porta celda.
7. Presionar [Enter] y esperar que aparezca en la pantalla "100 CU"
8. Llenar la celda con la muestra de agua y taparla.
9. Introducir la celda en el equipo y cerrar la tapa del mismo.
10. Presionar [Enter] y realizar la lectura del color de la muestra



Fig. 6: Esquema de determinación de color.

- **Reporte de resultados:** El valor de la turbiedad se reporta en unidades de color (UC).

2.3.6 Determinación de la turbiedad.

2.3.6.1 Fundamento.

Se utiliza el método Nefelométrico, el cual se basa en la comparación de la intensidad de la luz dispersa por la muestra en condiciones definidas con la intensidad de la luz dispersada por una solución patrón de referencia en idénticas condiciones. La relación entre la intensidad de la luz dispersada y la turbidez es directa, el valor admisible de turbiedad en el agua potable es de 5 NTU, el equipo empleado es un turbidímetro (INEN, 1983).

2.3.6.2 Recolección, preservación y almacenaje de muestras:

Las muestras pueden colectarse en frascos plásticos o de vidrio. No existe método de preservación. Se debe realizar la determinación en el día en que se realiza el muestreo. De lo contrario, almacenar la muestra hasta 24 horas en la oscuridad (AZNAR & BARBA, 2002).

2.3.6.3 Interferencias.

La vidriería sucia y la presencia de burbujas de aire, dan resultados erróneos. El color verdadero (debido a sustancias disueltas que absorben luz), causa falsos negativos. Para aguas tratadas, habitualmente este efecto no es significativo (SEVERICHE & COL, 2013).

2.3.6.4 Materiales y equipos:

1. Equipo Turbidímetro HACH 2100AN.
2. Filtro para lectura de turbiedad.
3. Celda para lectura de la muestra.
4. Muestras de agua: agua cruda, pre-filtrada y filtrada.

2.3.6.5 Procedimiento:

1) Encender el equipo
2) Colocar el filtro para turbiedad en el porta filtros del equipo.
3) Presionar el botón [Units] hasta observar “NTU” en la pantalla
4) Colocar la muestra de agua en la celda
5) Introducir la celda en el porta celdas y cerrar la tapa y pulsar [Enter]
6) Registrar como valor de turbiedad el primer valor que aparece en la pantalla luego de haber pulsado el botón [Enter]



Fig. 7: Esquema de determinación de la turbiedad.

➤ **Reporte de resultados:** Unidad de medida: (NTU) Unidad nefelometría de turbidez

2.4 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.

2.4.1 DETERMINACION DE COLIFORMES TOTALES Y FÉCALES.

2.4.1.1 Kit de análisis colilert

2.4.1.2 Fundamento.

Colilert detecta simultáneamente los Coliformes totales y *E. coli* en el agua. Se basa en tecnología de substrato definido, patentada por IDEXX. Cuando los Coliformes totales metabolizan el indicador ONPG de nutrientes de Colilert, la muestra además fluoresce. Colilert puede detectar simultáneamente estas bacterias a una concentración de 1 UFC/100 ml dentro de las 24 horas, hasta en presencia de 2 millones de bacterias heterotróficas por cada 100 ml.

Los dispositivos Quanti-Tray 2000 están diseñados para producir recuentos bacterianos cuantificados de muestras de 100 ml (IDEXX, 2013).

2.4.1.3 Materiales y equipos:

1. Recipiente estéril recolector de muestra de agua.
2. Reactivo colilert.
3. Sellador DEXX Quanti – Tray Sealer.
4. Bandeja con pocillos Quanti-Tray
5. Incubadora.

2.4.1.4 Procedimiento Quanti-Tray *:

- 1.- Marcar el dispositivo Quanti– Tray



- 2.- Añadir el contenido de un paquete a una muestra de 100 ml en un recipiente estéril.



- 3.- Tapar y agitar el recipiente hasta disolver.



- 4.- Sostenga en una mano el dispositivo Quanti–Tray en posición vertical, con el lado de las celdas orientado hacia la palma.



5.- Apriete la parte superior del dispositivo Quanti-Tray de modo que se doble hacia la palma.



6.-Abra el dispositivo Quanti-Tray tirando de la lengüeta metálica del lado que contiene las celdas. Evite tocar el interior de la lengüeta o del dispositivo.



7.- Verter la mezcla de muestra/reactivo directamente dentro del dispositivo Quanti-Tray.



8.- Colocar el dispositivo Quanti-Tray lleno de la muestra sobre el porta dispositivo de goma, orientando el lado de las celdas de plástico del dispositivo hacia abajo en el molde.



9.- Selle el dispositivo en la selladora IDEXX Quanty – Tray Sealer

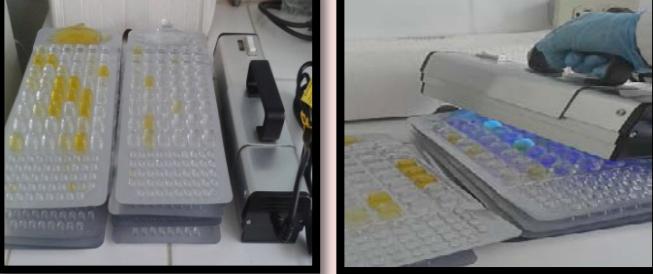

<p>10.- Colocar la bandeja sellada en una incubadora a 35 +/- 0,5 ° C durante 24 horas.</p> 
<p>11.- Buscar fluorescencia usando una luz UV de 6 vatios, 365-365 nm a distancia de unas 5 pulgadas (13 cm) de la muestra, en un entorno oscuro. Apuntar el haz de luz en dirección contraria a los ojos y hacia la muestra.</p> 
<p>12.- Leer los resultados de acuerdo con el cuadro de interpretación de resultados. Contar el número de pocillos positivos y referirse al cuadro NMP.</p>
<p>13.- Eliminar los consumibles conforme a las Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL) (Los resultados Colilert son definidos a las 24 horas (IDEXX, 2013).)</p>

Fig. 8: Esquema de determinación de Coliformes totales y fecales

(Fotos tomadas por autoras-planta de tratamiento Uchupucun)

2.4.1.5 Interpretación de resultados:

Aspecto	Resultado
Menos amarillo que el comparador.	Negativo para coliformes totales y <i>E. coli</i>
Amarillo igual o mayor que el del comparador	Positivo para coliformes totales
Amarillo y fluorescencia iguales o mayores que los del comparador	Positivo para <i>E. coli</i>

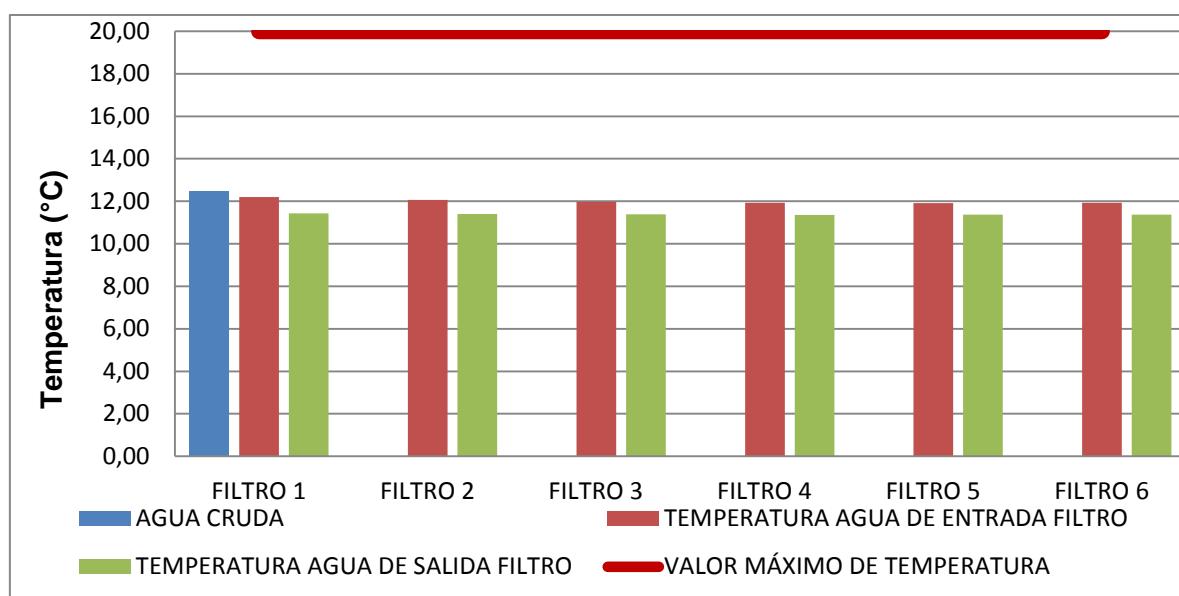
CAPÍTULO III

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

3.1 Comparación de los diferentes parámetros físicos entre el agua cruda, agua pre-filtrada y agua filtrada.

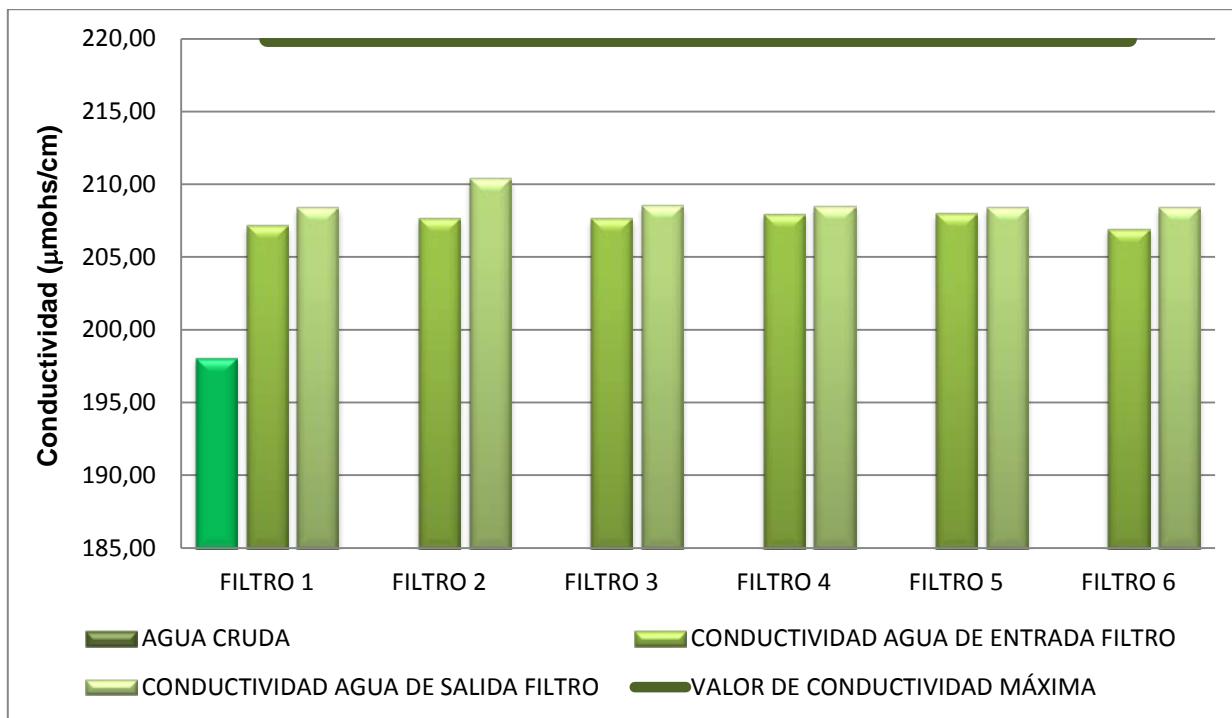
Se determinaron los parámetros físicos de temperatura, conductividad, sólidos totales disueltos, pH, color y turbiedad en el agua cruda, pre-filtrada y filtrada.

Gráfico 1: Promedio de Temperatura (°C) del Agua Cruda, agua pre-filtrada y agua filtrada.



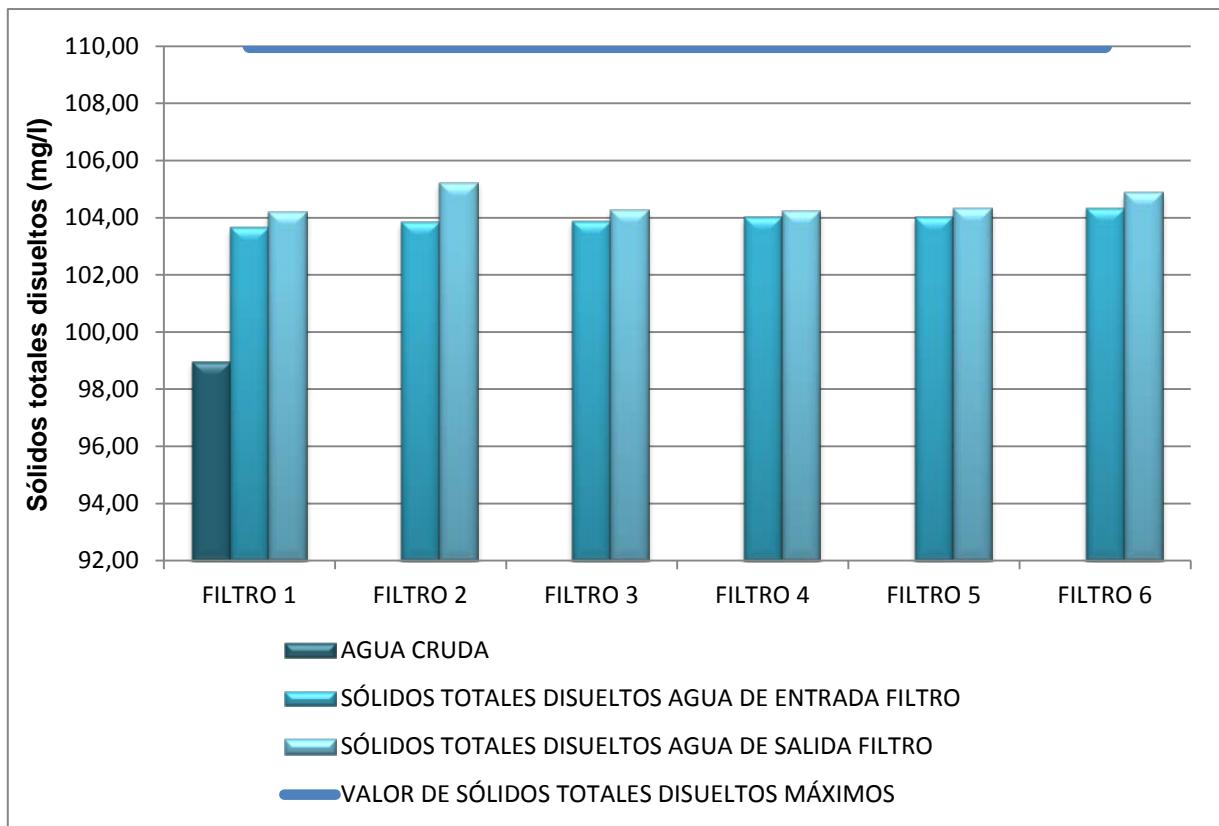
En el gráfico 1 se observa que la temperatura del agua cruda es mayor al agua pre-filtrada y filtrada ya que esta va a depender de las condiciones climáticas de la zona además cuando se da la potabilización del agua en los floculadores, sedimentadores y filtros estas unidades tienen una profundidad considerable y el agua va a permanecer en ellas hasta que se cumplan sus respectivas etapas tiende a disminuir ligeramente la temperatura. Se estableció valores para la temperatura del agua cruda=12,49°C ,del agua pre-filtrada = 12,01 °C y del agua filtrada =11,38 °C los cuales están dentro de los valores aceptables tomando como referencia la temperatura ambiente de 20°C, puesto que, una mayor temperatura incrementaría el desarrollo microbiano. En la NTE INEN 1108 no hay un valor de referencia para la temperatura pero se utiliza como parámetro de calidad.

Gráfico 2: Conductividad Promedio ($\mu\text{mhos/cm}$) del Agua Cruda, agua pre-filtrada y agua filtrada.



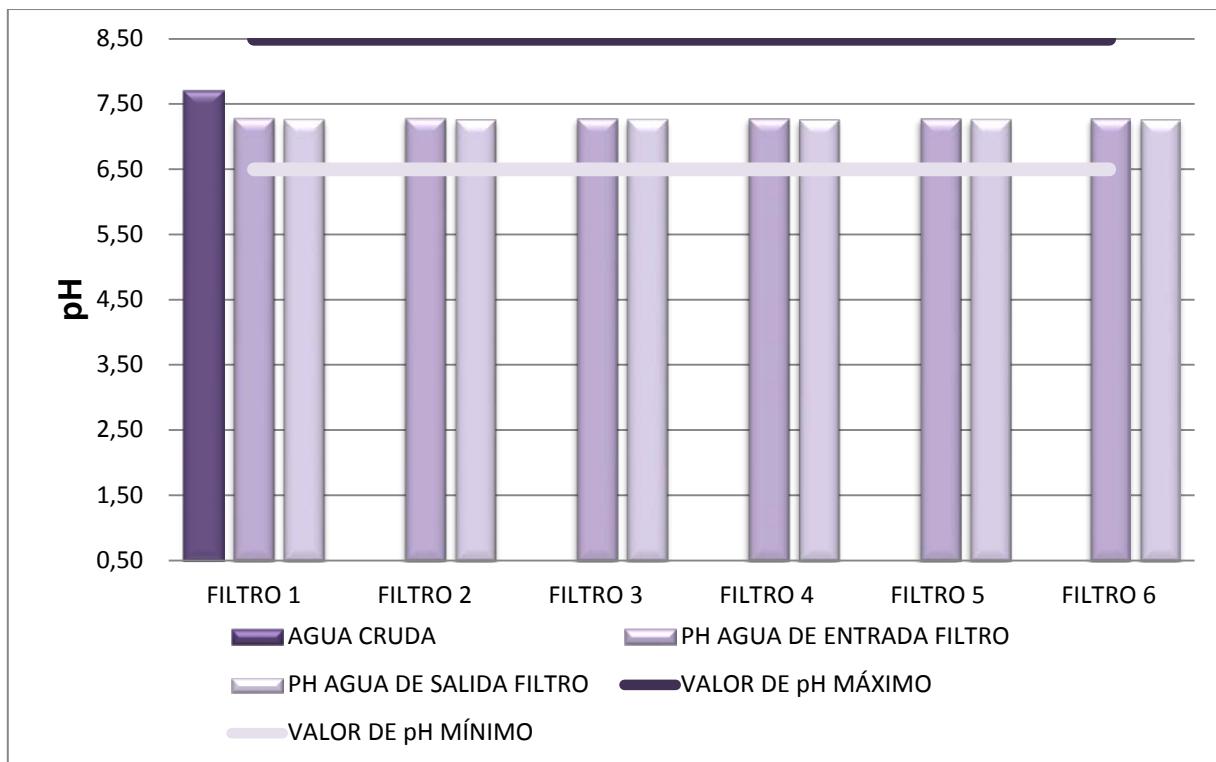
Como se puede observar en el diagrama de barras la conductividad del agua cruda es menor a las del agua pre-filtrada y filtrada en la planta de Uchupucun durante el proceso de potabilización en la etapa de coagulación se adiciona sulfato de aluminio tipo A y polímero, esto se debe a que la conductividad está relacionada con las sales disueltas en el agua; a medida que la cantidad de sólidos disueltos aumenta, la conductividad del agua aumenta de manera proporcional. Los valores promedios de conductividad obtenidos se encuentran dentro de lo establecido en la NTE INEN 1108 que es de 1500 $\mu\text{mho/cm}$, además tomando en cuenta el historial de la planta la conductividad promedio es de 220 $\mu\text{mho/cm}$, por lo que los valores obtenidos también se encuentran dentro de estos valores.

Gráfico 3: Promedio de Sólidos Totales Disueltos (mg/l) del Agua Cruda, agua pre-filtrada y agua filtrada.



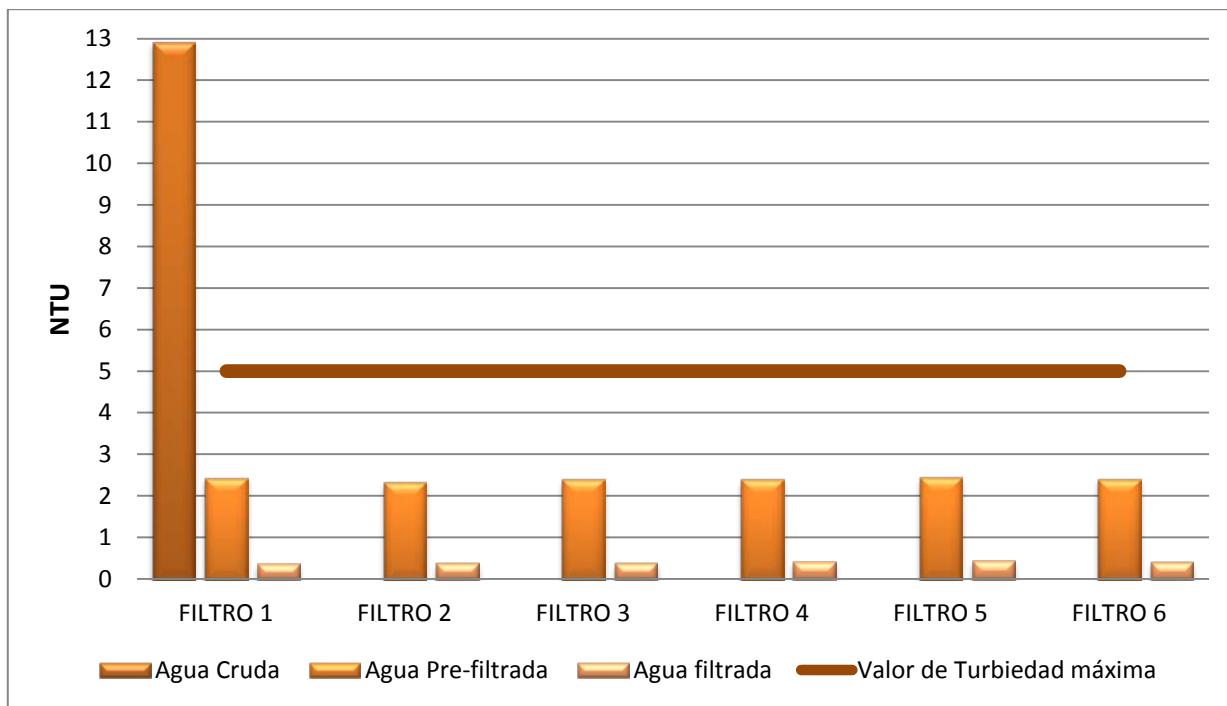
Al igual que en el caso anterior en el gráfico 3 podemos apreciar que el valor promedio de los sólidos totales disueltos en el agua cruda es menor en comparación al agua pre-filtrada y filtrada esto es debido a la adición sulfato de aluminio tipo A y polímero en la etapa de coagulación. Hay que destacar que los valores obtenidos están dentro del límite establecido en la NTE INEN 1108, adicionalmente se toma de referencia el valor promedio de sólidos totales disueltos según el historial de la planta que es de 110 mg/L ,los valores obtenidos en nuestro estudio también están dentro de este valor.

Gráfico 4: Promedio del pH del Agua Cruda, agua pre-filtrada y agua filtrada.



En el gráfico 4 se observa que en el parámetro físico pH del agua cruda es mayor puesto que corresponde a un agua no tratada, el mismo disminuye considerablemente en las etapas de pre-filtrado y filtrado esto es debido al tratamiento que se da principalmente en la etapa de coagulación en la cual se realizan parámetros de control de proceso entre los que se destaca el pH en esta etapa se realiza la adición de sales y por ende va a tener una menor concentración de iones hidrógeno. Los valores promedio de pH obtenidos del agua cumplen con el requisito de la NTE INEN 1108:11 cuyo valor establecido es de 6,5 - 8,5.

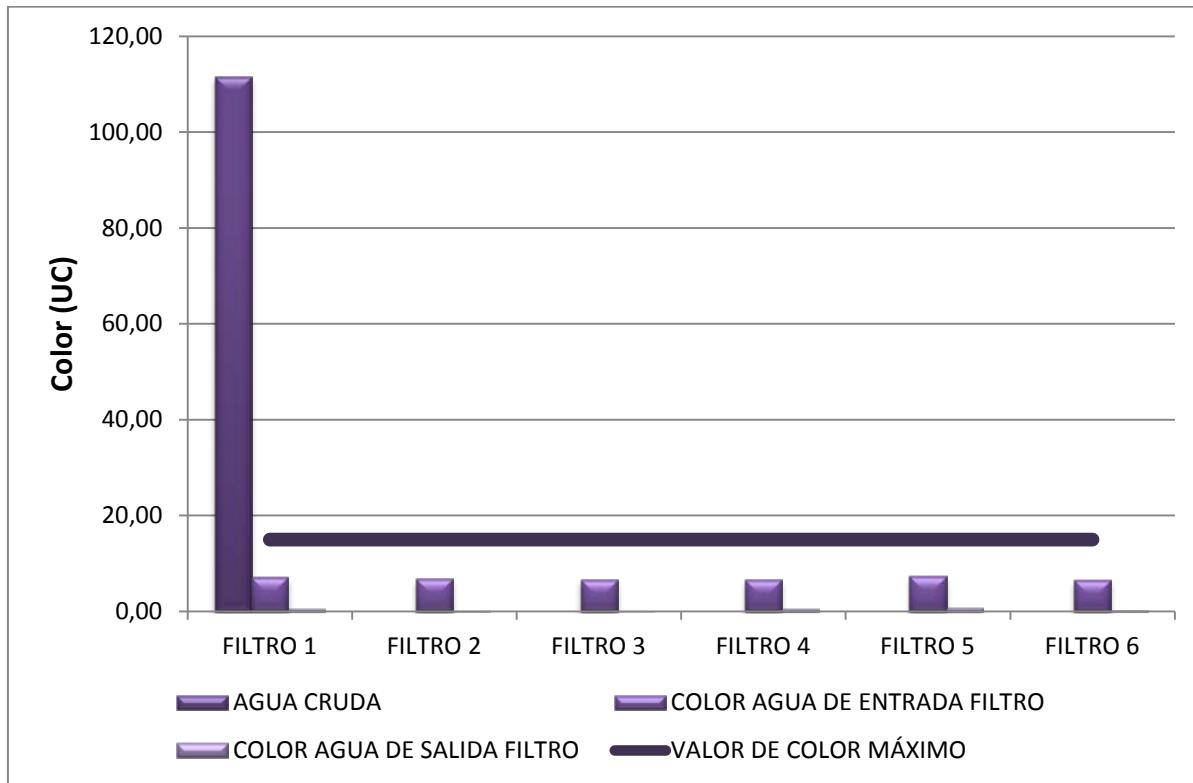
Gráfico 5: Promedio de la turbiedad (UNT) del agua cruda, agua pre-filtrada y agua filtrada.



Como se observa en el gráfico 5, los valores iniciales de turbiedad del agua cruda de la planta en estudio disminuyen notablemente una vez que se cumple el proceso de potabilización de la misma y al tener la turbiedad gran importancia sanitaria ,en la planta de Tratamiento de Uchupucun se estableció que en las etapas previas a la filtración (coagulación, floculación y sedimentación) se consigue un buen resultado de turbiedad ya que de esta manera los filtros rápidos mejoran apreciablemente su eficiencia al tratar aguas sedimentadas con bajas turbiedades, por lo que resulta crucial que los sedimentadores o decantadores produzcan agua de la mejor calidad posible.

De la misma manera se establece que los valores de turbiedad del agua filtrada cumple con lo establecido por la OMS, la cual nos indica que para un correcto proceso de desinfección los valores de turbiedad deben ser menores a 1 UNT, ya que de que no ser así , la acción desinfectante con niveles de turbidez y carga de Coliformes elevada en el agua que sale de los filtros no va a ser segura, de esta manera niveles altos de turbidez pueden proteger a los microorganismos de los efectos de la desinfección, estimular la proliferación de bacterias ,aumentar la demanda de cloro y por ende se va a perder eficiencia en el proceso.

Gráfico 6: Color (CU) promedio del Agua Cruda, agua pre-filtrada y agua filtrada.



En el gráfico 6 se puede observar que el color del agua cruda es considerablemente mayor en comparación con el color del agua prefiltrada y filtrada, esto era de esperarse puesto que el agua que ingresa a la planta no ha sido sometida a ningún proceso de tratamiento, además esta trae consigo una serie de partículas suspendidas productoras del color aparente del agua, las mismas que con los diferentes procesos unitarios de potabilización disminuyen el color hasta obtener el color real luego del proceso de filtración.

Los valores promedios del color están dentro de los valores establecidos por la NTE INEN 1108 de 15 UC puesto que en el agua filtrada presenta valores de 0 UC.

3.2 Comparación de los parámetros microbiológicos entre el agua cruda, agua pre filtrado y agua filtrada.

Se analizó la carga bacteriana coliformes totales y fecales entre el agua a la entrada de la planta (agua cruda), y en distintos puntos (entrada y salida) de la etapa de filtración durante el proceso de potabilización.

Gráfico 7: Promedio de Coliformes totales (NMP/100 ml) del Agua Cruda, agua pre-filtrada y agua filtrada.

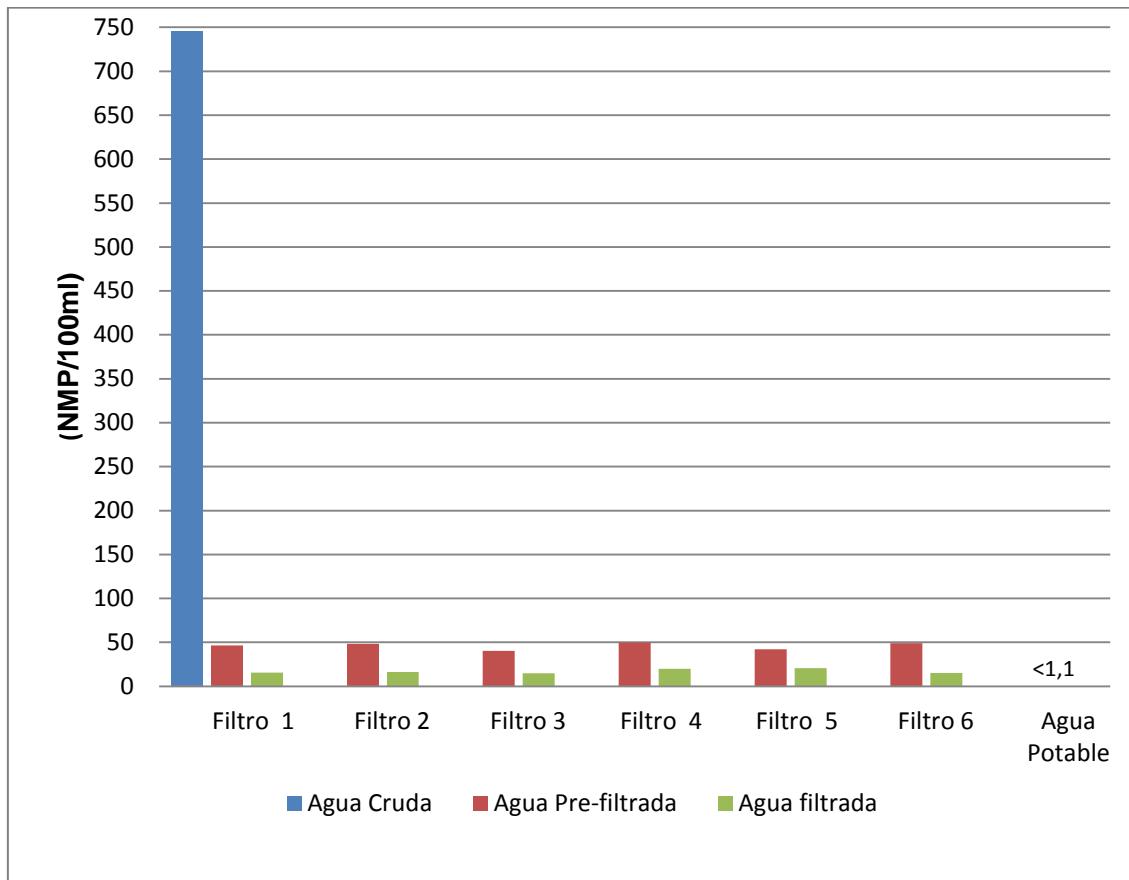
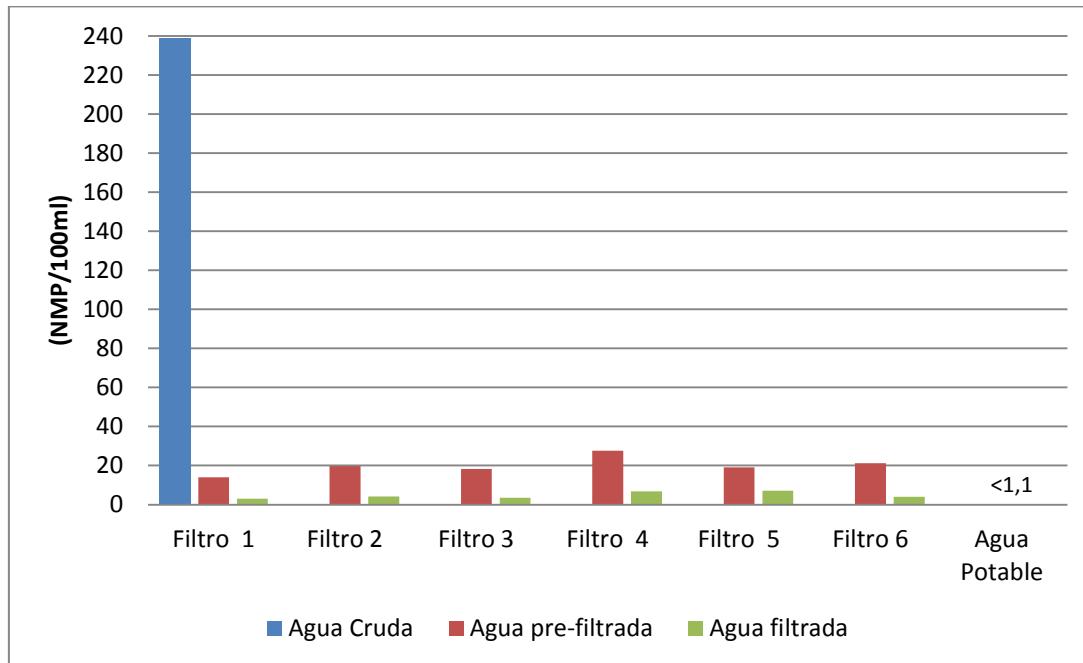


Gráfico 8: Promedio de Coliformes fecales (NMP/100 ml) del Agua Cruda, agua pre-filtrada y agua filtrada.



En los gráficos 7 y 8 se puede apreciar que la carga bacteriana del agua cruda disminuye considerablemente cuando se ha dado los procesos de pre-filtración (coagulación, floculación y sedimentación) hay que destacar que finalizada la etapa de filtración, la carga bacteriana expresada en coliformes totales y fecales presenta una disminución significativa, a pesar de notarse resultados diferentes según el filtro involucrado, esto es importante para el último proceso de potabilización la desinfección al ser la barrera final de la planta de tratamiento, es el responsable de inactivar cualquier patógeno remanente de los procesos unitarios anteriores, según los datos proporcionados por parte del personal de la planta de Uchupucun los valores del agua potable son <1 NMP/ml (Anexo 19-26) de esta manera se pudo constatar que cumple con lo establecido por la Norma INEN 1108. En un estudio se menciona que la desinfección con cloro gaseoso, pierde eficiencia si el agua filtrada presenta niveles altos de turbiedad y elevada carga de microorganismos, no se puede suponer que la etapa de desinfección se cumple totalmente solo con la adición de cloro si no va depender de las etapas previas a la misma (MARCÓ, AZARIO, METZLER, & GARCIA, 2004). De esta manera se pudo determinar que la eficiencia de los filtros en la planta en estudio es la adecuada ya que disminuye notablemente la carga microbiológica inicial.

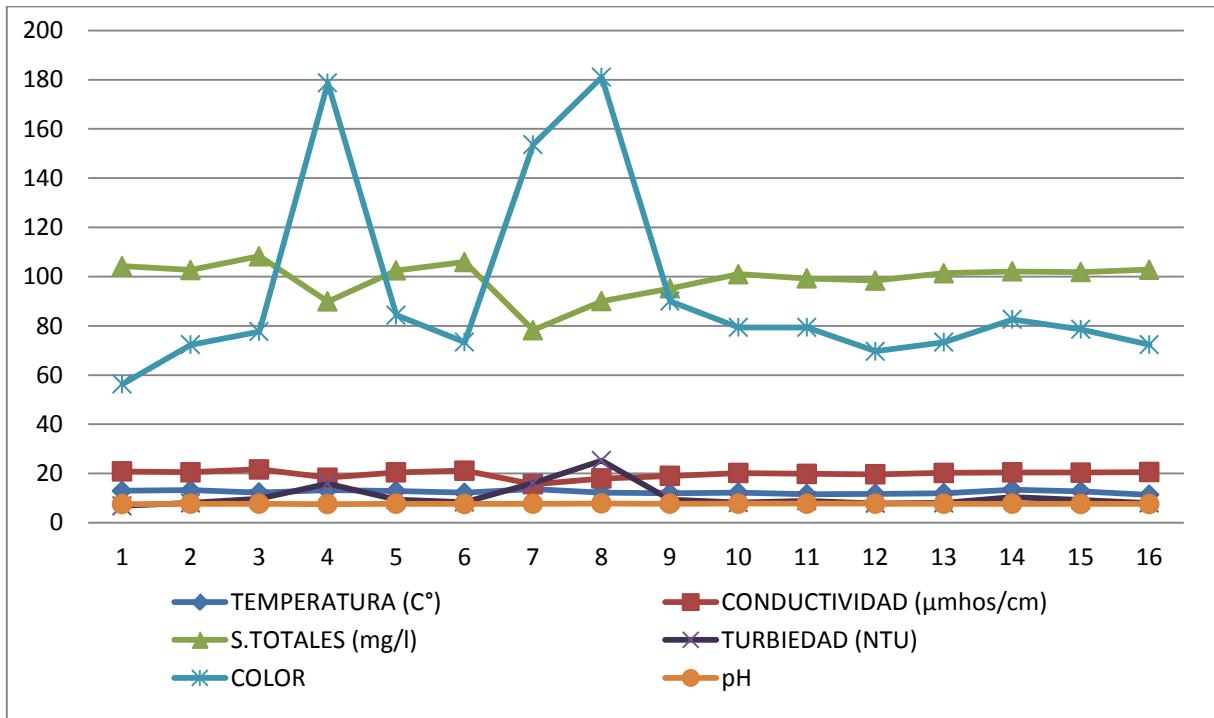
3.3 Parámetros físicos del agua cruda de la Planta de Uchupucun.

En la planta de Tratamiento de Uchupucun ingresa el agua cruda de las captaciones de la quebrada de Condaryacu, el Rosario, y Nudpud-Llaucay, la cual posteriormente va a ser tratada mediante las diferentes etapas de potabilización. Las muestras fueron recolectadas en la planta durante 8 semanas (17/11/2014 - 08/01/2015). El número total de toma de muestras de agua cruda fue n=48 en las que se determinaron los parámetros físicos de temperatura, conductividad, sólidos totales disueltos, turbiedad, color y pH.

Tabla 3: Parámetros físicos del agua cruda expresados como media ± desviación estándar (mín-máx).

Variables	Agua cruda
Temperatura (°C)	12,5 ± 1,0 (10,2 - 14,4)
Conductividad (μmhos/cm)	198,1 ± 14,7 (149,6 - 220,2)
Sólidos totales disueltos (mg/l)	99,0 ± 7,4 (74,8 - 110,1)
Turbiedad (NTU)	13,0 ± 10,9 (6,1 - 45)
Color (CU)	111,7 ± 82,6 (55 - 379)
pH	7,7 ± 1,0 (7,4 - 7,9)

Gráfico 9: Variación de los parámetros físicos en el agua cruda en función de los distintos tiempos de toma de muestra.



En el gráfico 9 se aprecia que en el agua cruda los parámetros físicos de temperatura, conductividad, sólidos totales disueltos, turbiedad y pH presentaron ligeras diferencias en el transcurso de los 16 muestreos efectuados a excepción del color para el cual se observaron valores más altos en las tomas 4,7,8 podría deberse a la época de transición seca a lluviosa, ya que estas tomas de muestras se realizaron en días lluviosos podemos apreciar en el Anexo (6, 9,10) por lo que hubiese podido afectar a las captaciones y el agua que llega a la planta podría tender a contener mayor concentración de materias en suspensión y partículas sólidas, por lo que facilita el arrastre de sedimentos que son los causantes del aumento de color.

3.4 Parámetros físicos de los 6 filtros evaluados.

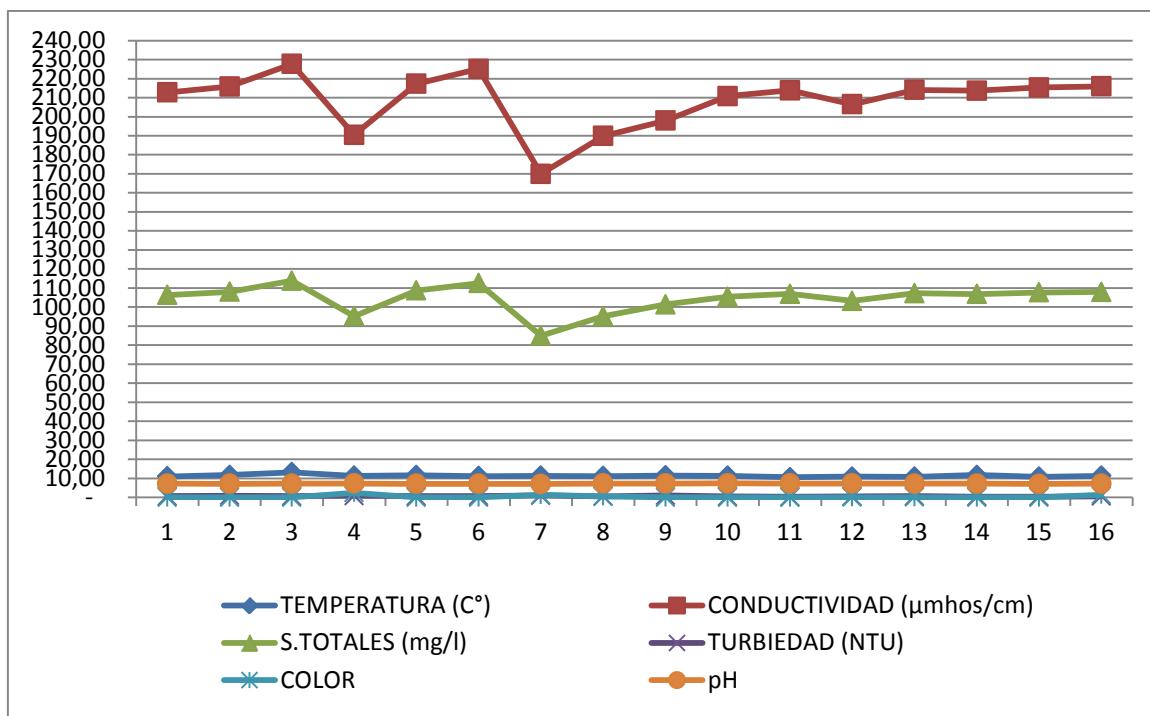
La filtración al ser la operación final de clarificación es la responsable principal de la producción de agua de calidad dentro del proceso de potabilización. El número total de toma de muestras de agua filtrada fue n=96 se determinaron parámetros físicos: temperatura, conductividad, sólidos totales disueltos, turbiedad, color y pH.

Tabla 4: Parámetros físicos de los 6 filtros evaluados expresados como media ± desviación estándar (mín-máx).

FILTROS	Temperatura (°C)	Conductividad (μmhos/cm)	S. totales disueltos(mg/L)	Turbiedad (NTU)	Color (CU)	pH
Filtro 1	11,8 ± 0,96 (9,9 - 13,7)	207,8 ± 14,6 (162,8 - 229,2)	104,0 ± 7,3 (81,4 - 114,6)	1,5 ± 1,3 (0,2 - 4,9)	3,8 ± 7,5 (0 - 42)	7,3 ± 0,1 (6,7 - 7,4)
Filtro 2	11,7 ± 0,95 (9,8 - 14)	209,1 ± 17,1 (161,8 - 297,4)	104,6 ± 8,5 (80,9 - 148,7)	1,4 ± 1,2 (0,2 - 4,7)	3,5 ± 6,9 (0 - 32)	7,3 ± 0,1 (6,7 - 7,4)
Filtro 3	11,7 ± 0,94 (9,8 - 13,8)	208,1 ± 14,5 (161,2 - 229,3)	104,1 ± 7,3 (80,6 - 114,6)	1,5 ± 1,2 (0,2 - 4,7)	3,4 ± 7,2 (0 - 37)	7,3 ± 0,1 (6,7 - 7,4)
Filtro 4	11,6 ± 0,92 (9,9 - 13,8)	208,3 ± 14,4 (161,8 - 229,4)	104,2 ± 7,2 (80,9 - 114,7)	1,5 ± 1,2 (0,2 - 4,8)	3,6 ± 6,6 (0 - 33)	7,3 ± 0,1 (6,7 - 7,4)
Filtro 5	11,6 ± 0,91 (9,9 - 13,7)	208,2 ± 14,5 (161,7 - 229,5)	104,2 ± 7,2 (80,8 - 114,7)	1,5 ± 1,2 (0,2 - 5,5)	4,1 ± 7,0 (0 - 31)	7,3 ± 0,1 (6,7 - 7,4)
Filtro 6	11,7 ± 0,92 (9,8 - 13,8)	207,7 ± 17,1 (116 - 229,4)	104,6 ± 8,2 (80,6 - 144,6)	1,5 ± 1,3 (0,2 - 6,8)	3,4 ± 6,8 (0 - 40)	7,3 ± 0,1 (6,7 - 7,4)
Valor de p	0,763	0,993	0,988	0,999	0,987	0,999

En la tabla 4 se puede observar los valores de p que indican la existencia de suficiente evidencia estadística con un nivel de confianza del 95% (ANOVA; p<0,05) para establecer que no existieron diferencias significativas entre los filtros con respecto a todos los parámetros físicos analizados.

Gráfico 10: Variación de los parámetros físicos en el agua filtrada en función de los distintos tiempos de toma de muestra.



Como se aprecia en el gráfico 10 los parámetros físicos temperatura, conductividad, sólidos totales disueltos, turbiedad y pH del agua filtrada presentaron ligeras diferencias a lo largo del tiempo pero estas no son significativas.

Los valores de los parámetros físicos del agua cruda como son turbiedad, color, pH y la temperatura fueron considerablemente mayores que para el agua filtrada esto se debe a que el agua cruda todavía no es sometida a ningún proceso de potabilización el cual tiene por objetivo eliminar las partículas disueltas para de esta manera disminuir principalmente valores iniciales de turbiedad y color, así como también la adición de coagulantes cuyo objetivo principal es disminuir el pH inicial del agua ;de igual manera la temperatura es mayor en el agua cruda ya que esta permanece por algún tiempo en las unidades de floculación y sedimentación las cuales tienen una profundidad considerable hasta cumplir con sus respectivas etapas las cuales son previas a la filtración. Por otro lado, los parámetros físicos del agua cruda que fueron considerablemente menores en comparación al agua filtrada son la conductividad y los sólidos totales disueltos; ya que durante el proceso de potabilización del agua en las etapas previas a la filtración como son la coagulación y floculación por la adición del sulfato de aluminio sólido tipo A y polímero que se da la formación de partículas.

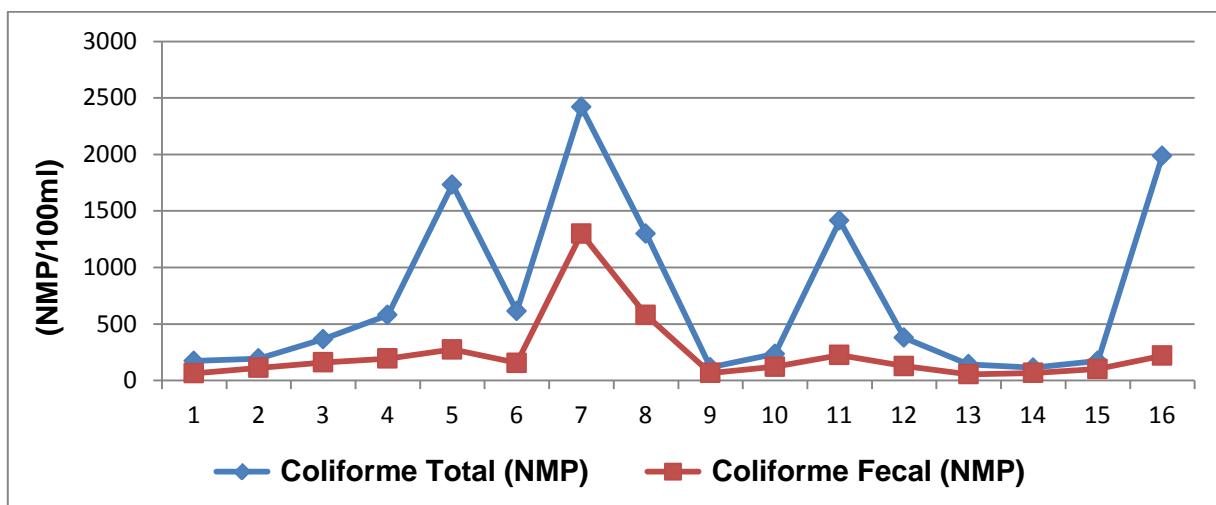
3.5 Parámetros microbiológicos del agua cruda de la planta.

Los agentes microbianos se propagan fácilmente a través de aguas sin tratar por este motivo la importancia de la planta de potabilización de agua de eliminar este tipo de agentes. Para la planta en estudio el número total de toma de muestras de agua cruda fue de $n=16$ en las cuales se determinaron los parámetros microbiológicos, Coliformes totales y fecales.

Tabla 5: Parámetros microbiológicos del agua cruda expresados como media \pm desviación estándar (mín-máx).

Variables	Agua cruda
Coliformes totales (NMP/100 ml)	746,0 \pm 764,8 (113 - 2419,6)
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	239,0 \pm 310,1 (55,6 - 1299,7)

Gráfico 11: Gráfica de la variación de los parámetros microbiológicos del agua cruda en función de los distintos tiempos de toma de muestra.



En el gráfico 11 se observa que en la planta de potabilización en estudio, la carga bacteriana expresada en Coliformes totales y fecales tiene un comportamiento irregular, notándose resultados diferentes según el muestreo realizado.

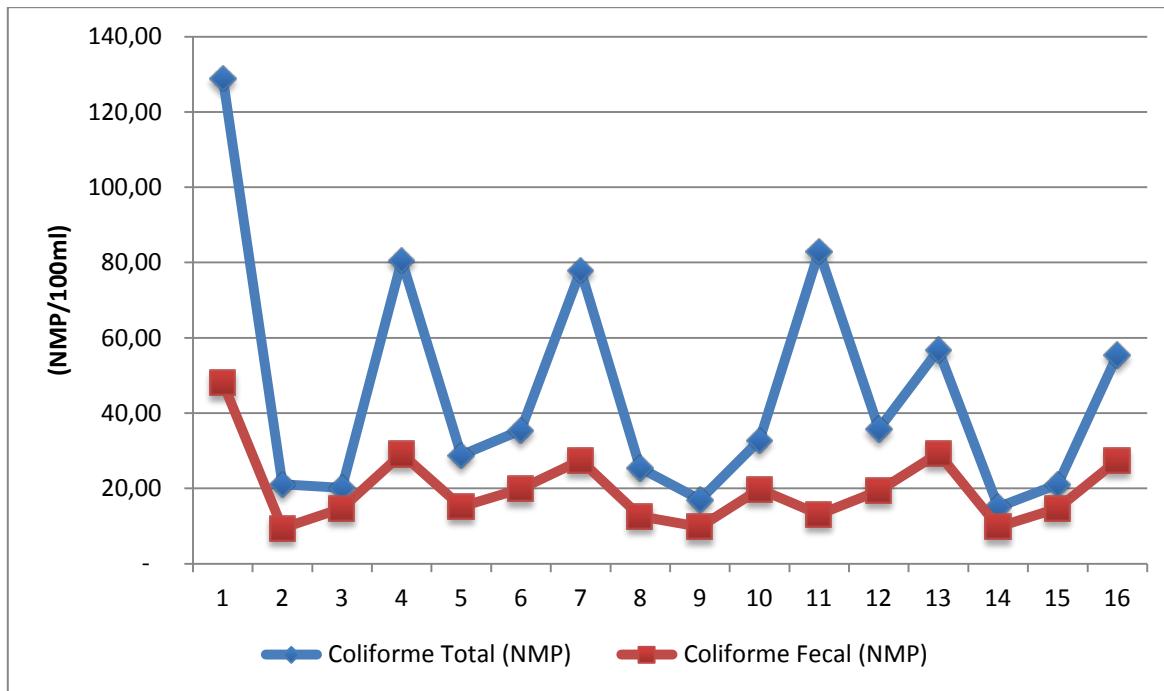
3.6 Parámetros microbiológicos de los 6 filtros evaluados.

La filtración constituyen el último proceso de remoción física y de organismos patógenos y, por ende, se espera que cada unidad de filtración presente altos niveles de remoción de los mismos. El número total de toma de muestras de agua filtrada fue de n=32 para Coliformes totales y n= 32 para Coliformes fecales.

Tabla 6: Parámetros microbiológicos de los 6 filtros evaluados expresados como media \pm desviación estándar (mín-máx).

FILTROS	Coliformes totales (NMP/100 ml)	Coliformes fecales (NMP/100 ml)
Filtro 1	31,0 \pm 32,9 (7,3 - 152,3)	8,5 \pm 7,1 (1 - 23,3)
Filtro 2	32,2 \pm 30,8 (2-152,9)	11,9 \pm 11,7 (0 - 42,2)
Filtro 3	27,5 \pm 20,5 (3 - 90,6)	10,6 \pm 10,2 (0 - 43,5)
Filtro 4	34,9 \pm 32,1 (8,6 - 166,4)	17,3 \pm 15,8 (2 - 59,1)
Filtro 5	31,4 \pm 27,3 (5,2 - 133,3)	13,1 \pm 11,9 (1 - 64,4)
Filtro 6	32,2 \pm 32,2 (4,1 - 172,3)	12,4 \pm 12,3 (0 - 55,7)
Valor de p	0,957	0,086

En la tabla 6 se observa que en los parámetros microbiológicos existe suficiente evidencia estadística con un nivel de confianza del 95% (ANOVA; $p<0,05$) con valores para Coliformes totales de ($p=0,957$), y Coliformes fecales de ($p=0,086$), por lo que se establece que no existen diferencias significativas para ninguno de los filtros.

Gráfico 12: Parámetros microbiológicos de los filtros de la Planta de Uchupucun.

En el gráfico 12 se observa la carga bacteriana expresada en coliformes totales los cuales tienen un comportamiento irregular sin diferencias significativas para Coliformes totales; de la misma manera para Coliformes fecales se observan ligeras diferencias del agua filtrada pero estas no fueron significativas ($p>0.05$) así como se indica en la tabla 6.

3.7 Parámetros físicos y microbiológicos de los diferentes tipos de agua según punto de tratamiento (agua cruda, agua pre filtrada, agua filtrada).

Cualquiera que sea la fuente de agua cruda que llega a la planta necesita de un tratamiento que permita remover las partículas en suspensión, y microorganismos que afectan la calidad de agua para consumo humano por lo cual requiere de un proceso de potabilización el mismo comprende diferentes etapas como son coagulación, floculación, sedimentación (agua pre-filtrada), posteriormente y cuando pasa por las unidades de Filtración (agua filtrada).

Tabla 7: Parámetros físicos y microbiológicos del Agua cruda, pre-filtrada y filtrada expresados como media \pm desviación estándar (mín-máx).

PARÁMETROS	AGUA CRUDA	AGUA PRE – FILTRADA	AGUA FILTRADA	VALOR DE p
Temperatura (°C)	12,5 \pm 1,0 (10,2 - 14,4)	12,0 \pm 0,8 (10,3 - 14)	11,4 \pm 0,9 (9,8 - 13,8)	<0,001
Conductividad ($\mu\text{mhos/cm}$)	198,1 \pm 14,7 (179,6 - 220,2)	207,8 \pm 14,4 (161,7 - 229,2)	208,6 \pm 16,2 (116 - 297,4)	<0,001
S. Totales disueltos (mg/l)	99,0 \pm 7,4 (74,8 - 110,1)	104,1 \pm 7,6 (80,9 - 144,6)	104,5 \pm 7,6 (80,6 - 148,7)	<0,001
Turbiedad (NTU)	13,0 \pm 10,9 (6,1 - 45)	2,5 \pm 0,9 (1,1 - 6,8)	0,4 \pm 0,2 (0,2 - 0,9)	<0,001
Color (CU)	111,7 \pm 82,6 (55 - 379)	6,9 \pm 8,6 (0 - 42)	0,4 \pm 1,6 (0 - 13)	<0,001
pH	7,7 \pm 0,1 (7,4 - 7,9)	7,3 \pm 0,1 (6,79 - 7,4)	7,3 \pm 0,1 (6,7 - 7,4)	<0,001
Coliformes totales (NMP/100 ml)	746,0 \pm 764,8 (113 - 2419,6)	46,0 \pm 35,0 (7,3 - 172,3)	46,0 \pm 35,0 (7,3 - 172,3)	<0,001
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	239,0 \pm 310,1 (55,6 - 1299,7)	20,0 \pm 12,3 (5,2 - 64,4)	4,6 \pm 4,1 (0 - 21,3)	<0,001

En la tabla 7 se observa los valores de p los cuales indican que existe suficiente evidencia estadística con un nivel de confianza del 95% (ANOVA; $p<0,05$) con valores de ($p<0,001$) para establecer que existen diferencias significativas entre los 3 tipos de agua, por lo tanto los parámetros físicos de temperatura, conductividad, sólidos totales disueltos, turbiedad, color, y pH; y los parámetros microbiológicos Coliformes totales y fecales varía entre el agua cruda, agua pre-filtrada y agua filtrada esto es debido a los procesos de potabilización que se da en el las dos últimas y por ende van presentar valores menores al agua cruda.

3.8 Parámetros físicos y microbiológicos según la hora de toma de muestra

En la planta en estudio se efectuó 3 muestreos para establecer el comportamiento de los parámetros físicos del agua filtrada a lo largo del día.

Tabla 8: Parámetros físicos y microbiológicos según la hora de toma de muestra expresados como media \pm desviación estándar (mín-máx).

PARÁMETROS	8:00am	11:00am	2:00pm	VALOR DE p
Temperatura (°C)	11,3 \pm 1,0 (9,8 - 13,6)	11,6 \pm 0,7 (10,1 - 13,8)	12,2 \pm 0,8 (10,5 - 14)	<0,001
Conductividad ($\mu\text{mhos/cm}$)	207,2 \pm 15,8 (161,2 - 228,6)	209,7 \pm 15,2 (173,8 - 297,4)	207,7 \pm 15,0 (116 - 228)	0,223
S. Totales disueltos (mg/l)	103,6 \pm 7,9 (80,6 - 114,3)	104,9 \pm 7,6 (86,9 - 148,7)	104,3 \pm 7,3 (84,4 - 144,6)	0,230
Turbiedad (NTU)	1,3 \pm 1,2 (0,2 - 4,7)	1,4 \pm 1,2 (0,2 - 4,9)	1,7 \pm 1,3 (0,3 - 6,8)	0,004
Color (CU)	2,1 \pm 6,4 (0 - 32)	3,7 \pm 7,2 (0 - 42)	5,2 \pm 7,0 (0 - 40)	<0,001
pH	7,3 \pm 0,2 (6,7 - 7,4)	7,3 \pm 0,1 (7,1 - 7,4)	7,3 \pm 0,1 (7,1 - 7,4)	0,015
Coliformes totales (NMP/100 ml)	31,5 \pm 29,3 (2 - 172,3)	-	-	-
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	12,3 \pm 12,0 (0 - 64,4)	-	-	-

Nota: Es importante mencionar que en los parámetros microbiológicos no se realizó la determinación ANOVA con el valor ($p<0,05$) ya que solo se realizó el muestreo para Coliformes totales y fecales una vez por día a las 8:00am.

En la tabla 8 se puede apreciar que al realizar un análisis de los diferentes parámetros físicos del agua filtrada entre horas, con un nivel de confianza del 95% ($p<0,05$) si existe diferencia significativa en los parámetros físicos como son: temperatura, color y turbiedad, es decir varían de una hora a otra .La temperatura varía de una hora a otra debido a que existen cambios climáticos durante el día.

Los valores de turbiedad y el color no son homogéneos pudiéndose deber principalmente a que en las unidades de filtración el sistema de retrolavado de los filtros solo se realiza una vez por día, las mismas al cumplir su función en el transcurso del día se van a impregnar de partículas sólidas disueltas, por lo tanto principalmente la turbiedad tiende aumentar y en consecuencia la eficiencia tenderá a disminuir.

Por otro lado los parámetros físicos en los cuales no existe diferencia significativa son la conductividad y sólidos totales disueltos esto se debe a que en los procesos de potabilización previos a la filtración como son la coagulación y floculación, en el caso de la planta de Uchupucun se realiza la adición de sales como es el sulfato de aluminio Tipo A y el polímero que son ayudantes de coagulación los cuáles se adicionan la misma dosis en la mañana una vez por día.

En estudio realizado por (ROJAS 2004) nos indica que la conductividad va a depender de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas presentes en el agua así como también de la temperatura a la cual se realiza su determinación, por esta razón cualquier cambio que se dé en la cantidad de sustancias disueltas y en su valencia implica un cambio en la conductividad y por ende en los sólidos totales disueltos ;en una planta potabilizadora la adición de sales las cuales son ayudantes de la coagulación se efectúa una vez por día posterior a la prueba de jarras realizada, el agua tratada va a tener el mismo valor de conductividad; nuestros resultados refuerzan lo expuesto anteriormente por tanto la conductividad y sólidos totales disueltos van a tener valores similares en el transcurso del día.

3.9 Eficiencia de los tratamientos de purificación.

En la planta de tratamiento uno de los principales intereses es que se obtenga la máxima eficiencia de todas las unidades, en la pre-filtración se da un acondicionamiento previo del agua para que la separación de partículas sea efectiva en la filtración, además se espera que cada unidad presente altos niveles de eficiencia en forma constante.

Tabla 9: Eficiencia de los tratamientos de pre filtrado y filtrado clasificados según el filtro, expresados como media \pm desviación estándar (mín-máx).

FILTROS	Eficiencia Pre-filtración	Eficiencia Filtración
Filtro 1	0,76 \pm 0,10 (0,49-0,93)	0,83 \pm 0,84 (0,49-0,95)
Filtro 2	0,77 \pm 0,10 (0,52-0,93)	0,81 \pm 0,09 (0,51-0,93)
Filtro 3	0,77 \pm 0,10 (0,56-0,92)	0,82 \pm 0,09 (0,56-0,93)
Filtro 4	0,77 \pm 0,10 (0,57-0,92)	0,79 \pm 0,11 (0,44-0,93)
Filtro 5	0,76 \pm 0,10 (0,54-0,92)	0,79 \pm 0,12 (0,33-0,93)
Filtro 6	0,77 \pm 0,10 (0,59-0,94)	0,80 \pm 0,11 (0,35-0,94)
Valor de p	0,961	0,3963

En la tabla 9 se observa que no existió diferencia significativa entre la eficiencia de los procesos de pre-filtración y filtración ($p<0,05$), por lo tanto los 6 filtros evaluados presentaron una eficiencia equivalente.

Tabla 10: Eficiencia de los tratamientos de pre-filtrado y filtrado clasificados según el filtro.

EFICIENCIA	PRE-FILTRACIÓN	FILTRACIÓN
Filtro 1	77%	83%
Filtro 2	77%	82%
Filtro 3	77%	82%
Filtro 4	76%	79%
Filtro 5	76%	79%
Filtro 6	77%	80%
EFICIENCIA TOTAL	77%	81%

En la tabla 10 se puede apreciar que en la pre-filtración que es el proceso correspondiente a todas las etapas conjuntas previas a la filtración como son la coagulación, floculación, sedimentación tiene una eficiencia correspondiente al 77 %, de la misma manera en la etapa de filtración la cual constituye el último proceso de remoción física y de organismos patógenos, cada unidad de filtración debe presentar altos niveles de eficiencia en forma constante , la eficiencia de filtración tiene un valor correspondiente al 81% la cual constituye una eficiencia muy buena esto se puede afirmar según lo establecido por la CEPIS 2005, por lo tanto en la Planta de tratamiento de Uchupucun estas unidades vienen trabajando con normalidad.

Clasificación	Valor de Eficiencia
Excelente	>90
Muy buena	80-90
Buena	70-80
Regular	<70

(CEPIS, 2005)

Tabla 11: Eficiencia de los filtros según la hora de la toma de la muestra.

HORAS	Pre-Filtración	Filtración
8:00am	78% \pm 10% (60% - 92%)	85% \pm 8% (44% - 95%)
11:00am	77% \pm 8% (62% - 94%)	80% \pm 11% (33% - 94%)
14:00pm	73% \pm 11% (49% - 92%)	77% \pm 10% (34% - 92%)
Valor de p	<0,001	<0,001

En la tabla 11 se puede apreciar que los procesos de pre-filtración y filtración con un nivel de significancia del 95% ($p<0,05$); si existe diferencian significativa entre las distintas horas de muestra esto se debe principalmente a que las unidades de filtración una vez que han cumplido su función van a disminuir la capacidad de remoción de la turbiedad y por ende la eficiencia en el transcurso del día; cabe mencionar que el lavado de los mismos solo se realiza una vez por día, habitualmente en la tarde, por consiguiente en las primeras horas de la mañana es cuando mayor capacidad de remoción presentan los filtros.

3.10 Relación de la Eficiencia de las etapas de Pre-Filtración y Filtración con los parámetros físicos analizados.

Tabla 12: Relación de los parámetros físicos con la eficiencia del proceso de pre- filtración.

Relación de la Eficiencia de la Pre-Filtración vs Parámetros Físicos.				
PARAMÉTROS FÍSICOS	Coeficiente	Valor de p	(95 % Coeficiente de Intervalo)	
Temperatura (°C)	0,0119	0,0850	-0,0017	0,0255
Conductividad (μmohos/cm)	-0,0037	<0,001	-0,0043	-0,0030
S. Totales disueltos (mg/l)	-0,0070	<0,001	-0,0083	-0,0057
Turbiedad (NTU)	0,0029	0,6550	-0,0100	0,0159
Color (CU)	0,0002	0,4930	-0,0009	0,0018
pH	-0,1652	0,0030	-0,2731	-0,0573

En la tabla 12 se puede apreciar los resultados de la regresión lineal entre la Eficiencia y los parámetros físicos en el agua pre-filtrada, con un nivel de significancia del 95%, se puede evidenciar lo siguiente: la temperatura, la turbiedad y el color influyen positivamente en la eficiencia, mientras que la conductividad, los sólidos totales disueltos y el pH se relacionan negativamente con la misma; del mismo modo se puede constatar que la variable más influyente con respecto a la eficiencia es el pH. Además podemos observar que el pH, la conductividad y los sólidos totales disueltos si son variables significativas con respecto a la eficiencia ($p<0,05$), mientras que la temperatura, la turbiedad y el color no lo son.

Tabla 13: Relación de los parámetros físicos con la eficiencia de la filtración.

Relación de la Eficiencia de la Filtración vs Parámetros Físicos			
PARAMÉTROS FÍSICOS	Coeficiente	Valor de p	(95 %) (Coeficiente de Intervalo)
Temperatura (°C)	-0,0175	0,0080	-0,0303 -0,0046
Conductividad (μmohos/cm)	-0,0020	<0,001	-0,0027 -0,0013
S. Totales disueltos (mg/l)	-0,0046	<0,001	-0,0060 -0,0031
Turbiedad (NTU)	-0,2250	<0,001	-0,2928 -0,1571
Color (CU)	0,0003	0,3260	-0,0036 0,0108
pH	0,0489	0,3370	-0,0512 0,1489

En el análisis de regresión lineal entre la eficiencia y cada uno de los parámetros físicos en la filtración se establece que la temperatura, turbiedad, conductividad y los sólidos totales disueltos muestran una relación negativa con respecto a la eficiencia; es decir, cuando se dé un aumento en cualquiera de las variables antes mencionadas la eficiencia disminuirá; mientras que los parámetros color y pH se relacionan positivamente con la eficiencia de los filtros. Existe suficiente evidencia estadística con un nivel de significancia del 95% para determinar que la temperatura, turbiedad, conductividad y los sólidos totales disueltos son variables significativas con respecto a la eficiencia ($p<0,05$); mientras que el color y pH son parámetros no significativos con respecto a la eficiencia de los filtros.

3.11 Relación de los parámetros físicos con la turbiedad.

La turbidez tiene una gran importancia sanitaria, ya que refleja una aproximación del contenido de materias coloidales, minerales u orgánicas, por lo que puede ser indicio de contaminación.

Tabla 14: Relación de los parámetros físicos y microbiológicos con la turbiedad.

Relación de la Turbiedad vs Parámetros Físicos y Microbiológicos.				
PARAMÉTROS FÍSICOS	Coeficiente	Valor de p	(95 Conf.de Intervalo)	
Temperatura (°C)	1,4414	<0,001	1,0931	1,7897
Conductividad ($\mu\text{mhos/cm}$)	-0,9426	<0,001	0,1156	-0,7292
S. Totales disueltos (mg/l)	-0,1934	<0,001	0,2363	-0,1506
Color (CU)	0,1153	<0,001	0,1128	0,1178
pH	14,2732	<0,001	12,408	16,139
Coliformes totales (NMP/100 ml)	0,0119	<0,001	0,0103	0,0134
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	0,0382	<0,001	0,0350	0,0413

Al realizar la regresión lineal entre la turbiedad y los parámetros físicos y microbiológicos del agua, podemos observar que todos estos parámetros muestran una influencia positiva con respecto a la turbiedad a excepción de la conductividad y los sólidos totales que se relacionan de forma negativa con la misma; se puede afirmar que todos los parámetros analizados son variables significativas con respecto a la turbiedad ($p<0,05$) utilizando un nivel de significancia del 95%.

CONCLUSIONES.

Mediante el presente estudio se logró evaluar la eficiencia promedio de las unidades de filtración de la Planta de tratamiento de Uchupucun. De manera general, la eficiencia fue de 81 % que constituye una eficiencia muy buena según lo establecido por la CEPIS-LIMA (2005) por lo tanto las unidades de filtración vienen trabajando con normalidad.

Se determinó que cada filtro presenta altos valores de eficiencia en forma constante, el que mayor eficiencia presenta es el filtro # 1, con un 83%; mientras que los filtros que menor eficiencia presenta son los filtros # 4 y # 5 con el 79%, este hallazgo podría deberse al lecho filtrante que al ser la base para su buen funcionamiento se encuentre deteriorado o que la antracita se haya perdido.

El análisis de las características físicas demuestra que una vez que el agua cruda pasó por el tratamiento adecuado para su potabilización los valores de los parámetros físicos analizados disminuyen puesto que está dentro de los límites establecidos por la NTE INEN 1108:11.

Se pudo constatar que el análisis microbiológico del agua cruda tiene una elevada carga microbiológica pero luego de las etapas de pre-filtrado y filtrado la carga bacteriana expresada en coliformes totales y fecales disminuyó considerablemente resaltando que en el último proceso de potabilización se realiza una eficiente desinfección con valores de <1 NMP/ml para el agua potable de esta manera se cumple con lo indicado por la Norma INEN 1108.

Se determinó que la turbiedad promedio del agua filtrada fue de 0,69 de esta manera cumple con los establecido por la OMS para una desinfección eficiente.

RECOMENDACIONES.

- En virtud del estudio realizado, se sugiere al personal encargado de la planta revisar los filtros 4 y 5 para verificar si el lecho filtrante se encuentra en las condiciones adecuadas de no ser así se debería realizarse la respectiva corrección.
- Debe realizarse el mantenimiento eficaz y oportuno en todas las unidades que van a cumplir el proceso de potabilización de agua ya que en conjunto contribuyen a obtener agua apta para el consumo humano.
- Revisar periódicamente las unidades de filtración y verificar el lecho filtrante así como también realizarse de manera correcta el lavado de los mismos para evitar que la acumulación de materia orgánica puede influir notablemente en la eficiencia de estas unidades.
- Sensibilizar y capacitar a los operadores que se encuentran laborando en la planta de tratamiento, sobre las consecuencias que conlleva un deficiente proceso de cloración ya que esta es de importante para obtener agua potable con características microbiológicas aceptables.
- Se recomienda incluir la turbidez entre las determinaciones mínimas o básicas de mayor frecuencia para el monitoreo de la calidad del agua potable captadas de fuentes superficiales, aún en el caso de pequeñas y medianas ciudades, dada la rapidez de la obtención del resultado y el bajo costo en su determinación.
- A partir de los datos obtenidos se sugiere hacer un estudio de las características físicas y microbiológicas de las unidades de filtración en las horas posteriores al lavado de los filtros así como también en las características microbiológicas determinar la presencia de quistes de *Giardia lamblia* luego del proceso de filtración.

GLOSARIO.

Aguas residuales: Aguas utilizadas en las viviendas, industria y agricultura que se canalizan en el alcantarillado junto con el agua de lluvia y la que discurre por las calles.

Afluente.- Se considera afluente aquel río que desemboca en otro río y que tiene menos caudal y menos cuenca de recepción que el río principal.

Brote epidémico. - Es una clasificación usada en la epidemiología para referirse a la aparición repentina de una enfermedad debida a una infección en un lugar específico.

Caudal.- Es la cantidad de fluido medido en volumen, que se mueve en una unidad de tiempo.

Colmatación. Se denomina comúnmente colmatación a la acumulación de sedimentos.

Conductímetro.- Es un aparato que mide la resistencia eléctrica que ejerce el volumen de una disolución encerrado entre los dos electrodos.

Densidad.- Es una magnitud escalar referida a la cantidad de masa en un determinado volumen de una sustancia.

Desbaste.- Sistema de rejas y tamices donde quedan retenidos los flotantes y residuos gruesos que arrastra consigo el agua “bruta” o influente en las estaciones regeneradoras.

Descolmatar- Consiste en quitar el residuo acumulado en una superficie por acción de desplazamiento de vientos, aguas superficiales o subterráneas o masas de agua, acciones de agentes químicos, acciones de organismos vivos.

Escurrimiento.- Es la parte de la precipitación que aparece en las corrientes fluviales superficiales, perennes, intermitentes o efímeras, y que regresa al mar o a los cuerpos de agua interiores.

Espacios intergranulares.- Son espacios pequeños, interconectados entre sí, por donde circula el agua.

Flóculos.- Unidad ecológica y estructural del fango activo formada por una agrupación de bacterias y otros microorganismos que permiten la oxidación de la materia orgánica en las balsas de activación.

Ionización.- Fenómeno químico o físico mediante el cual se producen iones, estos son átomos o moléculas cargadas eléctricamente debido al exceso o falta de electrones respecto a un átomo o molécula neutra.

Lecho filtrante.- Forma de tratamiento biológico del agua. El lecho filtrante está formado por partículas de granulometría graduada. Estas partículas pueden ser arena, grava u otros materiales granulados.

Nefelómetro.- Instrumento para medir partículas suspendidas en un líquido. Esto lo hace empleando una fotocelda colocada en un ángulo de 90° con respecto a una fuente luminosa.

Polielectrolitos.- Son polímeros cuyas unidades de repetición soportan un grupo electrolito. Policationes y polianiones son polielectrolitos. Estos grupos se disocian en disoluciones acuosas (agua), por lo que quedan como polímeros cargados.

Potencial zeta.- Describe la intensidad del campo eléctrico estático de la capa doble en el límite entre el grano y el fluido (plano de corte). Es utilizado para evaluar nano partículas.

Retro lavado.- Es la operación de mantenimiento más importante para el correcto desempeño una cama con un medio granular, que puede ser de carbón activado, multimedia, zeolita, suavizador.

Sedimento.- Es la materia que, después de haber estado en suspensión en un líquido, termina en el fondo por su mayor gravedad.

Suspensión coloidal.- Es un sistema físico-químico formado por dos fases: una continua, normalmente fluida, y otra dispersa en forma de partículas, por lo general sólidas. La fase dispersa es la que se halla en menor proporción.

Trihalometanos.- Los trihalometanos se generan en el proceso de potabilización del agua como resultado de la reacción química que surge al entrar en contacto la materia orgánica natural presente en el agua con el cloro añadido como desinfectante.

ABREVIATURAS.

CEPIS = Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.

CU = Unidades de Color

C.Totales= Coliformes totales.

C.fecales = Coliformes fecales.

Cm = Centímetro.

°C = Grados centígrados.

OMS= Organización Mundial de la Salud.

EPA=Agencia de Protección Ambiental

DST= Tecnología de Sustratos Definidos.

MUG= Indicador Metilumbeliferyl- β -glucorónido

μ mohos = Micromohos

ML= Mililitro

NMP= Número Más Probable.

STD= Sólidos Totales Disueltos.

UNT= Unidades Nefelométricas de turbiedad

BIBLIOGRAFÍA.

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, A. W. (1995). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. New York.
2. ANDA. (01 de Octubre de 2010). Potabilización del Agua. Obtenido de Sitio Web estandarizado de el Salvador: http://www.anda.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=350&Itemid=266
3. ARAYA, A. (2012). Riesgo microbiológico en sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano. Recuperado el 14 de Diciembre de 2014, de https://cdn.fbsbx.com/hphotos-xap1/v/t59.2708/21/10657782_655216924590425_536063329_n.pdf?oh=e4e7b89c0e851f73fdaad0d78ac17cc9&oe=549C7B80
4. ARCOS, M. d., & COL. (12 de Diciembre de 2005). Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. Recuperado el 10 de Diciembre de 2014, de http://www.unicolmayor.edu.co/invest_nova/NOVA/ARTREVIS2_4.pdf
5. AZNAR, A., & BARBA, A. (2002). DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS DE CALIDAD DE LAS AGUAS. Recuperado el 26 de enero de 2015, de <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf>
6. BADUI, S. (2006). Química de alimentos. En S. Badui Degal, Química de alimentos (Cuarta Edición ed., págs. 1-12). México: Pearson Education.
7. BARRENECHE, A. (04 de Octubre de 2009). ASPECTOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA. Obtenido de Tratamiento de agua para consumo humano: http://www.ingenieriasanitaria.com/web15/manual1/tomo1/ma1_tomo1_cap1.pdf

8. CARDENAS, Y. A. (Abril de 2000). SEDAPAL. Recuperado el 05 de enero de 2014, de TRATAMIENTO DE AGUA. Coagulacion y Floculacion.: <http://www.frm.utn.edu.ar/archivos/civil/Sanitaria/Coagulaci%C3%B3n%20y%20Floculaci%C3%B3n%20del%20Agua%20Potable.pdf>
 9. EMAPAL-EP. (2009). Planta de Tratamiento de Agua Potable.
 10. FOMENTO, S. D. (1997). Calidad del agua determinación de NMP de Coliformes Totales y fecales. Obtenido de http://www.upemor.edu.mx/labotarchivos/archivos/HEAL/practica_7.pdf
 11. GARCÍA, R. R. (MAYO-JUNIO de 2003). CALIDAD DEL AGUA DE FUENTES DE MANANTIAL EN LA ZONA BÁSICA DE SALUD DE SIGÜENZA. Recuperado el LUNES de DICIEMBRE de 2014, de SCIELO: http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1135-57272003000300012&script=sci_arttext
 12. GRAW, H. M. (2002). CALIDAD Y TRATAMIENTO DEL AGUA. MADRID: INTERAMERICANA.
 13. IDEXX, L. (2013). KIT DE ANALISIS COLILERT. Recuperado el 10 de Diciembre de 2014, de [idexx.com/water](http://www.idexx.com/water)
 14. INEN. (Marzo de 1983). INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. Obtenido de AGUA POTABLE. DETERMINACIÓN DE LA TURBIEDAD: <http://www.inen.gob.ec/images/pdf/nte/971.pdf>
 15. INEN. (MARZO de 1983). INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. Obtenido de INEN 970 AGUA POTABLE. DETERMINACIÓN DEL COLOR: <http://www.inen.gob.ec/images/pdf/nte/970.pdf>
 16. INEN. (09 de 09 de 1984). Instituto Ecuatoriano de Normalización. Obtenido de INEN 077: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0977.1984.pdf>.
 17. INEN. (2011). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA. Obtenido de INEN 1108: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1108.2011.pdf>
 18. LENNTCH. (2006). Calidad de agua. Obtenido de http://www.infoiarna.org.gt/guateagua/subtemas/3/3_Calidad_del_agua.pdf
-

19. MALDONADO, V. (04 de Octubre de 2009). Ingenieria Sanitaria. Obtenido de Plantas de filtración Rápida: http://www.ingenieriasanitaria.com/web15/index.php?option=com_content&view=article&id=54&Itemid=58
20. MARCÓ, L., AZARIO, R., METZLER, C., & GARCIA, M. d. (2004). Higiene y Sanidad Ambiental. Obtenido de La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadoras a partir de fuentes superficiales.
21. METZLER, M. (2004). TRATAMIENTO DEL AGUA. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/operacion/cap8.pdf>
22. MORALES, M. &. (6 de Abril de 2009). Pruebas de tratabilidad del agua del rastro municipal (Industrias de Abasto puebla). Obtenido de Universidad Autónoma del Estado de Puebla: http://www.uaemex.mx/Red_Ambientales/docs/memorias/Extenso/TA/EO/TAO-50.pdf
23. OMS. (1998). Tratamiento de Agua. Recuperado el 20 de Noviembre de 2014, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/operacion/cap8.pdf>
24. OMS. (26 de Abril de 2004). Organización Mundial de la Salud. Obtenido de Guías para la calidad del agua potable: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3sp.pdf
25. OMS. (2006). Organización Mundial de la Salud. Recuperado el 15 de Diciembre de 2014, de Guias para la calidad del agua potable.: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf?ua=1
26. ONU, A. (2009). RECURSOS HIDRICOS. Recuperado el 27 de ENERO de 2014, de <http://www.greenfacts.org/es/recursos-hidricos/recursos-hidricos-foldout.pdf>
27. OPS, O. P. (Diciembre de 2013). Guia para la vigilancia Sanitaria del Agua. Obtenido de Acciones para garantizar agua segura a la población: http://www.paho.org/dor/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=97&Itemid=222

28. ORELLANA, J. A. (2005). CARACTERÍSTICAS DEL AGUA POTABLE. Obtenido de Ingeniería Sanitaria- UTN - FRRO: http://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/Ingenieria_Sanitaria_A4_Capitulo_03_Caracteristicas_del_Agua_Potable.pdf
29. PÉREZ, L. (Agosto de 2005). TEORÍA DE LA SEDIMENTACIÓN. Obtenido de INSTITUTO DE INGENIERÍA SANITARIA: http://www.fi.uba.ar/archivos/institutos_teoria_sedimentacion.pdf
30. PIGNATTA, D. A. (Abril de 2005). Utilización del Parámetro Eficiencia en Remoción de la Turbiedad. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/tratagua/peru/urgapa006.pdf>
31. RODRÍGUEZ, E. (23 de Marzo de 2011). El Uso del Cloro en la Desinfección del Agua. Obtenido de Universidad de Puerto Rico: http://hispagua.cedex.es/sites/default/files/uso_cloro.pdf
32. ROJAS, J. R. (2002). Calidad del Agua. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
33. ROJAS, R. (2012). OPS/CEPIS. Obtenido de GUIA PARA LA VIGILANCIA Y CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO: <http://www.bvsde.paho.org/CD-GDWQ/Biblioteca/GuiasGDW/Guia%20para%20la%20VCCA%20RRojas.pdf>
34. ROMERO, M. (01 de Octubre de 2009). TRATAMIENTOS UTILIZADOS EN POTABILIZACIÓN DE AGUA. Obtenido de Facultad de Ingeniería - Universidad Rafael Landívar: http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL_08_ING02.pdf
35. SEVERICHE, C., & COL. (2013). MANUAL DE METODOS ANALITICOS PARA LA DETERMINACION DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS BASICOS EN AGUAS. Recuperado el 03 de FEBRERO de 2015, de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1326/1326.pdf>
36. SILVA J, R. L. (ENERO de 2004). SCIELO. Obtenido de Determinación de microorganismos indicadores de calidad sanitaria. Coliformes totales, coliformes fecales y aerobios mesófilos en agua potable envasada y distribuida en San Diego,

estado Carabobo, Venezuela: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=s1315-25562004000100008&script=sci_arttext

37. SILVA, A. (2011). Salud y Vida. Recuperado el 13 de Diciembre de 2014, de Agua Potable y Calidad de Vida: <http://www.sld.cu/saludvida/temas.php?idv=14486>
38. SL TARGET, A. (13 de marzo de 2014). Innovación y Cualificación. Experto en gestión medioambiental. Recuperado el 12 de diciembre de 2014, de https://books.google.es/books?id=MbwRAwAAQBAJ&dq=proceso+de+sedimentacion+del+agua+potable+en+plantas+de+tratamiento+PDF&hl=es&source=gbs_navlinks_s
39. TORRES, P., & COL. (2009). INDICES DE CALIDAD DEL AGUA DE FUENTES SUPERFICIALES UTILIZADAS EN LA PRODUCCION DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO. Recuperado el 30 de ENERO de 2015, de <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n15s1/v8n15s1a09.pdf>
40. TRUJILLO, A. (2007). Principios Básicos de calidad y tratamiento del Agua Potable. Colombia: Universidad de Caldas.
41. U.SALAMANCA. (2010). Recuento de Coliformes Totales. Obtenido de Laboratorio de Tecnología Educativa. Departamento de Microbiología y Genética. Universidad de Salamanca.: http://virus.usal.es/Web/demo_fundacua/demo2/FiltraMembColiT_auto.html
42. UNITEK WATER, G. (2009). PARAMETROS FISICO QUIMICOS DEL AGUA. Recuperado el 26 de enero de 2015, de http://www.unitek.com.ar/productos-lecho-mixto.php?id_lib_tecnica=6
43. VALENCIA, J. A. (2000). Teoría y Practica de la Purificación del Agua. Colombia: Acodal.
44. VARGAS, L. (20 de 04 de 2000). PLANTAS DE TRATAMIENTO DE FILTROS RAPIDOS. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/tratagua/rapida/rapida1.html>
45. VARGAS, L. D. (2004). Tratamiento de Agua Para Consumo, Plantas de Filtración Rápida . Lima: OPS/ CEPIS/PUB/04.109.



**46. VIVES DE ANDREIS, J. B. (julio de 2003). MANUAL DE TECNICAS ANALITICAS
PARA LA INVESTIGACION DE PARAMETROS FISICO - QUIMICOS DEL AGUA.**

Recuperado el 26 de enero de 2015, de
<http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/7010manualTecnicasanaliticas..pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Hoja de recolección de datos: Análisis Microbiológico.

FECHA	HORA	MUESTRA	Coliformes totales (Código)	NMP/100 mL.	Coliformes Fecales (Código)	NMP/100 mL.
	8:00am	AGUA CRUDA				
	8:00am	ENTRADA F1				
	8:00am	ENTRADA F2				
	8:00am	ENTRADA F3				
	8:00am	ENTRADA F4				
	8:00am	ENTRADA F5				
	8:00am	ENTRADA F6				
	8:00am	SALIDA F1				
	8:00am	SALIDA F2				
	8:00am	SALIDA F3				
	8:00am	SALIDA F4				
	8:00am	SALIDA F5				
	8:00am	SALIDA F6				
	8:00am	AGUA POTABLE				

Anexo 2: Hoja de recolección de datos: Análisis Físico.

FECHA	HORA	MUESTRA	T(°C)	CONDUTIVIDAD (μmhos/cm)	S.T.DISUELtos (mg/l)	pH	TURBIEDAD (NTU)	COLOR (CU)
	8:00am	A.CRUDA						
	8:00am	ENTR. F1						
	8:00am	ENTR. F2						
	8:00am	ENTR. F3						
	8:00am	ENTR. F4						
	8:00am	ENTR. F5						
	8:00am	ENTR. F6						
	8:00am	SALIDA F1						
	8:00am	SALIDA F2						
	8:00am	SALIDA F3						
	8:00am	SALIDA F4						
	8:00am	SALIDA F5						
	8:00am	SALIDA F6						
	11:00am	A.CRUDA						
	11:00am	ENTR. F1						
	11:00am	ENTR. F2						
	11:00am	ENTR. F3						
	11:00am	ENTR. F4						
	11:00am	ENTR. F5						
	11:00am	ENTR. F6						
	11:00am	SALIDA F1						
	11:00am	SALIDA F2						
	11:00am	SALIDA F3						
	11:00am	SALIDA F4						
	11:00am	SALIDA F5						
	11:00am	SALIDA F6						
	2:00pm	A.CRUDA						
	2:00pm	ENTR. F1						
	2:00pm	ENTR. F2						
	2:00pm	ENTR. F3						
	2:00pm	ENTR. F4						
	2:00pm	ENTR. F5						
	2:00pm	ENTR. F6						
	2:00pm	SALIDA F1						
	2:00pm	SALIDA F2						
	2:00pm	SALIDA F3						
	2:00pm	SALIDA F4						
	2:00pm	SALIDA F5						
	2:00pm	SALIDA F6						

Anexo 3: Resultados del Análisis Físico - MUESTREO # 1

Nota: En las tablas de resultados el agua pre-filtrada se menciona como entrada a filtros y el agua filtrada como salida de filtros.

#	FECHA	HORA	MUESTRA	TEMPERATURA (C°)	CONDUCTIVIDAD (μs/cm)	S.TOTALES (mg/l)	TURBIEDAD (NTU)	COLOR (CU)	pH	Eficiencia (%)
1	17/11/2014	8:00am	AGUA CRUDA	11,9	212,2	106,1	7,12	58	7,6	
2	17/11/2014	8:00am	ENTRADA F 1	10,6	216,4	108,2	2,74	0	7,4	62%
3	17/11/2014	8:00am	ENTRADA F 2	10,7	215,2	107,6	2,56	0	7,4	64%
4	17/11/2014	8:00am	ENTRADA F 3	10,5	210,2	105,1	2,65	0	7,4	63%
5	17/11/2014	8:00am	ENTRADA F 4	10,4	215,6	107,8	2,72	0	7,4	62%
6	17/11/2014	8:00am	ENTRADA F 5	10,4	216,2	108,1	2,84	0	7,4	60%
7	17/11/2014	8:00am	ENTRADA F 6	10,4	216,2	108,1	2,69	0	7,4	62%
8	17/11/2014	8:00am	SALIDA F 1	9,9	214,6	107,3	0,284	0	7,3	90%
9	17/11/2014	8:00am	SALIDA F 2	9,9	215,2	107,6	0,287	0	7,3	89%
10	17/11/2014	8:00am	SALIDA F 3	9,9	214,4	107,2	0,286	0	7,3	89%
11	17/11/2014	8:00am	SALIDA F 4	9,9	215,6	107,8	0,285	0	7,3	90%
12	17/11/2014	8:00am	SALIDA F 5	9,9	214,2	107,1	0,349	0	7,3	88%
13	17/11/2014	8:00am	SALIDA F 6	9,8	214,2	107,1	0,306	0	7,3	89%
14	17/11/2014	11:00am	AGUA CRUDA	14,4	209,2	104,6	7,86	55	7,5	
15	17/11/2014	11:00am	ENTRADA F 1	13,1	218,5	109,25	2,56	6	7,4	67%
16	17/11/2014	11:00am	ENTRADA F 2	13,1	216,4	108,2	2,88	3	7,4	63%
17	17/11/2014	11:00am	ENTRADA F 3	12,8	217,8	108,9	2,81	2	7,4	64%
18	17/11/2014	11:00am	ENTRADA F 4	12,6	217,8	108,9	2,58	4	7,4	67%
19	17/11/2014	11:00am	ENTRADA F 5	12,6	216,6	108,3	2,89	2	7,4	63%
20	17/11/2014	11:00am	ENTRADA F 6	12,8	218,2	109,1	2,85	2	7,4	64%
21	17/11/2014	11:00am	SALIDA F 1	11,3	210,2	105,1	0,442	0	7,3	83%
22	17/11/2014	11:00am	SALIDA F 2	11,2	211,1	105,55	0,395	0	7,2	86%
23	17/11/2014	11:00am	SALIDA F 3	10,9	210,4	105,2	0,483	0	7,3	83%
24	17/11/2014	11:00am	SALIDA F 4	10,8	211,3	105,65	0,393	0	7,3	85%
25	17/11/2014	11:00am	SALIDA F 5	11,1	213,6	106,8	0,388	0	7,3	87%
26	17/11/2014	11:00am	SALIDA F 6	11,2	211,4	105,7	0,368	0	7,3	87%
27	17/11/2014	2:00pm	AGUA CRUDA	12,7	204,2	102,1	7,7	56	7,7	
28	17/11/2014	2:00pm	ENTRADA F 1	12,4	211,2	105,6	1,94	13	7,4	75%
29	17/11/2014	2:00pm	ENTRADA F 2	12,6	212,4	106,2	1,91	9	7,4	75%
30	17/11/2014	2:00pm	ENTRADA F 3	12,5	212,2	106,1	1,85	12	7,3	76%
31	17/11/2014	2:00pm	ENTRADA F 4	12,4	212,2	106,1	1,77	8	7,3	77%
32	17/11/2014	2:00pm	ENTRADA F 5	12,3	212,6	106,3	1,86	11	7,3	76%
33	17/11/2014	2:00pm	ENTRADA F 6	12,3	212,6	106,3	1,91	0	7,4	75%
34	17/11/2014	2:00pm	SALIDA F 1	12,1	211,2	105,6	0,297	0	7,3	85%
35	17/11/2014	2:00pm	SALIDA F 2	12,1	213,4	106,7	0,321	0	7,3	83%
36	17/11/2014	2:00pm	SALIDA F 3	11,9	211,4	105,7	0,322	0	7,3	83%
37	17/11/2014	2:00pm	SALIDA F 4	11,9	212,3	106,15	0,355	0	7,3	80%
38	17/11/2014	2:00pm	SALIDA F 5	12,1	211,6	105,8	0,391	0	7,3	79%
39	17/11/2014	2:00pm	SALIDA F 6	12,1	213,2	106,6	0,372	0	7,3	81%

Anexo 4: Resultados del Análisis Físico - MUESTREO # 2

#	FECHA	HORA	MUESTRA	TEMPERATURA (C°)	CONDUTIVIDAD (μs/cm)	S.TOTALES (mg/l)	TURBIEDAD (NTU)	COLOR (CU)	pH	Eficiencia (%)
40	20/11/2014	8:00am	AGUA CRUDA	12,6	206,8	103,4	7,4	82	7,6	
41	20/11/2014	8:00am	ENTRADA F 1	12,3	217,2	108,6	2,81	0	7,4	62%
42	20/11/2014	8:00am	ENTRADA F 2	12,1	217,2	108,6	2,66	0	7,4	64%
43	20/11/2014	8:00am	ENTRADA F 3	12,1	217,4	108,7	2,78	0	7,3	62%
44	20/11/2014	8:00am	ENTRADA F 4	11,8	217,6	108,8	2,72	0	7,3	63%
45	20/11/2014	8:00am	ENTRADA F 5	11,8	217,8	108,9	2,83	0	7,3	62%
46	20/11/2014	8:00am	ENTRADA F 6	11,8	217,6	108,8	2,87	0	7,2	61%
47	20/11/2014	8:00am	SALIDA F 1	11,4	218,6	109,3	0,286	0	7,2	90%
48	20/11/2014	8:00am	SALIDA F 2	11,1	218,4	109,2	0,283	0	7,2	89%
49	20/11/2014	8:00am	SALIDA F 3	11,2	218,4	109,2	0,236	0	7,2	92%
50	20/11/2014	8:00am	SALIDA F 4	11,1	218,2	109,1	0,276	0	7,2	90%
51	20/11/2014	8:00am	SALIDA F 5	11,2	219,2	109,6	0,298	0	7,2	89%
52	20/11/2014	8:00am	SALIDA F 6	11,2	218,2	109,1	0,31	0	7,2	89%
53	20/11/2014	11:00am	AGUA CRUDA	13,3	205,2	102,6	7,1	71	7,8	
54	20/11/2014	11:00am	ENTRADA F 1	12,1	217,4	108,7	1,94	2	7,4	73%
55	20/11/2014	11:00am	ENTRADA F 2	12,3	217,4	108,7	1,82	3	7,4	74%
56	20/11/2014	11:00am	ENTRADA F 3	12,1	216,8	108,4	1,88	6	7,4	74%
57	20/11/2014	11:00am	ENTRADA F 4	12,1	218,2	109,1	1,83	5	7,4	74%
58	20/11/2014	11:00am	ENTRADA F 5	12,1	218,4	109,2	1,95	3	7,4	73%
59	20/11/2014	11:00am	ENTRADA F 6	12,1	217,6	108,8	1,89	6	7,4	73%
60	20/11/2014	11:00am	SALIDA F 1	11,9	218,4	109,2	0,396	0	7,2	80%
61	20/11/2014	11:00am	SALIDA F 2	11,9	218,2	109,1	0,367	0	7,2	80%
62	20/11/2014	11:00am	SALIDA F 3	11,5	218,2	109,1	0,383	0	7,2	80%
63	20/11/2014	11:00am	SALIDA F 4	11,2	217,8	108,9	0,354	0	7,2	81%
64	20/11/2014	11:00am	SALIDA F 5	11,2	218,4	109,2	0,402	0	7,2	79%
65	20/11/2014	11:00am	SALIDA F 6	11,2	218,2	109,1	0,415	0	7,2	78%
66	20/11/2014	2:00pm	AGUA CRUDA	13,7	203	102,1	7,3	64	7,7	
67	20/11/2014	2:00pm	ENTRADA F 1	13,2	212	106,3	3,72	13	7,3	49%
68	20/11/2014	2:00pm	ENTRADA F 2	13,3	214	107,3	3,51	14	7,3	52%
69	20/11/2014	2:00pm	ENTRADA F 3	13,2	212	106,4	3,19	15	7,3	56%
70	20/11/2014	2:00pm	ENTRADA F 4	13,2	213	106,8	3,11	12	7,3	57%
71	20/11/2014	2:00pm	ENTRADA F 5	13,1	216	108,1	3,37	15	7,3	54%
72	20/11/2014	2:00pm	ENTRADA F 6	13,2	228	144,6	2,86	13	7,3	61%
73	20/11/2014	2:00pm	SALIDA F 1	12,8	211	105,8	0,816	0	7,2	78%
74	20/11/2014	2:00pm	SALIDA F 2	12,6	211	105,8	0,815	0	7,2	77%
75	20/11/2014	2:00pm	SALIDA F 3	12,8	211	105,8	0,804	0	7,2	75%
76	20/11/2014	2:00pm	SALIDA F 4	12,5	211	105	0,849	0	7,2	73%
77	20/11/2014	2:00pm	SALIDA F 5	12,4	212	106,7	0,894	0	7,2	73%
78	20/11/2014	2:00pm	SALIDA F 6	12,6	209	105,1	0,801	0	7,2	72%

Anexo 5: Resultados del Análisis Físico - MUESTREO # 3

#	FECHA	HORA	MUESTRA	TEMPERATURA (C°)	CONDUTIVIDAD (μs/cm)	S.TOTALES (mg/l)	TURBIEDAD (NTU)	COLOR (CU)	pH	Eficiencia (%)
79	24/11/2014	8:00am	AGUA CRUDA	12,2	220,2	110,1	9,2	95	7,8	
80	24/11/2014	8:00am	ENTRADA F 1	12,9	226,4	113,2	2,52	1	7,3	73%
81	24/11/2014	8:00am	ENTRADA F 2	12,9	227,4	113,7	2,43	1	7,3	74%
82	24/11/2014	8:00am	ENTRADA F 3	12,8	227,2	113,6	2,31	2	7,3	75%
83	24/11/2014	8:00am	ENTRADA F 4	12,8	227,4	113,7	2,49	1	7,3	73%
84	24/11/2014	8:00am	ENTRADA F 5	12,8	222,4	111,2	2,41	2	7,3	74%
85	24/11/2014	8:00am	ENTRADA F 6	12,9	227,6	113,8	2,21	2	7,3	76%
86	24/11/2014	8:00am	SALIDA F 1	13,1	228,6	114,3	0,288	0	7,3	89%
87	24/11/2014	8:00am	SALIDA F 2	13,1	227,2	113,6	0,273	0	7,3	89%
88	24/11/2014	8:00am	SALIDA F 3	13,1	228,4	114,2	0,282	0	7,3	88%
89	24/11/2014	8:00am	SALIDA F 4	13,2	228,4	114,2	0,311	0	7,3	88%
90	24/11/2014	8:00am	SALIDA F 5	13,2	228,6	114,3	0,329	0	7,3	86%
91	24/11/2014	8:00am	SALIDA F 6	13,2	228,4	114,2	0,316	0	7,3	86%
92	24/11/2014	11:00am	AGUA CRUDA	12,9	216,3	108,15	9,3	70	7,7	
93	24/11/2014	11:00am	ENTRADA F 1	13,4	228,3	114,15	2,23	3	7,2	76%
94	24/11/2014	11:00am	ENTRADA F 2	13,3	228,4	114,2	2,34	3	7,2	75%
95	24/11/2014	11:00am	ENTRADA F 3	13,2	228,6	114,3	2,57	4	7,2	72%
96	24/11/2014	11:00am	ENTRADA F 4	13,2	229,2	114,6	2,32	4	7,2	75%
97	24/11/2014	11:00am	ENTRADA F 5	13,3	228,4	114,2	2,44	5	7,2	74%
98	24/11/2014	11:00am	ENTRADA F 6	13,3	228,6	114,3	2,61	4	7,2	72%
99	24/11/2014	11:00am	SALIDA F 1	13,7	229,2	114,6	0,307	0	7,2	86%
100	24/11/2014	11:00am	SALIDA F 2	13,7	229,3	114,65	0,345	0	7,2	85%
101	24/11/2014	11:00am	SALIDA F 3	13,7	229,3	114,65	0,427	0	7,2	83%
102	24/11/2014	11:00am	SALIDA F 4	13,8	229,4	114,7	0,376	0	7,2	84%
103	24/11/2014	11:00am	SALIDA F 5	13,7	229,5	114,75	0,395	0	7,2	84%
104	24/11/2014	11:00am	SALIDA F 6	13,8	229,4	114,7	0,382	0	7,2	85%
105	24/11/2014	2:00pm	AGUA CRUDA	11,6	213,3	106,65	9,12	68	7,7	
106	24/11/2014	2:00pm	ENTRADA F 1	12,1	224,2	112,1	2,45	1	7,2	73%
107	24/11/2014	2:00pm	ENTRADA F 2	12,2	225,4	112,7	2,67	1	7,2	71%
108	24/11/2014	2:00pm	ENTRADA F 3	12,3	225,3	112,65	2,63	1	7,2	71%
109	24/11/2014	2:00pm	ENTRADA F 4	12,3	224,8	112,4	2,42	2	7,2	73%
110	24/11/2014	2:00pm	ENTRADA F 5	12,2	224,7	112,35	2,65	3	7,2	71%
111	24/11/2014	2:00pm	ENTRADA F 6	12,3	224,6	112,3	2,68	2	7,2	71%
112	24/11/2014	2:00pm	SALIDA F 1	12,7	224,6	112,3	0,438	0	7,2	82%
113	24/11/2014	2:00pm	SALIDA F 2	12,7	225,6	112,8	0,478	0	7,2	82%
114	24/11/2014	2:00pm	SALIDA F 3	12,8	225,4	112,7	0,486	0	7,2	82%
115	24/11/2014	2:00pm	SALIDA F 4	12,9	225,8	112,9	0,471	0	7,2	81%
116	24/11/2014	2:00pm	SALIDA F 5	12,8	225,4	112,7	0,493	0	7,2	81%
117	24/11/2014	2:00pm	SALIDA F 6	12,9	225,9	112,95	0,473	0	7,2	82%

Anexo 6: Resultados del Análisis Físico - MUESTREO # 4 (Día lluvioso)

#	FECHA	HORA	MUESTRA	TEMPERATURA (C°)	CONDUTIVIDAD (μs/cm)	S.TOTALES (mg/l)	TURBIEDAD (NTU)	COLOR (CU)	pH	Eficiencia (%)
118	27/11/2014	8:00am	AGUA CRUDA	13,7	180,6	90,35	33,2	269	7,6	
119	27/11/2014	8:00am	ENTRADA F 1	12,9	189,8	94,9	3,87	0	7,3	88%
120	27/11/2014	8:00am	ENTRADA F 2	12,8	189,3	94,7	3,56	0	7,3	89%
121	27/11/2014	8:00am	ENTRADA F 3	12,9	189,3	94,7	3,52	0	7,3	89%
122	27/11/2014	8:00am	ENTRADA F 4	12,7	189,4	94,7	3,53	0	7,3	89%
123	27/11/2014	8:00am	ENTRADA F 5	12,8	188,8	94,6	3,27	0	7,3	90%
124	27/11/2014	8:00am	ENTRADA F 6	12,9	189,4	94,5	3,62	0	7,3	89%
125	27/11/2014	8:00am	SALIDA F 1	10,5	190,4	95,2	0,204	0	7,3	95%
126	27/11/2014	8:00am	SALIDA F 2	10,4	190,4	95,2	0,254	0	7,3	93%
127	27/11/2014	8:00am	SALIDA F 3	10,5	190,2	95,1	0,285	0	7,3	92%
128	27/11/2014	8:00am	SALIDA F 4	10,5	190,6	95,3	0,264	0	7,3	93%
129	27/11/2014	8:00am	SALIDA F 5	10,4	190,4	95,2	0,263	0	7,3	92%
130	27/11/2014	8:00am	SALIDA F 6	10,5	190,4	95,2	0,219	0	7,3	94%
131	27/11/2014	11:00am	AGUA CRUDA	12,1	180,1	90,5	20,9	191	7,6	
132	27/11/2014	11:00am	ENTRADA F 1	11,1	189,3	94,7	4,93	42	7,3	76%
133	27/11/2014	11:00am	ENTRADA F 2	11,1	189,1	94,6	4,79	32	7,3	77%
134	27/11/2014	11:00am	ENTRADA F 3	11,2	189	94,5	4,7	37	7,3	78%
135	27/11/2014	11:00am	ENTRADA F 4	10,9	189,6	94,8	4,6	21	7,3	78%
136	27/11/2014	11:00am	ENTRADA F 5	11,2	189,3	94,7	3,6	31	7,3	83%
137	27/11/2014	11:00am	ENTRADA F 6	11,1	189,4	94,7	3,12	21	7,3	85%
138	27/11/2014	11:00am	SALIDA F 1	10,8	187,9	94	0,483	0	7,3	90%
139	27/11/2014	11:00am	SALIDA F 2	10,7	187,8	93,9	0,439	1	7,3	91%
140	27/11/2014	11:00am	SALIDA F 3	10,7	189,2	94,6	0,491	0	7,3	90%
141	27/11/2014	11:00am	SALIDA F 4	10,8	188,8	94,8	0,634	9	7,3	86%
142	27/11/2014	11:00am	SALIDA F 5	10,8	188,9	94,5	0,506	13	7,3	86%
143	27/11/2014	11:00am	SALIDA F 6	10,9	188,6	94,3	0,503	1	7,3	84%
144	27/11/2014	2:00pm	AGUA CRUDA	13,9	187,6	88,8	12,4	136	7,6	
145	27/11/2014	2:00pm	ENTRADA F 1	13,5	190,1	95,1	2,74	8	7,3	78%
146	27/11/2014	2:00pm	ENTRADA F 2	13,4	190,4	95,2	2,44	20	7,3	80%
147	27/11/2014	2:00pm	ENTRADA F 3	13,3	190,3	95,2	2,56	4	7,3	79%
148	27/11/2014	2:00pm	ENTRADA F 4	13,4	190,4	95,2	2,23	4	7,3	82%
149	27/11/2014	2:00pm	ENTRADA F 5	13,2	190,4	95,2	2,48	4	7,3	80%
150	27/11/2014	2:00pm	ENTRADA F 6	13,4	190,6	95,3	2,05	13	7,3	83%
151	27/11/2014	2:00pm	SALIDA F 1	12,9	192,8	96,4	0,491	6	7,3	82%
152	27/11/2014	2:00pm	SALIDA F 2	12,8	192,8	96,4	0,424	3	7,3	83%
153	27/11/2014	2:00pm	SALIDA F 3	12,9	192,7	96,4	0,459	2	7,3	82%
154	27/11/2014	2:00pm	SALIDA F 4	12,8	191,4	95,8	0,482	0	7,3	78%
155	27/11/2014	2:00pm	SALIDA F 5	12,8	191,5	95,8	0,499	6	7,3	80%
156	27/11/2014	2:00pm	SALIDA F 6	12,7	193,2	96,7	0,418	3	7,3	80%

Anexo 7: Resultados del Análisis Físico - MUESTREO # 5

#	FECHA	HORA	MUESTRA	TEMPERATURA (C°)	CONDUTIVIDAD (μs/cm)	S.TOTALES (mg/l)	TURBIEDAD (NTU)	COLOR (CU)	pH	Eficiencia (%)
157	01/12/2014	8:00am	AGUA CRUDA	13,4	205,4	102,7	8,08	85	7,7	
158	01/12/2014	8:00am	ENTRADA F 1	12,8	219,6	109,8	2,21	0	7,2	73%
159	01/12/2014	8:00am	ENTRADA F 2	12,9	220,2	110,1	2,01	0	7,2	75%
160	01/12/2014	8:00am	ENTRADA F 3	12,8	221,2	110,6	2,69	0	7,2	67%
161	01/12/2014	8:00am	ENTRADA F 4	12,7	220,4	110,2	2,28	0	7,2	72%
162	01/12/2014	8:00am	ENTRADA F 5	12,7	220,6	110,3	2,89	0	7,2	64%
163	01/12/2014	8:00am	ENTRADA F 6	12,7	220,4	110,2	2,57	0	7,2	68%
164	01/12/2014	8:00am	SALIDA F 1	11,7	221,3	110,65	0,361	0	7,2	84%
165	01/12/2014	8:00am	SALIDA F 2	11,8	221,4	110,7	0,322	0	7,2	84%
166	01/12/2014	8:00am	SALIDA F 3	11,8	221,6	110,8	0,385	0	7,2	86%
167	01/12/2014	8:00am	SALIDA F 4	11,6	221,4	110,7	0,314	0	7,2	86%
168	01/12/2014	8:00am	SALIDA F 5	11,8	221,4	110,7	0,453	0	7,2	84%
169	01/12/2014	8:00am	SALIDA F 6	11,8	221,2	110,6	0,439	0	7,2	83%
170	01/12/2014	11:00am	AGUA CRUDA	13,1	203,4	101,7	8,81	89	7,7	
171	01/12/2014	11:00am	ENTRADA F 1	11,7	216,8	108,4	1,81	1	7,2	79%
172	01/12/2014	11:00am	ENTRADA F 2	11,6	217,2	108,6	1,08	2	7,2	88%
173	01/12/2014	11:00am	ENTRADA F 3	11,6	218,2	109,1	1,73	1	7,2	80%
174	01/12/2014	11:00am	ENTRADA F 4	11,6	217,4	108,7	1,42	0	7,2	84%
175	01/12/2014	11:00am	ENTRADA F 5	11,5	217,2	108,6	1,98	2	7,2	78%
176	01/12/2014	11:00am	ENTRADA F 6	11,5	217,6	108,8	1,92	1	7,2	78%
177	01/12/2014	11:00am	SALIDA F 1	11,3	218,7	109,35	0,321	0	7,2	82%
178	01/12/2014	11:00am	SALIDA F 2	11,3	217,8	108,9	0,298	0	7,2	72%
179	01/12/2014	11:00am	SALIDA F 3	11,3	218,6	109,3	0,362	0	7,2	79%
180	01/12/2014	11:00am	SALIDA F 4	11,2	217,6	108,8	0,374	0	7,2	74%
181	01/12/2014	11:00am	SALIDA F 5	11,2	217,4	108,7	0,446	0	7,2	77%
182	01/12/2014	11:00am	SALIDA F 6	11,2	218,2	109,1	0,398	0	7,2	79%
183	01/12/2014	2:00pm	AGUA CRUDA	12,3	205	103,1	8,78	79	7,8	
184	01/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 1	13,1	209	105,3	1,92	4	7,2	78%
185	01/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 2	12,6	211	105,8	2,2	6	7,2	75%
186	01/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 3	12,6	213	106,9	1,51	5	7,2	83%
187	01/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 4	12,4	212	106,2	1,83	7	7,2	79%
188	01/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 5	12,5	212,1	106,1	2,03	8	7,2	77%
189	01/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 6	12,5	212	106,2	2,28	6	7,2	74%
190	01/12/2014	2:00pm	SALIDA F 1	12,3	212	106,3	0,457	0	7,2	76%
191	01/12/2014	2:00pm	SALIDA F 2	12,3	212	106,3	0,482	0	7,2	78%
192	01/12/2014	2:00pm	SALIDA F 3	12,3	213	106,7	0,428	0	7,2	72%
193	01/12/2014	2:00pm	SALIDA F 4	12,2	212	106,5	0,497	0	7,2	73%
194	01/12/2014	2:00pm	SALIDA F 5	12,2	213	106,4	0,515	0	7,2	75%
195	01/12/2014	2:00pm	SALIDA F 6	12,2	212	106,4	0,599	0	7,2	74%

Anexo 8: Resultados del Análisis Físico – MUESTREO # 6

#	FECHA	HORA	MUESTRA	TEMPERATURA (C°)	CONDUTIVIDAD (μs/cm)	S.TOTALES (mg/l)	TURBIEDAD (NTU)	COLOR (CU)	pH	Eficiencia (%)
196	04/12/2014	8:00am	AGUA CRUDA	12,8	215,1	107,55	6,07	55	7,6	
197	04/12/2014	8:00am	ENTRADA F 1	10,8	225,2	112,6	1,88	1	7,2	69%
198	04/12/2014	8:00am	ENTRADA F 2	10,5	225,4	112,7	1,79	0	7,2	71%
199	04/12/2014	8:00am	ENTRADA F 3	10,3	226,4	113,2	1,66	0	7,2	73%
200	04/12/2014	8:00am	ENTRADA F 4	10,3	226,2	113,1	1,67	1	7,2	72%
201	04/12/2014	8:00am	ENTRADA F 5	10,3	227,2	113,6	1,87	0	7,2	69%
202	04/12/2014	8:00am	ENTRADA F 6	10,3	226,6	113,3	1,54	0	7,2	75%
203	04/12/2014	8:00am	SALIDA F 1	10,1	228,2	114,1	0,218	0	7,2	88%
204	04/12/2014	8:00am	SALIDA F 2	10,1	227,6	113,8	0,258	0	7,2	86%
205	04/12/2014	8:00am	SALIDA F 3	10,2	227,8	113,9	0,201	0	7,2	88%
206	04/12/2014	8:00am	SALIDA F 4	10,2	227,3	113,65	0,218	0	7,2	87%
207	04/12/2014	8:00am	SALIDA F 5	10,3	226,8	113,4	0,298	0	7,2	84%
208	04/12/2014	8:00am	SALIDA F 6	10,1	227,2	113,6	0,208	0	7,2	86%
209	04/12/2014	11:00am	AGUA CRUDA	11,8	208,2	104,1	7,28	64	7,7	
210	04/12/2014	11:00am	ENTRADA F 1	11,7	226,2	113,1	2,8	1	7,2	62%
211	04/12/2014	11:00am	ENTRADA F 2	11,7	226,4	113,2	2,19	0	7,2	70%
212	04/12/2014	11:00am	ENTRADA F 3	11,6	226,3	113,15	2,24	3	7,2	69%
213	04/12/2014	11:00am	ENTRADA F 4	11,6	226,4	113,2	2,37	3	7,2	67%
214	04/12/2014	11:00am	ENTRADA F 5	11,7	226,4	113,2	2,03	2	7,2	72%
215	04/12/2014	11:00am	ENTRADA F 6	11,8	226,6	113,3	2,13	1	7,2	71%
216	04/12/2014	11:00am	SALIDA F 1	11,5	226,2	113,1	0,553	0	7,2	80%
217	04/12/2014	11:00am	SALIDA F 2	11,4	227,4	113,7	0,522	0	7,2	76%
218	04/12/2014	11:00am	SALIDA F 3	11,5	227,7	113,85	0,538	0	7,2	76%
219	04/12/2014	11:00am	SALIDA F 4	11,5	227,8	113,9	0,512	0	7,2	78%
220	04/12/2014	11:00am	SALIDA F 5	11,5	226,8	113,4	0,529	0	7,2	74%
221	04/12/2014	11:00am	SALIDA F 6	11,4	226,6	113,3	0,524	0	7,2	75%
222	04/12/2014	2:00pm	AGUA CRUDA	11,9	212,2	106,1	11,6	101	7,7	
223	04/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 1	13,2	219,2	109,6	2,42	9	7,2	79%
224	04/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 2	12,7	220,2	110,1	2,38	8	7,2	79%
225	04/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 3	12,6	220,2	110,1	2,54	9	7,2	78%
226	04/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 4	12,6	220,2	110,1	2,85	11	7,2	75%
227	04/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 5	12,4	220,3	110,15	2,83	13	7,2	76%
228	04/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 6	12,3	220,8	110,4	3,03	12	7,2	74%
229	04/12/2014	2:00pm	SALIDA F 1	12,1	221,8	110,9	0,602	0	7,2	75%
230	04/12/2014	2:00pm	SALIDA F 2	11,9	221,6	110,8	0,672	0	7,2	72%
231	04/12/2014	2:00pm	SALIDA F 3	11,9	220,6	110,3	0,707	0	7,2	72%
232	04/12/2014	2:00pm	SALIDA F 4	11,8	220,2	110,1	0,814	0	7,2	71%
233	04/12/2014	2:00pm	SALIDA F 5	11,8	220,2	110,1	0,814	0	7,2	71%
234	04/12/2014	2:00pm	SALIDA F 6	11,9	220,4	110,2	0,863	0	7,2	72%

Anexo 9: Resultados del Análisis Físico - MUESTREO # 7 (Día lluvioso)

#	FECHA	HORA	MUESTRA	TEMPERATURA (C°)	CONDUTIVIDAD (μs/cm)	S.TOTALES (mg/l)	TURBIEDAD (NTU)	COLOR (CU)	pH	Eficiencia (%)
235	08/12/2014	8:00am	AGUA CRUDA	13,9	164,2	82,1	40,6	276	7,4	
236	08/12/2014	8:00am	ENTRADA F 1	13,5	163,3	81,65	4,69	23	6,8	88%
237	08/12/2014	8:00am	ENTRADA F 2	13,6	162,8	81,4	4,35	30	6,8	89%
238	08/12/2014	8:00am	ENTRADA F 3	13,4	162,2	81,1	4,22	32	6,8	90%
239	08/12/2014	8:00am	ENTRADA F 4	13,2	161,9	80,95	4,28	19	6,8	89%
240	08/12/2014	8:00am	ENTRADA F 5	13,1	161,7	80,85	4,83	28	6,8	88%
241	08/12/2014	8:00am	ENTRADA F 6	13	165,6	82,8	3,96	30	6,8	90%
242	08/12/2014	8:00am	SALIDA F 1	9,9	162,8	81,4	0,395	0	6,7	92%
243	08/12/2014	8:00am	SALIDA F 2	9,8	161,8	80,9	0,327	0	6,7	92%
244	08/12/2014	8:00am	SALIDA F 3	9,8	161,2	80,6	0,371	0	6,7	91%
245	08/12/2014	8:00am	SALIDA F 4	9,9	161,8	80,9	0,309	0	6,7	93%
246	08/12/2014	8:00am	SALIDA F 5	10,1	164,2	82,1	0,421	0	6,7	91%
247	08/12/2014	8:00am	SALIDA F 6	9,9	161,2	80,6	0,317	0	6,7	92%
248	08/12/2014	11:00am	AGUA CRUDA	13,6	149,6	74,8	45	376	7,8	
249	08/12/2014	11:00am	ENTRADA F 1	13	173,8	86,9	3,91	15	7,3	91%
250	08/12/2014	11:00am	ENTRADA F 2	12,4	175,9	87,95	3,61	14	7,3	92%
251	08/12/2014	11:00am	ENTRADA F 3	12,3	175,8	87,9	3,91	31	7,3	91%
252	08/12/2014	11:00am	ENTRADA F 4	12,3	177,5	88,75	3,66	33	7,3	92%
253	08/12/2014	11:00am	ENTRADA F 5	12,3	176,8	88,4	3,81	21	7,3	92%
254	08/12/2014	11:00am	ENTRADA F 6	12,2	178,4	89,2	3,94	10	7,3	91%
255	08/12/2014	11:00am	SALIDA F 1	11,8	174,4	87,2	0,291	0	7,3	93%
256	08/12/2014	11:00am	SALIDA F 2	11,7	175,6	87,8	0,282	0	7,3	92%
257	08/12/2014	11:00am	SALIDA F 3	11,6	174,2	87,1	0,296	0	7,3	92%
258	08/12/2014	11:00am	SALIDA F 4	11,5	176,8	88,4	0,301	0	7,3	92%
259	08/12/2014	11:00am	SALIDA F 5	11,4	174,9	87,45	0,308	0	7,3	92%
260	08/12/2014	11:00am	SALIDA F 6	11,2	177,1	88,55	0,318	0	7,3	92%
261	08/12/2014	2:00pm	AGUA CRUDA	13,5	155,5	77,75	44	379	7,9	
262	08/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 1	13,6	168,8	84,4	4,6	37	7,2	90%
263	08/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 2	14	170,2	85,1	4,5	27	7,2	90%
264	08/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 3	13,8	170,7	85,35	4,47	19	7,2	90%
265	08/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 4	13,6	171,4	85,7	4,83	27	7,2	89%
266	08/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 5	13,4	170,8	85,4	5,53	28	7,2	87%
267	08/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 6	13,3	170,3	85,15	6,84	40	7,2	84%
268	08/12/2014	2:00pm	SALIDA F 1	12,7	171,8	85,9	0,368	0	7,2	92%
269	08/12/2014	2:00pm	SALIDA F 2	12,5	172,2	86,1	0,388	0	7,2	91%
270	08/12/2014	2:00pm	SALIDA F 3	12,5	172,2	86,1	0,396	0	7,2	91%
271	08/12/2014	2:00pm	SALIDA F 4	12,6	172,1	86,05	0,443	8	7,2	91%
272	08/12/2014	2:00pm	SALIDA F 5	12,6	171,9	85,95	0,657	11	7,2	88%
273	08/12/2014	2:00pm	SALIDA F 6	12,5	172,4	86,2	0,765	6	7,2	89%

Anexo 10: Resultados del Análisis Físico - MUESTREO # 8 (Día lluvioso).

#	FECHA	HORA	MUESTRA	TEMPERATURA (C°)	CONDUTIVIDAD (μs/cm)	S.TOTALES (mg/l)	TURBIEDAD (NTU)	COLOR (CU)	pH	Eficiencia (%)
274	11/12/2014	8:00am	AGUA CRUDA	12,3	177,6	88,8	36,2	240	7,8	
275	11/12/2014	8:00am	ENTRADA F 1	11,9	186,6	93,3	3,04	8	7,4	92%
276	11/12/2014	8:00am	ENTRADA F 2	11,6	187,2	93,6	3,23	6	7,4	91%
277	11/12/2014	8:00am	ENTRADA F 3	11,9	186,3	93,15	3,34	4	7,4	91%
278	11/12/2014	8:00am	ENTRADA F 4	12,1	187,6	93,8	3,57	6	7,4	90%
279	11/12/2014	8:00am	ENTRADA F 5	12,1	189,4	94,7	3,48	8	7,4	90%
280	11/12/2014	8:00am	ENTRADA F 6	12,2	190,8	95,4	3,1	7	7,4	91%
281	11/12/2014	8:00am	SALIDA F 1	9,9	190,8	95,4	0,211	0	7,4	93%
282	11/12/2014	8:00am	SALIDA F 2	9,9	191,1	95,55	0,215	0	7,4	93%
283	11/12/2014	8:00am	SALIDA F 3	9,9	191,4	95,7	0,227	0	7,4	93%
284	11/12/2014	8:00am	SALIDA F 4	9,9	190,4	95,2	0,236	0	7,4	93%
285	11/12/2014	8:00am	SALIDA F 5	9,9	190,4	95,2	0,232	0	7,4	93%
286	11/12/2014	8:00am	SALIDA F 6	9,9	192,6	96,3	0,231	0	7,4	93%
287	11/12/2014	11:00am	AGUA CRUDA	10,7	176,8	88,4	36,6	225	7,8	
288	11/12/2014	11:00am	ENTRADA F 1	12,7	180,4	90,8	3,97	10	7,3	89%
289	11/12/2014	11:00am	ENTRADA F 2	12,2	185,3	92,7	3,04	12	7,3	92%
290	11/12/2014	11:00am	ENTRADA F 3	11,8	186,9	93,5	3,91	10	7,3	89%
291	11/12/2014	11:00am	ENTRADA F 4	11,4	187,4	93,7	3,95	11	7,3	89%
292	11/12/2014	11:00am	ENTRADA F 5	11,5	188,4	94,2	3,95	13	7,3	89%
293	11/12/2014	11:00am	ENTRADA F 6	11,2	188,6	94,3	3,99	14	7,3	89%
294	11/12/2014	11:00am	SALIDA F 1	11	188,7	94,4	0,248	11	7,3	94%
295	11/12/2014	11:00am	SALIDA F 2	11	189,4	94,7	0,272	0	7,3	91%
296	11/12/2014	11:00am	SALIDA F 3	11,1	189,4	94,7	0,331	0	7,3	92%
297	11/12/2014	11:00am	SALIDA F 4	11	187,6	93,8	0,323	0	7,3	92%
298	11/12/2014	11:00am	SALIDA F 5	11,1	188,8	94,4	0,378	0	7,3	90%
299	11/12/2014	11:00am	SALIDA F 6	11	189,8	94,9	0,408	0	7,3	90%
300	11/12/2014	2:00pm	AGUA CRUDA	13,8	185,6	92,9	32,5	301	7,9	
301	11/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 1	13,3	187,6	93,8	3,93	10	7,4	88%
302	11/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 2	13,2	188,2	94,1	3,34	12	7,4	90%
303	11/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 3	13,1	188,6	94,4	3,74	8	7,4	88%
304	11/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 4	13	188,8	94,4	3,85	11	7,4	88%
305	11/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 5	12,9	188,8	94,4	3,58	12	7,4	89%
306	11/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 6	13	190	95	3,18	10	7,4	90%
307	11/12/2014	2:00pm	SALIDA F 1	13	194,1	95,1	0,589	0	7,4	85%
308	11/12/2014	2:00pm	SALIDA F 2	12,9	191	95,5	0,482	0	7,4	86%
309	11/12/2014	2:00pm	SALIDA F 3	12,8	191,3	95,7	0,545	0	7,4	85%
310	11/12/2014	2:00pm	SALIDA F 4	12,7	189,9	94,9	0,639	0	7,4	83%
311	11/12/2014	2:00pm	SALIDA F 5	12,7	180,2	95,1	0,593	0	7,4	83%
312	11/12/2014	2:00pm	SALIDA F 6	12,7	191,3	95,7	0,586	0	7,4	82%

Anexo 11: Resultados del Análisis Físico - MUESTREO # 9

#	FECHA	HORA	MUESTRA	TEMPERATURA (C°)	CONDUTIVIDAD (μs/cm)	S.TOTALES (mg/l)	TURBIEDAD (NTU)	COLOR (CU)	pH	Eficiencia (%)
313	15/12/2014	8:00am	AGUA CRUDA	13,1	188,2	94,1	8,41	97	7,6	
314	15/12/2014	8:00am	ENTRADA F 1	12,7	197,3	98,65	1,59	0	7,3	81%
315	15/12/2014	8:00am	ENTRADA F 2	12,5	198,4	99,2	1,54	0	7,3	82%
316	15/12/2014	8:00am	ENTRADA F 3	12,4	197,8	98,9	1,52	0	7,3	82%
317	15/12/2014	8:00am	ENTRADA F 4	12,3	198,3	99,15	1,82	0	7,3	78%
318	15/12/2014	8:00am	ENTRADA F 5	12,4	198,4	99,2	1,59	0	7,3	81%
319	15/12/2014	8:00am	ENTRADA F 6	12,3	198,2	99,1	1,57	0	7,3	81%
320	15/12/2014	8:00am	SALIDA F 1	12,2	199,1	99,55	0,206	0	7,3	87%
321	15/12/2014	8:00am	SALIDA F 2	12,2	199,2	99,6	0,201	0	7,3	87%
322	15/12/2014	8:00am	SALIDA F 3	12,3	199,2	99,6	0,221	0	7,3	85%
323	15/12/2014	8:00am	SALIDA F 4	12,2	199,4	99,7	0,275	0	7,3	85%
324	15/12/2014	8:00am	SALIDA F 5	12,3	199,2	99,6	0,229	0	7,3	86%
325	15/12/2014	8:00am	SALIDA F 6	12,2	199,4	99,7	0,243	0	7,3	85%
326	15/12/2014	11:00am	AGUA CRUDA	11,6	192,5	96,3	9,18	88	7,8	
327	15/12/2014	11:00am	ENTRADA F 1	11,7	204	102,3	3,33	4	7,4	64%
328	15/12/2014	11:00am	ENTRADA F 2	11,6	208	104,6	2,87	3	7,4	69%
329	15/12/2014	11:00am	ENTRADA F 3	11,3	208	104,5	2,86	4	7,4	69%
330	15/12/2014	11:00am	ENTRADA F 4	11,2	210	105,7	2,42	5	7,4	74%
331	15/12/2014	11:00am	ENTRADA F 5	11,3	211	106,1	2,33	5	7,4	75%
332	15/12/2014	11:00am	ENTRADA F 6	11,3	209	104,9	2,41	4	7,4	74%
333	15/12/2014	11:00am	SALIDA F 1	11,1	207	104,1	0,519	0	7,4	84%
334	15/12/2014	11:00am	SALIDA F 2	11,1	208	104,3	0,525	0	7,4	82%
335	15/12/2014	11:00am	SALIDA F 3	10,9	208	104,2	0,535	0	7,4	81%
336	15/12/2014	11:00am	SALIDA F 4	11	208	104,5	0,438	0	7,4	82%
337	15/12/2014	11:00am	SALIDA F 5	11	208	104,4	0,483	0	7,4	79%
338	15/12/2014	11:00am	SALIDA F 6	11,1	209	104,8	0,436	0	7,4	82%
339	15/12/2014	2:00pm	AGUA CRUDA	11,3	190,6	95,3	8,86	85	7,8	
340	15/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 1	12,4	199,8	100,3	3,09	1	7,4	65%
341	15/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 2	11,9	200	100,1	3,23	1	7,4	64%
342	15/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 3	11,9	200	100,6	3,05	2	7,4	66%
343	15/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 4	11,6	199,8	100	3,42	3	7,4	61%
344	15/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 5	11,6	199,9	100,1	3,25	3	7,4	63%
345	15/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 6	11,9	199,2	99,6	3,53	1	7,4	60%
346	15/12/2014	2:00pm	SALIDA F 1	11,5	201	100,9	0,625	0	7,4	80%
347	15/12/2014	2:00pm	SALIDA F 2	11,5	201	100,9	0,698	0	7,4	78%
348	15/12/2014	2:00pm	SALIDA F 3	11,4	201	101,1	0,631	0	7,4	79%
349	15/12/2014	2:00pm	SALIDA F 4	11,3	200	100	0,712	0	7,4	79%
350	15/12/2014	2:00pm	SALIDA F 5	11,4	200	100,1	0,774	0	7,4	76%
351	15/12/2014	2:00pm	SALIDA F 6	11,4	116	98,1	0,662	0	7,4	81%

Anexo 12: Resultados del Análisis Físico - MUESTREO # 10

#	FECHA	HORA	MUESTRA	TEMPERATURA (C°)	CONDUTIVIDAD (μs/cm)	S.TOTALES (mg/l)	TURBIEDAD (NTU)	COLOR (CU)	pH	Eficiencia (%)
352	18/12/2014	8:00am	AGUA CRUDA	12,8	200,4	100,2	8,2	91	7,7	
353	18/12/2014	8:00am	ENTRADA F 1	11,6	209,3	104,65	1,53	0	7,4	81%
354	18/12/2014	8:00am	ENTRADA F 2	11,8	209,4	104,7	1,48	0	7,4	82%
355	18/12/2014	8:00am	ENTRADA F 3	11,5	210,2	105,1	1,58	0	7,4	81%
356	18/12/2014	8:00am	ENTRADA F 4	11,2	210,2	105,1	1,49	0	7,4	82%
357	18/12/2014	8:00am	ENTRADA F 5	11,2	209,8	104,9	1,48	0	7,4	82%
358	18/12/2014	8:00am	ENTRADA F 6	11,3	210,4	105,2	1,49	0	7,4	82%
359	18/12/2014	8:00am	SALIDA F 1	11,2	211,3	105,65	0,203	0	7,4	87%
360	18/12/2014	8:00am	SALIDA F 2	11,3	211,4	105,7	0,205	0	7,4	86%
361	18/12/2014	8:00am	SALIDA F 3	11,3	211,6	105,8	0,218	0	7,4	86%
362	18/12/2014	8:00am	SALIDA F 4	11,3	211,4	105,7	0,213	0	7,4	86%
363	18/12/2014	8:00am	SALIDA F 5	11,4	211,8	105,9	0,202	0	7,4	86%
364	18/12/2014	8:00am	SALIDA F 6	11,2	211,6	105,8	0,212	0	7,4	86%
365	18/12/2014	11:00am	AGUA CRUDA	12,3	202,3	101,15	8,3	79	7,8	
366	18/12/2014	11:00am	ENTRADA F 1	11,9	208,4	104,2	1,84	3	7,4	78%
367	18/12/2014	11:00am	ENTRADA F 2	11,5	208,2	104,1	1,78	3	7,4	79%
368	18/12/2014	11:00am	ENTRADA F 3	11,5	208,4	104,2	1,75	4	7,4	79%
369	18/12/2014	11:00am	ENTRADA F 4	11,4	209,2	104,6	1,93	5	7,4	77%
370	18/12/2014	11:00am	ENTRADA F 5	11,7	208,8	104,4	1,93	4	7,4	77%
371	18/12/2014	11:00am	ENTRADA F 6	11,6	208,2	104,1	1,74	4	7,4	79%
372	18/12/2014	11:00am	SALIDA F 1	11,2	209,4	104,7	0,302	0	7,4	84%
373	18/12/2014	11:00am	SALIDA F 2	11,2	209,6	104,8	0,312	0	7,4	82%
374	18/12/2014	11:00am	SALIDA F 3	11,3	209,8	104,9	0,316	0	7,4	82%
375	18/12/2014	11:00am	SALIDA F 4	11,4	209,6	104,8	0,301	0	7,4	84%
376	18/12/2014	11:00am	SALIDA F 5	11,2	209,4	104,7	0,361	0	7,4	81%
377	18/12/2014	11:00am	SALIDA F 6	11,3	209,8	104,9	0,333	0	7,4	81%
378	18/12/2014	2:00pm	AGUA CRUDA	11,7	203,4	101,7	7,8	68	7,8	
379	18/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 1	12,8	210,2	105,1	2,84	7	7,4	64%
380	18/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 2	12,6	210,4	105,2	3,26	8	7,4	58%
381	18/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 3	12,1	210,3	105,15	3,31	8	7,4	58%
382	18/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 4	12,8	210,4	105,2	3,09	7	7,4	60%
383	18/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 5	12,7	210,4	105,2	3,14	8	7,4	60%
384	18/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 6	12,7	210,6	105,3	3,01	9	7,4	61%
385	18/12/2014	2:00pm	SALIDA F 1	11,7	211,2	105,6	0,563	0	7,4	80%
386	18/12/2014	2:00pm	SALIDA F 2	11,7	211,3	105,65	0,631	0	7,4	81%
387	18/12/2014	2:00pm	SALIDA F 3	11,7	211,2	105,6	0,643	0	7,4	81%
388	18/12/2014	2:00pm	SALIDA F 4	11,6	211,4	105,7	0,662	0	7,4	79%
389	18/12/2014	2:00pm	SALIDA F 5	11,6	211,5	105,75	0,848	0	7,4	73%
390	18/12/2014	2:00pm	SALIDA F 6	11,7	211,6	105,8	0,791	0	7,4	74%

Anexo 13: Resultados del Análisis Físico - MUESTREO # 11

#	FECHA	HORA	MUESTRA	TEMPERATURA (C°)	CONDUCTIVIDAD (μs/cm)	S.TOTALES (mg/l)	TURBIEDAD (NTU)	COLOR (CU)	pH	Eficiencia (%)
391	22/12/2014	8:00am	AGUA CRUDA	12,9	196,8	98,4	8,04	86	7,8	
392	22/12/2014	8:00am	ENTRADA F 1	11,8	205,4	102,7	1,18	0	7,4	85%
393	22/12/2014	8:00am	ENTRADA F 2	11,7	205,6	102,8	1,29	0	7,4	84%
394	22/12/2014	8:00am	ENTRADA F 3	11,5	205,6	102,8	1,09	0	7,4	86%
395	22/12/2014	8:00am	ENTRADA F 4	11,5	205,4	102,7	1,22	0	7,4	85%
396	22/12/2014	8:00am	ENTRADA F 5	11,5	205,8	102,9	1,38	0	7,4	83%
397	22/12/2014	8:00am	ENTRADA F 6	11,5	205,2	102,6	1,49	0	7,4	81%
398	22/12/2014	8:00am	SALIDA F 1	11,2	206,2	103,1	0,196	0	7,4	83%
399	22/12/2014	8:00am	SALIDA F 2	10,9	206,4	103,2	0,201	0	7,4	84%
400	22/12/2014	8:00am	SALIDA F 3	10,8	206,4	103,2	0,214	0	7,4	80%
401	22/12/2014	8:00am	SALIDA F 4	10,6	206,2	103,1	0,217	0	7,4	82%
402	22/12/2014	8:00am	SALIDA F 5	10,5	206,4	103,2	0,228	0	7,4	83%
403	22/12/2014	8:00am	SALIDA F 6	10,5	206,4	103,2	0,208	0	7,4	86%
404	22/12/2014	11:00am	AGUA CRUDA	10,2	198,4	99,2	8,4	84	7,8	
405	22/12/2014	11:00am	ENTRADA F 1	11,1	206,9	103,45	1,74	0	7,4	79%
406	22/12/2014	11:00am	ENTRADA F 2	10,5	206,8	103,4	1,62	0	7,4	81%
407	22/12/2014	11:00am	ENTRADA F 3	10,5	206,8	103,4	1,51	0	7,4	82%
408	22/12/2014	11:00am	ENTRADA F 4	10,5	206,9	103,45	1,48	0	7,4	82%
409	22/12/2014	11:00am	ENTRADA F 5	10,5	206,8	103,4	1,68	0	7,4	80%
410	22/12/2014	11:00am	ENTRADA F 6	10,5	206,4	103,2	1,43	0	7,4	83%
411	22/12/2014	11:00am	SALIDA F 1	10,1	207,2	103,6	0,248	0	7,4	86%
412	22/12/2014	11:00am	SALIDA F 2	10,3	297,4	148,7	0,298	0	7,4	82%
413	22/12/2014	11:00am	SALIDA F 3	10,2	207,4	103,7	0,223	0	7,4	85%
414	22/12/2014	11:00am	SALIDA F 4	10,3	207,2	103,6	0,234	0	7,4	84%
415	22/12/2014	11:00am	SALIDA F 5	10,2	207,4	103,7	0,281	0	7,4	83%
416	22/12/2014	11:00am	SALIDA F 6	10,4	207,6	103,8	0,286	0	7,4	80%
417	22/12/2014	2:00pm	AGUA CRUDA	11,8	200,4	100,2	7,95	68	7,7	
418	22/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 1	12,4	210,2	105,1	2,21	9	7,4	72%
419	22/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 2	11,4	210,4	105,2	2,23	6	7,4	72%
420	22/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 3	11,6	210,6	105,3	2,3	4	7,4	71%
421	22/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 4	11,6	210,8	105,4	2,33	6	7,4	71%
422	22/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 5	11,4	210,2	105,1	2,47	4	7,4	69%
423	22/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 6	11,4	210,6	105,3	2,26	5	7,4	72%
424	22/12/2014	2:00pm	SALIDA F 1	11,1	212,5	106,25	0,642	0	7,3	71%
425	22/12/2014	2:00pm	SALIDA F 2	10,8	212,6	106,3	0,614	0	7,3	72%
426	22/12/2014	2:00pm	SALIDA F 3	10,7	212,4	106,2	0,646	0	7,3	72%
427	22/12/2014	2:00pm	SALIDA F 4	10,7	212,8	106,4	0,623	0	7,3	73%
428	22/12/2014	2:00pm	SALIDA F 5	10,7	212,9	106,45	0,634	0	7,3	74%
429	22/12/2014	2:00pm	SALIDA F 6	10,7	212,8	106,4	0,602	0	7,3	73%

Anexo 14: Resultados del Análisis Físico - MUESTREO # 12

#	FECHA	HORA	MUESTRA	TEMPERATURA (C°)	CONDUTIVIDAD (μs/cm)	S.TOTALES (mg/l)	TURBIEDAD (NTU)	COLOR (CU)	pH	Eficiencia (%)
430	24/12/2014	8:00am	AGUA CRUDA	11,1	192,5	96,25	7,93	65	7,8	
431	24/12/2014	8:00am	ENTRADA F 1	10,6	201,3	100,65	1,24	3	7,3	84%
432	24/12/2014	8:00am	ENTRADA F 2	10,5	201,5	100,75	1,27	2	7,3	84%
433	24/12/2014	8:00am	ENTRADA F 3	10,5	201,4	100,7	1,19	4	7,3	85%
434	24/12/2014	8:00am	ENTRADA F 4	10,7	201,4	100,7	1,23	3	7,3	84%
435	24/12/2014	8:00am	ENTRADA F 5	10,5	201,6	100,8	1,24	2	7,3	84%
436	24/12/2014	8:00am	ENTRADA F 6	10,6	201,8	100,9	1,39	1	7,3	82%
437	24/12/2014	8:00am	SALIDA F 1	10,4	202,6	101,3	0,242	0	7,3	80%
438	24/12/2014	8:00am	SALIDA F 2	10,3	203,6	101,8	0,232	0	7,3	82%
439	24/12/2014	8:00am	SALIDA F 3	10,3	202,4	101,2	0,236	0	7,3	80%
440	24/12/2014	8:00am	SALIDA F 4	10,4	203,4	101,7	0,232	0	7,3	81%
441	24/12/2014	8:00am	SALIDA F 5	10,4	203,4	101,7	0,211	0	7,3	83%
442	24/12/2014	8:00am	SALIDA F 6	10,5	203,6	101,8	0,225	0	7,3	84%
443	24/12/2014	11:00am	AGUA CRUDA	13,2	196,4	98,2	7,63	68	7,7	
444	24/12/2014	11:00am	ENTRADA F 1	12,3	204,8	102,4	1,58	4	7,3	79%
445	24/12/2014	11:00am	ENTRADA F 2	12,1	205,2	102,6	1,65	2	7,3	78%
446	24/12/2014	11:00am	ENTRADA F 3	12,3	205,4	102,7	1,69	4	7,3	78%
447	24/12/2014	11:00am	ENTRADA F 4	12,4	204,8	102,4	1,74	5	7,3	77%
448	24/12/2014	11:00am	ENTRADA F 5	12,5	204,6	102,3	1,75	6	7,3	77%
449	24/12/2014	11:00am	ENTRADA F 6	12,4	204,8	102,4	1,75	4	7,3	77%
450	24/12/2014	11:00am	SALIDA F 1	11,8	206,2	103,1	0,307	0	7,3	81%
451	24/12/2014	11:00am	SALIDA F 2	11,8	206,4	103,2	0,317	0	7,3	81%
452	24/12/2014	11:00am	SALIDA F 3	11,9	207,2	103,6	0,229	0	7,3	86%
453	24/12/2014	11:00am	SALIDA F 4	11,8	206,8	103,4	0,304	0	7,3	83%
454	24/12/2014	11:00am	SALIDA F 5	11,9	207,8	103,9	0,367	0	7,3	79%
455	24/12/2014	11:00am	SALIDA F 6	11,8	206,8	103,4	0,322	0	7,3	82%
456	24/12/2014	2:00pm	AGUA CRUDA	10,9	201,3	100,65	8,23	76	7,8	
457	24/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 1	11,1	208,3	104,15	2,71	12	7,3	67%
458	24/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 2	10,9	208,4	104,2	2,78	14	7,3	66%
459	24/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 3	10,9	208,6	104,3	2,69	17	7,3	67%
460	24/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 4	10,9	208,8	104,4	3,11	13	7,3	62%
461	24/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 5	10,8	208,6	104,3	2,59	16	7,3	69%
462	24/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 6	10,8	208,6	104,3	3,07	14	7,3	63%
463	24/12/2014	2:00pm	SALIDA F 1	10,6	209,2	104,6	0,643	0	7,3	76%
464	24/12/2014	2:00pm	SALIDA F 2	10,6	209,4	104,7	0,656	0	7,3	76%
465	24/12/2014	2:00pm	SALIDA F 3	10,5	209,6	104,8	0,587	0	7,3	78%
466	24/12/2014	2:00pm	SALIDA F 4	10,5	209,6	104,8	0,563	1	7,3	82%
467	24/12/2014	2:00pm	SALIDA F 5	10,6	209,4	104,7	0,567	1	7,3	78%
468	24/12/2014	2:00pm	SALIDA F 6	10,5	209,4	104,7	0,626	0	7,3	80%

Anexo 15: Resultados del Análisis Físico - MUESTREO # 13

#	FECHA	HORA	MUESTRA	TEMPERATURA (C°)	CONDUTIVIDAD (μs/cm)	S.TOTALES (mg/l)	TURBIEDAD (NTU)	COLOR (CU)	pH	Eficiencia (%)
469	29/12/2014	8:00am	AGUA CRUDA	12,4	201,3	100,65	8,42	77	7,7	
470	29/12/2014	8:00am	ENTRADA F 1	11,6	208,9	104,45	2,53	26	7,2	70%
471	29/12/2014	8:00am	ENTRADA F 2	11,2	208,6	104,3	2,78	26	7,2	67%
472	29/12/2014	8:00am	ENTRADA F 3	11,1	208,9	104,45	3,17	26	7,2	62%
473	29/12/2014	8:00am	ENTRADA F 4	10,9	208,8	104,4	3,02	27	7,2	64%
474	29/12/2014	8:00am	ENTRADA F 5	10,9	208,6	104,3	3,13	24	7,2	63%
475	29/12/2014	8:00am	ENTRADA F 6	10,8	208,8	104,4	2,87	22	7,2	66%
476	29/12/2014	8:00am	SALIDA F 1	10,3	208,5	104,25	0,323	0	7,2	87%
477	29/12/2014	8:00am	SALIDA F 2	10,3	209,6	104,8	0,355	0	7,1	87%
478	29/12/2014	8:00am	SALIDA F 3	10,2	209,8	104,9	0,372	0	7,2	88%
479	29/12/2014	8:00am	SALIDA F 4	10,4	209,5	104,75	0,413	0	7,1	86%
480	29/12/2014	8:00am	SALIDA F 5	10,3	209,6	104,8	0,398	0	7,2	87%
481	29/12/2014	8:00am	SALIDA F 6	10,4	209,8	104,9	0,363	0	7,1	87%
482	29/12/2014	11:00am	AGUA CRUDA	11,7	204	102,5	7,43	70	7,7	
483	29/12/2014	11:00am	ENTRADA F 1	11,4	215	107,9	2,66	19	7,3	64%
484	29/12/2014	11:00am	ENTRADA F 2	11,6	216	108,2	2,36	14	7,3	68%
485	29/12/2014	11:00am	ENTRADA F 3	11,6	215	108,1	2,08	15	7,2	72%
486	29/12/2014	11:00am	ENTRADA F 4	11,5	216	108,4	2,03	16	7,2	73%
487	29/12/2014	11:00am	ENTRADA F 5	11,6	217	108,7	2,18	15	7,2	71%
488	29/12/2014	11:00am	ENTRADA F 6	11,6	217	108,9	1,96	12	7,2	74%
489	29/12/2014	11:00am	SALIDA F 1	11,2	217	108,8	0,461	0	7,2	83%
490	29/12/2014	11:00am	SALIDA F 2	11,2	217	108,8	0,468	0	7,2	80%
491	29/12/2014	11:00am	SALIDA F 3	11,1	216	107,7	0,333	0	7,2	84%
492	29/12/2014	11:00am	SALIDA F 4	11,1	216	108,2	0,387	0	7,2	81%
493	29/12/2014	11:00am	SALIDA F 5	11,2	217	108,7	0,387	0	7,2	82%
494	29/12/2014	11:00am	SALIDA F 6	11,1	218	109,4	0,393	0	7,2	80%
495	29/12/2014	2:00pm	AGUA CRUDA	11,8	202	101	8,18	73	7,8	
496	29/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 1	11,7	214	107,4	2,38	10	7,3	71%
497	29/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 2	11,6	215	107,8	2,41	10	7,3	71%
498	29/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 3	11,4	215	108,1	2,34	2	7,3	71%
499	29/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 4	11,3	215	108,1	2,59	0	7,3	68%
500	29/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 5	11,4	215	108,2	2,56	8	7,3	69%
501	29/12/2014	2:00pm	ENTRADA F 6	11,4	215	108,2	2,68	8	7,3	67%
502	29/12/2014	2:00pm	SALIDA F 1	11,2	216	108,5	0,401	0	7,3	83%
503	29/12/2014	2:00pm	SALIDA F 2	11,2	216	108,5	0,423	0	7,3	82%
504	29/12/2014	2:00pm	SALIDA F 3	11,1	217	108,8	0,405	0	7,3	83%
505	29/12/2014	2:00pm	SALIDA F 4	11,1	216	108,6	0,468	1	7,3	82%
506	29/12/2014	2:00pm	SALIDA F 5	11	216	108,5	0,482	1	7,3	81%
507	29/12/2014	2:00pm	SALIDA F 6	11,1	215	108	0,496	0	7,3	81%

Anexo 16: Resultados del Análisis Físico - MUESTREO # 14

#	FECHA	HORA	MUESTRA	TEMPERATURA (C°)	CONDUTIVIDAD (μs/cm)	S.TOTALES (mg/l)	TURBIEDAD (NTU)	COLOR (CU)	pH	Eficiencia (%)
508	02/01/2015	8:00am	AGUA CRUDA	13,5	203,4	101,7	7,46	94,2	7,7	
509	02/01/2015	8:00am	ENTRADA F 1	12,7	210,8	105,4	2,34	0	7,3	69%
510	02/01/2015	8:00am	ENTRADA F 2	12,8	210,6	105,3	2,29	0	7,3	69%
511	02/01/2015	8:00am	ENTRADA F 3	12,8	210,4	105,2	2,38	0	7,3	68%
512	02/01/2015	8:00am	ENTRADA F 4	12,7	211,2	105,6	2,33	0	7,3	69%
513	02/01/2015	8:00am	ENTRADA F 5	12,6	210,8	105,4	2,27	0	7,3	70%
514	02/01/2015	8:00am	ENTRADA F 6	12,7	210,4	105,2	2,46	0	7,3	67%
515	02/01/2015	8:00am	SALIDA F 1	11,6	212,3	106,15	0,313	0	7,3	87%
516	02/01/2015	8:00am	SALIDA F 2	11,8	212,4	106,2	0,323	0	7,3	86%
517	02/01/2015	8:00am	SALIDA F 3	11,6	212,6	106,3	0,334	0	7,3	86%
518	02/01/2015	8:00am	SALIDA F 4	11,9	212,6	106,3	0,332	0	7,3	86%
519	02/01/2015	8:00am	SALIDA F 5	11,8	212,2	106,1	0,342	0	7,3	85%
520	02/01/2015	8:00am	SALIDA F 6	11,7	212,4	106,2	0,306	0	7,3	88%
521	02/01/2015	11:00am	AGUA CRUDA	13,2	203,9	101,95	10,2	82,3	7,7	
522	02/01/2015	11:00am	ENTRADA F 1	11,8	212,8	106,4	2,71	0	7,3	73%
523	02/01/2015	11:00am	ENTRADA F 2	11,7	212,9	106,45	2,81	1	7,3	72%
524	02/01/2015	11:00am	ENTRADA F 3	11,7	212,8	106,4	2,86	0	7,3	72%
525	02/01/2015	11:00am	ENTRADA F 4	11,7	212,6	106,3	2,79	0	7,3	73%
526	02/01/2015	11:00am	ENTRADA F 5	11,7	212,8	106,4	2,79	1	7,3	73%
527	02/01/2015	11:00am	ENTRADA F 6	11,6	212,6	106,3	2,63	0	7,3	74%
528	02/01/2015	11:00am	SALIDA F 1	11,2	212,6	106,3	0,461	0	7,3	83%
529	02/01/2015	11:00am	SALIDA F 2	11,3	213,1	106,55	0,445	0	7,3	84%
530	02/01/2015	11:00am	SALIDA F 3	11,3	213,3	106,65	0,456	0	7,3	84%
531	02/01/2015	11:00am	SALIDA F 4	11,2	213,2	106,6	0,453	0	7,3	84%
532	02/01/2015	11:00am	SALIDA F 5	11,2	213,4	106,7	0,512	0	7,3	82%
533	02/01/2015	11:00am	SALIDA F 6	11,2	213,4	106,7	0,412	0	7,3	84%
534	02/01/2015	2:00pm	AGUA CRUDA	13,6	205,3	102,65	9,6	71,3	7,7	
535	02/01/2015	2:00pm	ENTRADA F 1	13,1	214,6	107,3	2,81	1	7,2	71%
536	02/01/2015	2:00pm	ENTRADA F 2	12,6	214,8	107,4	2,85	0	7,2	70%
537	02/01/2015	2:00pm	ENTRADA F 3	12,6	214,7	107,35	2,78	1	7,2	71%
538	02/01/2015	2:00pm	ENTRADA F 4	12,4	214,8	107,4	2,63	1	7,2	73%
539	02/01/2015	2:00pm	ENTRADA F 5	12,5	214,9	107,45	2,86	1	7,2	70%
540	02/01/2015	2:00pm	ENTRADA F 6	12,5	214,6	107,3	2,93	0	7,2	69%
541	02/01/2015	2:00pm	SALIDA F 1	12,3	214,7	107,35	0,512	0	7,2	82%
542	02/01/2015	2:00pm	SALIDA F 2	12,3	215,2	107,6	0,523	0	7,2	82%
543	02/01/2015	2:00pm	SALIDA F 3	12,3	215,4	107,7	0,535	0	7,2	81%
544	02/01/2015	2:00pm	SALIDA F 4	12,4	215,6	107,8	0,556	0	7,2	79%
545	02/01/2015	2:00pm	SALIDA F 5	12,4	215,5	107,75	0,587	0	7,2	79%
546	02/01/2015	2:00pm	SALIDA F 6	12,4	215,8	107,9	0,498	0	7,2	83%

Anexo 17: Resultados del Análisis Físico - MUESTREO # 15

#	FECHA	HORA	MUESTRA	TEMPERATURA (C°)	CONDUTIVIDAD (μs/cm)	S.TOTALES (mg/l)	TURBIEDAD (NTU)	COLOR (CU)	pH	Eficiencia (%)
547	05/01/2015	8:00am	AGUA CRUDA	13,4	202,2	101,1	7,9	96,2	7,7	
548	05/01/2015	8:00am	ENTRADA F 1	12,2	213,2	106,6	1,94	3	7,2	75%
549	05/01/2015	8:00am	ENTRADA F 2	11,1	212,2	106,1	1,99	3	7,2	75%
550	05/01/2015	8:00am	ENTRADA F 3	11,1	213,2	106,6	1,97	3	7,2	75%
551	05/01/2015	8:00am	ENTRADA F 4	10,9	213,4	106,7	1,93	2	7,2	76%
552	05/01/2015	8:00am	ENTRADA F 5	10,8	213,4	106,7	1,96	4	7,2	75%
553	05/01/2015	8:00am	ENTRADA F 6	11,1	213,2	106,6	1,78	3	7,2	77%
554	05/01/2015	8:00am	SALIDA F 1	10,3	214,2	107,1	0,201	0	7,1	90%
555	05/01/2015	8:00am	SALIDA F 2	10,3	214,2	107,1	0,226	0	7,1	89%
556	05/01/2015	8:00am	SALIDA F 3	10,2	214,2	107,1	0,219	0	7,1	89%
557	05/01/2015	8:00am	SALIDA F 4	10,3	215,2	107,6	0,256	0	7,1	87%
558	05/01/2015	8:00am	SALIDA F 5	10,2	214,2	107,1	0,282	0	7,1	86%
559	05/01/2015	8:00am	SALIDA F 6	10,3	215,2	107,6	0,228	0	7,1	87%
560	05/01/2015	11:00am	AGUA CRUDA	12,8	204,2	102,1	9,8	81,4	7,6	
561	05/01/2015	11:00am	ENTRADA F 1	11,4	214,1	107,05	1,22	5	7,2	88%
562	05/01/2015	11:00am	ENTRADA F 2	11,3	214,2	107,1	1,25	8	7,2	87%
563	05/01/2015	11:00am	ENTRADA F 3	11,2	213,4	106,7	1,2	5	7,2	88%
564	05/01/2015	11:00am	ENTRADA F 4	11,3	214,2	107,1	1,31	7	7,2	87%
565	05/01/2015	11:00am	ENTRADA F 5	11,2	215,2	107,6	1,17	8	7,2	88%
566	05/01/2015	11:00am	ENTRADA F 6	11,3	213,2	106,6	1,33	6	7,2	86%
567	05/01/2015	11:00am	SALIDA F 1	10,8	214,4	107,2	0,335	0	7,1	73%
568	05/01/2015	11:00am	SALIDA F 2	10,8	214,2	107,1	0,349	0	7,1	72%
569	05/01/2015	11:00am	SALIDA F 3	10,8	215,2	107,6	0,335	0	7,1	72%
570	05/01/2015	11:00am	SALIDA F 4	10,9	215,2	107,6	0,359	0	7,1	73%
571	05/01/2015	11:00am	SALIDA F 5	10,8	216,3	108,15	0,337	0	7,1	71%
572	05/01/2015	11:00am	SALIDA F 6	10,9	215,2	107,6	0,404	0	7,1	70%
573	05/01/2015	2:00pm	AGUA CRUDA	12,1	204,5	102,25	8,6	58	7,7	
574	05/01/2015	2:00pm	ENTRADA F 1	11,6	215,8	107,9	2,35	8	7,2	73%
575	05/01/2015	2:00pm	ENTRADA F 2	11,5	215,6	107,8	2,44	10	7,2	72%
576	05/01/2015	2:00pm	ENTRADA F 3	11,4	215,8	107,9	2,72	8	7,2	68%
577	05/01/2015	2:00pm	ENTRADA F 4	11,4	215,6	107,8	2,91	12	7,2	66%
578	05/01/2015	2:00pm	ENTRADA F 5	11,5	215,9	107,95	2,98	14	7,2	65%
579	05/01/2015	2:00pm	ENTRADA F 6	11,5	215,8	107,9	2,82	10	7,2	67%
580	05/01/2015	2:00pm	SALIDA F 1	11,5	216,2	108,1	0,612	0	7,1	74%
581	05/01/2015	2:00pm	SALIDA F 2	11,6	216,2	108,1	0,642	0	7,1	74%
582	05/01/2015	2:00pm	SALIDA F 3	11,6	216,2	108,1	0,734	0	7,1	73%
583	05/01/2015	2:00pm	SALIDA F 4	11,6	216,4	108,2	0,598	0	7,1	79%
584	05/01/2015	2:00pm	SALIDA F 5	11,5	216,3	108,15	0,683	0	7,1	77%
585	05/01/2015	2:00pm	SALIDA F 6	11,6	216,5	108,25	0,659	0	7,1	77%

Anexo 18: Resultados del Análisis Físico - MUESTREO # 16

#	FECHA	HORA	MUESTRA	TEMPERATURA (C°)	CONDUTIVIDAD (μs/cm)	S.TOTALES (mg/l)	TURBIEDAD (NTU)	COLOR (CU)	pH	Eficiencia (%)
586	08/01/2015	8:00am	AGUA CRUDA	10,9	203,3	101,65	7,8	76	7,7	
587	08/01/2015	8:00am	ENTRADA F 1	10,7	212,3	106,15	1,39	0	7,3	82%
588	08/01/2015	8:00am	ENTRADA F 2	10,8	212,8	106,4	1,32	0	7,3	83%
589	08/01/2015	8:00am	ENTRADA F 3	10,8	212,8	106,4	1,33	0	7,3	83%
590	08/01/2015	8:00am	ENTRADA F 4	10,8	212,3	106,15	1,38	0	7,3	82%
591	08/01/2015	8:00am	ENTRADA F 5	10,8	212,2	106,1	1,31	0	7,3	83%
592	08/01/2015	8:00am	ENTRADA F 6	10,8	212,2	106,1	1,08	0	7,3	86%
593	08/01/2015	8:00am	SALIDA F 1	10,6	213,8	106,9	0,217	0	7,3	84%
594	08/01/2015	8:00am	SALIDA F 2	10,5	213,8	106,9	0,212	0	7,3	84%
595	08/01/2015	8:00am	SALIDA F 3	10,5	213,4	106,7	0,267	0	7,3	80%
596	08/01/2015	8:00am	SALIDA F 4	10,4	213,6	106,8	0,267	0	7,3	81%
597	08/01/2015	8:00am	SALIDA F 5	10,4	213,8	106,9	0,225	0	7,3	83%
598	08/01/2015	8:00am	SALIDA F 6	10,5	213,9	106,95	0,216	0	7,3	80%
599	08/01/2015	11:00am	AGUA CRUDA	11,5	206,4	103,2	7,32	67	7,6	
600	08/01/2015	11:00am	ENTRADA F 1	11,4	215,4	107,7	1,89	1	7,3	74%
601	08/01/2015	11:00am	ENTRADA F 2	12,1	215,6	107,8	1,82	2	7,3	75%
602	08/01/2015	11:00am	ENTRADA F 3	12,1	215,4	107,7	1,73	1	7,3	76%
603	08/01/2015	11:00am	ENTRADA F 4	12,1	215,4	107,7	1,57	2	7,3	79%
604	08/01/2015	11:00am	ENTRADA F 5	11,9	215,6	107,8	1,97	2	7,3	73%
605	08/01/2015	11:00am	ENTRADA F 6	12,2	215,4	107,7	1,91	1	7,3	74%
606	08/01/2015	11:00am	SALIDA F 1	11,4	216,9	108,45	0,448	0	7,3	76%
607	08/01/2015	11:00am	SALIDA F 2	11,5	216,8	108,4	0,453	0	7,3	75%
608	08/01/2015	11:00am	SALIDA F 3	11,6	216,6	108,3	0,488	0	7,3	72%
609	08/01/2015	11:00am	SALIDA F 4	11,4	216,9	108,45	0,451	0	7,3	71%
610	08/01/2015	11:00am	SALIDA F 5	11,5	216,4	108,2	0,462	0	7,3	77%
611	08/01/2015	11:00am	SALIDA F 6	11,5	216,8	108,4	0,507	0	7,3	73%
612	08/01/2015	2:00pm	AGUA CRUDA	11,6	207,2	103,6	8,01	74	7,6	
613	08/01/2015	2:00pm	ENTRADA F 1	12,5	216,1	108,05	2,16	17	7,3	73%
614	08/01/2015	2:00pm	ENTRADA F 2	12,6	216,2	108,1	2,21	17	7,3	72%
615	08/01/2015	2:00pm	ENTRADA F 3	12,4	216,3	108,15	2,78	12	7,3	65%
616	08/01/2015	2:00pm	ENTRADA F 4	12,5	216,3	108,15	2,31	18	7,3	71%
617	08/01/2015	2:00pm	ENTRADA F 5	12,5	216,2	108,1	2,42	20	7,3	70%
618	08/01/2015	2:00pm	ENTRADA F 6	12,6	216,4	108,2	2,59	19	7,3	68%
619	08/01/2015	2:00pm	SALIDA F 1	12,1	217,5	108,75	0,556	6	7,2	74%
620	08/01/2015	2:00pm	SALIDA F 2	12,1	217,6	108,8	0,572	3	7,2	74%
621	08/01/2015	2:00pm	SALIDA F 3	12,2	217,6	108,8	0,598	2	7,2	78%
622	08/01/2015	2:00pm	SALIDA F 4	12,1	217,1	108,55	0,718	6	7,2	69%
623	08/01/2015	2:00pm	SALIDA F 5	12,2	217,2	108,6	0,784	5	7,2	68%
624	08/01/2015	2:00pm	SALIDA F 6	12,2	217,4	108,7	0,661	4	7,2	74%

Anexo 19: Resultados del Análisis Microbiológico - MUESTREO # 1 y # 2.**MUESTREO # 1**

NÚMERO	FECHA	MUESTRA	Coliformes totales		Coliformes fecales	
			CÓDIGO	NMP/100mL	CÓDIGO	NMP/100mL
1	17/11/2014	AGUA CRUDA	45X18	172,6	35X4	64,4
2	17/11/2014	ENTRADA F 1	40X3	80,9	14X6	23,3
3	17/11/2014	ENTRADA F 2	45X14	152,9	25X6	42,2
4	17/11/2014	ENTRADA F 3	33X9	67,6	27X4	43,5
5	17/11/2014	ENTRADA F 4	47X11	166,4	32X6	59,1
6	17/11/2014	ENTRADA F 5	46X7	133,3	35X4	64,4
7	17/11/2014	ENTRADA F 6	47X12	172,3	34X2	55,7
8	17/11/2014	SALIDA F 1	14X6	23,3	7X1	8,5
9	17/11/2014	SALIDA F 2	15X3	22,1	10X1	12,1
10	17/11/2014	SALIDA F 3	9X4	14,2	3X1	4,1
11	17/11/2014	SALIDA F 4	20X4	30,1	14X1	17,3
12	17/11/2014	SALIDA F 5	20X8	35,4	16X2	21,3
13	17/11/2014	SALIDA F 6	12X3	16,9	9X0	9,8
14	17/11/2014	AGUA POTABLE	0X0	<1	0X0	0

MUESTREO # 2

NÚMERO	FECHA	MUESTRA	Coliformes totales		Coliformes fecales	
			CÓDIGO	NMP/100mL	CÓDIGO	NMP/100mL
15	20/11/2014	AGUA CRUDA	47x25	193,6	44x6	111,9
16	20/11/2014	ENTRADA F 1	14x1	17,3	5x0	5,2
17	20/11/2014	ENTRADA F 2	17x1	20,3	9x0	9,8
18	20/11/2014	ENTRADA F 3	18x1	23,1	7x0	7,5
19	20/11/2014	ENTRADA F 4	18x0	21,8	7x0	7,5
20	20/11/2014	ENTRADA F 5	15x1	18,7	8x1	9,7
21	20/11/2014	ENTRADA F 6	17x4	25,3	12x3	16,9
22	20/11/2014	SALIDA F 1	6x2	8,4	3x1	5,1
23	20/11/2014	SALIDA F 2	3x0	3,1	1x0	1
24	20/11/2014	SALIDA F 3	2x1	3	0x0	<1
25	20/11/2014	SALIDA F 4	8x0	8,6	3x0	3,1
26	20/11/2014	SALIDA F 5	4x1	5,2	1x0	1
27	20/11/2014	SALIDA F 6	4x0	4,1	1x0	1
28	20/11/2014	AGUA POTABLE	0X0	<1	0X0	<1

Anexo 20: Resultados del Análisis Microbiológico - MUESTREO # 3 y # 4

MUESTREO # 3

NÚMERO	FECHA	MUESTRA	Coliformes totales		Coliformes fecales	
			CÓDIGO	NMP/100mL	CÓDIGO	NMP/100mL
29	24/11/2014	AGUA CRUDA	49X21	365,4	48X7	159,7
30	24/11/2014	ENTRADA F 1	14X3	19,7	12X2	15,8
31	24/11/2014	ENTRADA F 2	9X1	10,9	7X0	7,5
32	24/11/2014	ENTRADA F 3	17X1	21,6	14X0	16,1
33	24/11/2014	ENTRADA F 4	16X2	21,3	11X1	13,4
34	24/11/2014	ENTRADA F 5	12X3	16,9	10X3	14,4
35	24/11/2014	ENTRADA F 6	21X3	30,5	16X2	21,3
36	24/11/2014	SALIDA F 1	8X0	8,6	2X0	2
37	24/11/2014	SALIDA F 2	10X0	11	3X0	3,1
38	24/11/2014	SALIDA F 3	12X0	13,5	4X0	4,1
39	24/11/2014	SALIDA F 4	8X1	9,7	5X1	6,3
40	24/11/2014	SALIDA F 5	15X4	22,3	7X1	8,5
41	24/11/2014	SALIDA F 6	6X0	6,3	3X0	3,1
42	24/11/2014	AGUA POTABLE	0X0	<1	0X0	<1

MUESTREO # 4

NÚMERO	FECHA	MUESTRA	Coliformes totales		Coliformes fecales	
			CÓDIGO	NMP/100mL	CÓDIGO	NMP/100mL
43	27/11/2014	AGUA CRUDA	48X29	579,4	48X12	193,5
44	27/11/2014	ENTRADA F 1	36X10	80,1	11X1	13,4
45	27/11/2014	ENTRADA F 2	35X15	86,9	23X3	34,1
46	27/11/2014	ENTRADA F 3	28X16	65,2	17X5	26,6
47	27/11/2014	ENTRADA F 4	34X12	76,8	26X2	53,5
48	27/11/2014	ENTRADA F 5	38X17	105,9	16X3	22,6
49	27/11/2014	ENTRADA F 6	34X8	68,9	19X1	24,6
50	27/11/2014	SALIDA F 1	18X4	26,9	1X0	1
51	27/11/2014	SALIDA F 2	20X4	30,1	3X0	3,1
52	27/11/2014	SALIDA F 3	23X5	36,8	4X0	4,1
53	27/11/2014	SALIDA F 4	20X5	31,5	3X1	4,1
54	27/11/2014	SALIDA F 5	25X8	45,2	7X1	8,5
55	27/11/2014	SALIDA F 6	29X3	46,4	0X0	<1
56	27/11/2014	AGUA POTABLE	0X0	<1	0X0	<1

Anexo 21: Resultados del Análisis Microbiológico - MUESTREO # 5 y # 6**MUESTREO # 5**

NÚMERO	FECHA	MUESTRA	Coliformes totales		Coliformes fecales	
			CÓDIGO	NMP/100mL	CÓDIGO	NMP/100mL
57	01/12/2014	AGUA CRUDA	49X45	1732,9	49x16	275,5
58	01/12/2014	ENTRADA F 1	19X3	27,2	12x2	15,8
59	01/12/2014	ENTRADA F 2	17X4	25,3	11x0	12,2
60	01/12/2014	ENTRADA F 3	18x5	28,1	16x2	21,3
61	01/12/2014	ENTRADA F 4	23X6	38,3	14x1	17,3
62	01/12/2014	ENTRADA F 5	17X4	25,3	13x1	16
63	01/12/2014	ENTRADA F 6	20X3	28,8	7x1	8,5
64	01/12/2014	SALIDA F 1	16X0	18,9	1x0	1
65	01/12/2014	SALIDA F 2	12x3	16,9	5x0	5,2
66	01/12/2014	SALIDA F 3	11x1	13,4	1x1	2
67	01/12/2014	SALIDA F 4	17x2	22,8	5x0	5,2
68	01/12/2014	SALIDA F 5	14x3	19,7	2x0	2
69	01/12/2014	SALIDA F 6	16x3	22,6	1x0	1
70	01/12/2014	AGUA POTABLE	0X0	<1	0X0	<1

MUESTREO # 6

NÚMERO	FECHA	MUESTRA	Coliformes totales		Coliformes fecales	
			CÓDIGO	NMP/100mL	CÓDIGO	NMP/100mL
71	04/12/2014	AGUA CRUDA	49x30	613,1	47x9	155,3
72	04/12/2014	ENTRADA F 1	19x4	28,5	11x1	13,4
73	04/12/2014	ENTRADA F 2	29x4	48	21x2	29,2
74	04/12/2014	ENTRADA F 3	21x3	30,5	15x1	18,7
75	04/12/2014	ENTRADA F 4	25x4	39,3	19x2	25,9
76	04/12/2014	ENTRADA F 5	22x3	32,3	12x2	15,8
77	04/12/2014	ENTRADA F 6	20x7	34,1	10x5	16,6
78	04/12/2014	SALIDA F 1	11x1	13,4	2x0	2
79	04/12/2014	SALIDA F 2	21x2	29,2	1x0	1
80	04/12/2014	SALIDA F 3	15x1	18,7	2x0	2
81	04/12/2014	SALIDA F 4	19x2	25,9	3x0	3,1
82	04/12/2014	SALIDA F 5	12x2	15,8	6x0	6,3
83	04/12/2014	SALIDA F 6	10x5	16,6	4x1	5,2
84	04/12/2014	AGUA POTABLE	0X0	<1	0X0	<1

Anexo 22: Resultados del Análisis Microbiológico - MUESTREO # 7 y # 8.**MUESTREO # 7**

NÚMERO	FECHA	MUESTRA	Coliformes totales		Coliformes fecales	
			CÓDIGO	NMP/100mL	CÓDIGO	NMP/100mL
85	08/12/2014	AGUA CRUDA	49x47	2419,6	49x42	1299,7
86	08/12/2014	ENTRADA F 1	49x3	152,3	17x1	21,6
87	08/12/2014	ENTRADA F 2	35x6	68,3	20x2	27,5
88	08/12/2014	ENTRADA F 3	30x4	50,4	16x2	21,3
89	08/12/2014	ENTRADA F 4	41x5	90,6	30x2	47,1
90	08/12/2014	ENTRADA F 5	27x2	40,4	16x1	20,1
91	08/12/2014	ENTRADA F 6	33x8	65,7	19x3	27,2
92	08/12/2014	SALIDA F 1	15x5	23,5	3x0	3,1
93	08/12/2014	SALIDA F 2	13x7	23	4x6	10,4
94	08/12/2014	SALIDA F 3	14x1	17,3	2x0	2
95	08/12/2014	SALIDA F 4	23x4	35,5	15x0	17,5
96	08/12/2014	SALIDA F 5	16x7	27,5	10x1	12,1
97	08/12/2014	SALIDA F 6	7x1	8,5	4x0	4,6
98	08/12/2014	AGUA POTABLE	0X0	<1	0X0	<1

MUESTREO # 8

NÚMERO	FECHA	MUESTRA	Coliformes totales		Coliformes fecales	
			CÓDIGO	NMP/100mL	CÓDIGO	NMP/100mL
99	11/12/2014	AGUA CRUDA	49x42	1299,7	49x29	579,4
100	11/12/2014	ENTRADA F 1	16x2	21,3	10x0	11
101	11/12/2014	ENTRADA F 2	17x0	20,3	11x0	12,2
102	11/12/2014	ENTRADA F 3	24x4	37,3	12x1	14,6
103	11/12/2014	ENTRADA F 4	22x3	32,3	13x0	14,8
104	11/12/2014	ENTRADA F 5	21x1	27,9	11x1	13,4
105	11/12/2014	ENTRADA F 6	13x1	13,4	9x0	9,8
106	11/12/2014	SALIDA F 1	6x1	7,4	2x0	2
107	11/12/2014	SALIDA F 2	2x0	2	1x0	1
108	11/12/2014	SALIDA F 3	6x0	6,3	1x0	1
109	11/12/2014	SALIDA F 4	8x1	9,7	2x1	3
110	11/12/2014	SALIDA F 5	8x0	8,6	2x0	2
111	11/12/2014	SALIDA F 6	9x1	10,9	3x0	3,1
112	11/12/2014	AGUA POTABLE	0X0	<1	0X0	<1

Anexo 23: Resultados del Análisis Microbiológico - MUESTREO # 9 y # 10**MUESTREO # 9**

NÚMERO	FECHA	MUESTRA	Coliformes totales		Coliformes fecales	
			CÓDIGO	NMP/100mL	CÓDIGO	NMP/100mL
113	15/12/2014	AGUA CRUDA	42X12	116,9	37X2	67
114	15/12/2014	ENTRADA F 1	13X1	16	5X0	5,2
115	15/12/2014	ENTRADA F 2	14X0	16,1	6X0	6,3
116	15/12/2014	ENTRADA F 3	15X0	17,5	5X0	5,2
117	15/12/2014	ENTRADA F 4	8X0	8,6	20X0	24,9
118	15/12/2014	ENTRADA F 5	7X1	8,5	5X1	6,3
119	15/12/2014	ENTRADA F 6	23X4	35,5	9X1	10,9
120	15/12/2014	SALIDA F 1	9X0	9,8	1X0	1
121	15/12/2014	SALIDA F 2	7X1	8,5	1X0	1
122	15/12/2014	SALIDA F 3	6X2	8,4	0X0	<1
123	15/12/2014	SALIDA F 4	17X0	20,3	7X0	7,5
124	15/12/2014	SALIDA F 5	14X1	17,3	3X0	3,1
125	15/12/2014	SALIDA F 6	12X1	14,6	2X0	2
126	15/12/2014	AGUA POTABLE	0X0	<1	0X0	<1

MUESTREO # 10

NÚMERO	FECHA	MUESTRA	Coliformes totales		Coliformes fecales	
			CÓDIGO	NMP/100mL	CÓDIGO	NMP/100mL
127	18/12/2014	AGUA CRUDA	45x28	235,2	44x9	122,3
128	18/12/2014	ENTRADA F 1	16x3	22,6	10x2	13,2
129	18/12/2014	ENTRADA F 2	28x4	45,7	19x3	27,2
130	18/12/2014	ENTRADA F 3	20x3	28,8	14x2	18,5
131	18/12/2014	ENTRADA F 4	23x4	35,5	17x1	21,6
132	18/12/2014	ENTRADA F 5	21x3	30,5	14x3	19,7
133	18/12/2014	ENTRADA F 6	20x7	34,1	15x1	18,7
134	18/12/2014	SALIDA F 1	10x6	17,7	2x1	3
135	18/12/2014	SALIDA F 2	14x4	20,9	1x1	2
136	18/12/2014	SALIDA F 3	15x1	18,7	2x1	3
137	18/12/2014	SALIDA F 4	16x2	21,3	3x0	3,1
138	18/12/2014	SALIDA F 5	14x1	17,3	5x0	5,2
139	18/12/2014	SALIDA F 6	10x5	16,6	3x1	4,1
140	18/12/2014	AGUA POTABLE	0X0	<1	0X0	<1

Anexo 24: Resultados del Análisis Microbiológico - MUESTREO # 11 y # 12**MUESTREO # 11**

NÚMERO	FECHA	MUESTRA	Coliformes totales		Coliformes fecales	
			CÓDIGO	NMP/100mL	CÓDIGO	NMP/100mL
141	22/12/2014	AGUA CRUDA	49x43	1413,6	49x12	224,7
142	22/12/2014	ENTRADA F 1	41x14	116	10x1	12,1
143	22/12/2014	ENTRADA F 2	35x3	72,3	11x2	14,5
144	22/12/2014	ENTRADA F 3	41x5	90,6	11x0	12,2
145	22/12/2014	ENTRADA F 4	38x7	81,6	10x1	12,1
146	22/12/2014	ENTRADA F 5	35x6	68,3	10x1	12,1
147	22/12/2014	ENTRADA F 6	34x8	68,9	12x2	15,8
148	22/12/2014	SALIDA F 1	14x1	17,3	1x0	1
149	22/12/2014	SALIDA F 2	14x3	19,7	0x0	<1
150	22/12/2014	SALIDA F 3	14x1	17,3	0x0	<1
151	22/12/2014	SALIDA F 4	18x0	21,8	2x0	2
152	22/12/2014	SALIDA F 5	19x4	28,5	4x0	4,1
153	22/12/2014	SALIDA F 6	14x3	19,7	0x0	<1
154	22/12/2014	AGUA POTABLE	0X0	<1	0X0	<1

MUESTREO # 12

NÚMERO	FECHA	MUESTRA	Coliformes totales		Coliformes fecales	
			CÓDIGO	NMP/100mL	CÓDIGO	NMP/100mL
155	24/12/2014	AGUA CRUDA	48x27	378,4	45x8	127,4
156	24/12/2014	ENTRADA F 1	22x5	35	11x1	13,4
157	24/12/2014	ENTRADA F 2	27x4	43,5	21x2	29,2
158	24/12/2014	ENTRADA F 3	22x3	32,3	15x1	18,7
159	24/12/2014	ENTRADA F 4	20x4	30,1	17x2	22,8
160	24/12/2014	ENTRADA F 5	22x6	36,4	12x2	15,8
161	24/12/2014	ENTRADA F 6	22x7	37,7	10x5	16,6
162	24/12/2014	SALIDA F 1	8x1	9,7	2x0	2
163	24/12/2014	SALIDA F 2	9x2	12	1x0	1
164	24/12/2014	SALIDA F 3	10x1	12,1	3x1	4,1
165	24/12/2014	SALIDA F 4	11x2	14,5	3x0	3,1
166	24/12/2014	SALIDA F 5	10x1	12,1	6x0	6,3
167	24/12/2014	SALIDA F 6	9x3	13,1	4x1	5,2
168	24/12/2014	AGUA POTABLE	0X0	<1	0X0	<1

Anexo 25: Resultados del Análisis Microbiológico - MUESTREO # 13 y # 14**MUESTREO # 13**

NÚMERO	FECHA	MUESTRA	Coliformes totales		Coliformes fecales	
			CÓDIGO	NMP/100mL	CÓDIGO	NMP/100mL
169	29/12/2014	AGUA CRUDA	43X17	143	32X4	55,6
170	29/12/2014	ENTRADA F 1	28x6	48,8	12X4	18,1
171	29/12/2014	ENTRADA F 2	27x7	48,1	15x5	23,5
172	29/12/2014	ENTRADA F 3	31x8	59,8	17x4	25,3
173	29/12/2014	ENTRADA F 4	32x9	64,5	22x7	37,7
174	29/12/2014	ENTRADA F 5	32x5	57,3	23x3	34,1
175	29/12/2014	ENTRADA F 6	30x11	62,2	21x8	37,3
176	29/12/2014	SALIDA F 1	14x5	22,1	8X1	9,7
177	29/12/2014	SALIDA F 2	15X3	21,1	6x1	7,4
178	29/12/2014	SALIDA F 3	12X4	18,1	8X2	10,8
179	29/12/2014	SALIDA F 4	18X4	26,9	10x0	11
180	29/12/2014	SALIDA F 5	16X4	23,8	9x4	14,2
181	29/12/2014	SALIDA F 6	12X3	16,9	6x1	7,4
182	29/12/2014	AGUA POTABLE	0X0	<1	0X0	<1

MUESTREO # 14

NÚMERO	FECHA	MUESTRA	Coliformes totales		Coliformes fecales	
			CÓDIGO	NMP/100mL	CÓDIGO	NMP/100mL
183	02/01/2015	AGUA CRUDA	41X13	113	37X2	67
184	02/01/2015	ENTRADA F 1	14X1	7,3	5X0	5,2
185	02/01/2015	ENTRADA F 2	14X2	18,5	6X0	6,3
186	02/01/2015	ENTRADA F 3	15X1	18,7	5X0	5,2
187	02/01/2015	ENTRADA F 4	10X4	15,5	20X0	24,9
188	02/01/2015	ENTRADA F 5	9X1	10,9	5X1	6,3
189	02/01/2015	ENTRADA F 6	13X4	19,5	9X1	10,9
190	02/01/2015	SALIDA F 1	8X0	8,6	1X0	1
191	02/11/2014	SALIDA F 2	7X1	8,5	1X0	1
192	02/01/2015	SALIDA F 3	6X2	8,4	2x0	2
193	01/01/2015	SALIDA F 4	9X0	9,8	7X0	7,5
194	02/01/2015	SALIDA F 5	10X1	12,1	3X0	3,1
195	02/01/2015	SALIDA F 6	11X1	13,4	2X0	2
196	02/01/2015	AGUA POTABLE	0X0	<1	0X0	<1

Anexo 26: Resultados del Análisis Microbiológico - MUESTREO # 15 y # 16**MUESTREO # 15**

NÚMERO	FECHA	MUESTRA	Coliformes totales		Coliformes fecales	
			CÓDIGO	NMP/100mL	CÓDIGO	NMP/100mL
197	05/01/2015	AGUA CRUDA	45X18	172,6	42X7	101,7
198	05/01/2015	ENTRADA F 1	14X3	19,7	12X2	15,8
199	05/01/2015	ENTRADA F 2	18X1	23,1	7X0	7,5
200	05/01/2015	ENTRADA F 3	17X2	22,8	14X0	16,1
201	05/01/2015	ENTRADA F 4	15X2	19,9	11X1	13,4
202	05/01/2015	ENTRADA F 5	14X2	18,5	10X3	14,4
203	05/01/2015	ENTRADA F 6	16X3	22,6	16X2	21,3
204	05/01/2015	SALIDA F 1	8X0	8,6	2X0	2
205	05/01/2015	SALIDA F 2	7X0	7,5	3X0	3,1
206	05/01/2015	SALIDA F 3	9X1	10,9	4X0	4,1
207	05/01/2015	SALIDA F 4	9X2	12	5X1	6,3
208	05/01/2015	SALIDA F 5	11X1	13,4	6X1	7,4
209	05/01/2015	SALIDA F 6	8X2	10,8	3X0	3,1
210	05/01/2015	AGUA POTABLE	0X0	<1	0X0	<1

MUESTREO # 16

NÚMERO	FECHA	MUESTRA	Coliformes totales		Coliformes fecales	
			CÓDIGO	NMP/100mL	CÓDIGO	NMP/100mL
211	08/01/2015	AGUA CRUDA	49x46	1986,3	41x40	219,1
212	08/01/2015	ENTRADA F 1	31x3	51,2	17x1	21,6
213	08/01/2015	ENTRADA F 2	35x6	70,3	20x2	27,5
214	08/01/2015	ENTRADA F 3	30x4	50,4	16x2	21,3
215	08/01/2015	ENTRADA F 4	31x5	54,6	30x2	47,1
216	08/01/2015	ENTRADA F 5	27x2	40,4	16x1	20,1
217	08/01/2015	ENTRADA F 6	33x8	65,7	19x3	27,2
218	08/01/2015	SALIDA F 1	15x5	23,5	4x0	4,1
219	08/01/2015	SALIDA F 2	13x7	23	4x6	10,4
220	08/01/2015	SALIDA F 3	14x1	17,3	3x0	3,1
221	08/01/2015	SALIDA F 4	13x4	19,5	9x0	9,8
222	08/01/2015	SALIDA F 5	16x7	27,5	8x1	9,7
223	08/01/2015	SALIDA F 6	7x1	8,5	4x0	4,1
224	08/01/2015	AGUA POTABLE	0X0	<1	0X0	<1



Anexo 27: NORMA INEN 1108:2011- AGUA POTABLE REQUISITOS.



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 1 108:2011

Cuarta revisión

AGUA POTABLE. REQUISITOS.

Primera Edición

DRINKING WATER. REQUIREMENTS.

Second Edition



Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	AGUA POTABLE. REQUISITOS	NTE INEN 1 108:2011 Cuarta revisión 2011-06
---	-------------------------------------	--

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el agua potable para consumo humano.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica al agua potable de los sistemas de abastecimiento públicos y privados a través de redes de distribución y tanqueros.

3. DEFINICIONES

3.1 Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

3.1.1 **Agua potable.** Es el agua cuyas características físicas, químicas y microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consumo humano.

3.1.2 **Agua cruda.** Es el agua que se encuentra en la naturaleza y que no ha recibido ningún tratamiento para modificar sus características: físicas, químicas o microbiológicas.

3.1.3 **Límite máximo permitido.** Representa un requisito de calidad del agua potable que fija dentro del ámbito del conocimiento científico y tecnológico del momento un límite sobre el cual el agua deja de ser apta para consumo humano. Para la verificación del cumplimiento, los resultados se deben analizar con el mismo número de cifras significativas establecidas en los requisitos de esta norma y aplicando las reglas para redondear números, (ver NTE INEN 052).

3.1.4 **UFC/ml.** Concentración de microorganismos por mililitro, expresada en unidades formadoras de colonias.

3.1.5 **NMP.** Forma de expresión de parámetros microbiológicos, número más probable, cuando se aplica la técnica de los tubos múltiples.

3.1.6 **mg/l.** (miligramos por litro), unidades de concentración de parámetros físico químicos.

3.1.7 **Microorganismo patógeno.** Son los causantes potenciales de enfermedades para el ser humano.

3.1.8 **Plaguicidas.** Sustancia química o biológica que se utiliza, sola, combinada o mezclada para prevenir, combatir o destruir, repeler o mitigar: insectos, hongos, bacterias, nematodos, ácaros, moluscos, roedores, malas hierbas o cualquier forma de vida que cause perjuicios directos o indirectos a los cultivos agrícolas, productos vegetales y plantas en general.

3.1.9 **Desinfección.** Proceso de tratamiento que elimina o reduce el riesgo de enfermedad que pueden presentar los agentes microbianos patógenos, constituye una medida preventiva esencial para la salud pública.

3.1.10 **Subproductos de desinfección.** Productos que se generan al aplicar el desinfectante al agua, especialmente en presencia de sustancias húmicas.

3.1.11 **Cloro residual.** Cloro remanente en el agua luego de al menos 30 minutos de contacto.

3.1.12 **Sistema de abastecimiento de agua potable.** El sistema incluye las obras y trabajos auxiliares construidos para la captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y sistema de distribución.

(Continúa)

DESCRIPTORES: Protección ambiental y sanitaria, seguridad, calidad del agua, agua potable, requisitos.

3.1.13 Sistema de distribución. Comprende las obras y trabajos auxiliares construidos desde la salida de la planta de tratamiento hasta la acometida domiciliaria.

4. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

4.1 Los sistemas de abastecimiento de agua potable se acogerán al Reglamento de buenas prácticas de Manufactura (producción) del Ministerio de Salud Pública.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos

5.1.1 El agua potable debe cumplir con los requisitos que se establecen a continuación:

PARAMETRO	UNIDAD	Límite máximo permitido
Características físicas		
Color	Unidades de color aparente (Pt-Co)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	---	no objetable
Sabor	---	no objetable
Inorgánicos		
Antimonio, Sb	mg/l	0,02
Arsénico, As	mg/l	0,01
Bario, Ba	mg/l	0,7
Boro, B	mg/l	0,5
Cadmio, Cd	mg/l	0,003
Cianuros, CN ⁻	mg/l	0,07
Cloro libre residual*	mg/l	0,3 a 1,5 ¹⁾
Cobre, Cu	mg/l	2,0
Cromo, Cr (cromo total)	mg/l	0,05
Fluoruros	mg/l	1,5
Manganoso, Mn	mg/l	0,4
Mercurio, Hg	mg/l	0,006
Níquel, Ni	mg/l	0,07
Nitratos, NO ₃	mg/l	50
Nitritos, NO ₂	mg/l	0,2
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Radiación total α *	Bq/l	0,1
Radiación total β **	Bq/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,01

¹⁾ Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos.

* Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ²¹⁰Po, ²²⁶Ra, ²²⁸Ra, ²³²Th, ²³⁴U, ²³⁸U, ²³⁹Pu

** Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ⁶⁰Co, ⁸⁹Sr, ⁹⁰Sr, ¹²⁹I, ¹³¹I, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ²¹⁰Pb, ²²⁸Ra

Fluoruros	mg/l	1,5
Manganoso, Mn	mg/l	0,4
Mercurio, Hg	mg/l	0,006
Níquel, Ni	mg/l	0,07
Nitratos, NO ₃	mg/l	50
Nitritos, NO ₂	mg/l	0,2
Plomo, Pb	mg/l	0,01
Radiación total α *	Bq/l	0,1
Radiación total β **	Bq/l	1,0
Selenio, Se	mg/l	0,01

¹⁾ Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos.

* Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ²¹⁰Po, ²²⁶Ra, ²²⁸Ra, ²³²Th, ²³⁴U, ²³⁸U, ²³⁹Pu

** Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: ⁶⁰Co, ⁸⁹Sr, ⁹⁰Sr, ¹²⁹I, ¹³¹I, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ²¹⁰Pb, ²²⁸Ra

Sustancias orgánicas

Hidrocarburos policíclicos aromáticos HAP	UNIDAD	Límite máximo permitido
Benzo [a]pireno	mg/l	0,0007
Hidrocarburos:		
Benceno	mg/l	0,01
Tolueno	mg/l	0,7
Xileno	mg/l	0,5
Estireno	mg/l	0,02
1,2dicloroetano	mg/l	0,03
Cloruro de vinilo	mg/l	0,0003
Tricloroeteno	mg/l	0,02
Tetracloroeteno	mg/l	0,04
Di(2-ethylhexil) ftalato	mg/l	0,008
Acrylamida	mg/l	0,0005
Epiclorohidrina	mg/l	0,0004
Hexaclorobutadieno	mg/l	0,0006
1,2Dibromoetano	mg/l	0,0004
1,4- Dioxano	mg/l	0,05
Ácido Nitrilotriacético	mg/l	0,2

(Continúa)

Plaguicidas

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Isoproturón	mg/l	0,009
Lindano	mg/l	0,002
Pendimetalina	mg/l	0,02
Pentaclorofenol	mg/l	0,009
Dicloroprop	mg/l	0,1
Alacloro	mg/l	0,02
Aldicarb	mg/l	0,01
Aldrin y Dieldrin	mg/l	0,00003
Carbofuran	mg/l	0,007
Clorpirifós	mg/l	0,03
DDT y metabolitos	mg/l	0,001
1,2-Dibromo-3-cloropropano	mg/l	0,001
1,3-Dicloropropeno	mg/l	0,02
Dimetoato	mg/l	0,006
Endrin	mg/l	0,0006
Terbutilazina	mg/l	0,007
Clordano	mg/l	0,0002

Residuos de desinfectantes

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Monocloramina,	mg/l	3

Subproductos de desinfección

	UNIDAD	Límite máximo permitido
2,4,6-triclorofenol	mg/l	0,2
Trihalometanos totales	mg/l	0,5
Si pasa de 0,5 mg/l investigar:		
• Bromodicitlorometano	mg/l	0,06
• Cloroformo	mg/l	0,3
Acido tricloroacético	mg/l	0,2

Cianotoxinas

	UNIDAD	Límite máximo permitido
Microcistina-LR	mg/l	0,001

5.1.2 El agua potable debe cumplir con los siguientes requisitos microbiológicos.
Requisitos microbiológicos

	Máximo
Coliformes fecales ⁽¹⁾ :	
- Tubos múltiples NMP/100 ml ó	< 1,1 *
- Filtración por membrana UFC/ 100 ml	< 1 **
<i>Cryptosporidium</i> , número de ooquistes/100 litros	Ausencia
<i>Giardia</i> , número de quistes/100 litros	Ausencia
* < 1,1 significa que en el ensayo del NMP utilizando 5 tubos de 20 cm ³ ó 10 tubos de 10 cm ³ ninguno es positivo	
** < 1 significa que no se observan colonias	
(1) ver el anexo 1, para el número de unidades (muestras) a tomar de acuerdo con la población servida	



6. INSPECCIÓN

6.1 Muestreo

6.1.1 El muestreo para el análisis microbiológico, físico, químico debe realizarse de acuerdo a los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods).

6.1.2 El agua potable debe ser monitoreada permanentemente para asegurar que no se producen desviaciones en los parámetros aquí indicados.

6.1.3 El manejo y conservación de las muestras para la realización de los análisis debe realizarse de acuerdo con lo establecido en los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods).

7. MÉTODOS DE ENSAYO

7.1 Los métodos de ensayo utilizados para los análisis que se especifican en esta norma serán los métodos estandarizados para el agua potable y residual (Standard Methods) especificados en su última edición. En caso que no conste el método de análisis para un parámetro en el Standard Methods, se utilizará un método estandarizado propuesto por un organismo reconocido.



Anexo 28: Certificado de la Planta de Tratamiento Uchupucun de la ciudad de Azogues.



Empresa Pública Municipal de Agua Potable, Alcantarillado

y Saneamiento Ambiental del Cantón Azogues

"Una Empresa Municipal al Servicio de Azogues"

"DIRECCIÓN TÉCNICA - LABORATORIO"

Of N° 001-LBPTU

Azogues, Abril 06 del 2015.

De mis Consideraciones:

Yo. Dra. Edith Urgilés Campos Jefe de laboratorio de la Planta de Tratamiento de Uchupucun de Azogues (EMAPAL_EP), a petición verbal de la parte interesada.

Certifica Que:

Las Srtas. Ligia Mercedes Verdugo Garcia con CI: 0302309422 y Maritza Beatriz Lazo Calle con CI: 0105598163 y realizaron la parte práctica de la tesis denominada **“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS FILTROS DURANTE EL PRRÓCESO DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA MEDIANTE ANÀLISIS FÍSICO Y MICROBIOLÒGICON EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO UCHUPUCUN DEL CANTÒN AZOGUES”** en el laboratorio de la planta en un período de 8 semanas del 17-11-2014 al 08-01-2015

Es todo lo que puedo informar en honor a la verdad.



Atentamente

Dra. Edith Urgilés Campos
Jefe de Laboratorio



EDIFICIO PRINCIPAL
Av. Ernesto Guevara y Av. 16 Abril
PBX: (593 07) 2240069
Fax: Ext.: 205

LABORATORIO
PLANTA DE UCHUPUCUN
Alfonso Vintimilla y Miguel Heredia
Telf.: 2241321
www.emapal.gob.ec
emapalaz@yahoo.com.ec

AGENCIA
C. C. BARTOLOMÉ SERRANO
Sucre y Matovelle
Telf.: 2249954

Anexo 29: Tabla NMP IDEXX QUANTI – TRAY: Cara frontal.
IDEXX Quanti-Tray®/2000 Tabla, número más probable

# Pocillos		# Pocillos pequeños positivos																								
# Grandes Positivos		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0	<1	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.1	15.1	16.1	17.1	18.1	19.1	20.2	21.2	22.2	23.3	24.3	
1	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.1	8.1	9.1	10.1	11.1	12.1	13.2	14.2	15.2	16.2	17.3	18.3	19.3	20.4	21.4	22.4	23.5	24.5	25.6	
2	2.0	3.0	4.1	5.1	6.1	7.1	8.1	9.2	10.2	11.2	12.2	13.3	14.3	15.4	16.4	17.4	18.5	19.5	20.6	21.6	22.7	23.7	24.8	25.8	26.9	
3	3.1	4.1	5.1	6.1	7.2	8.2	9.2	10.3	11.3	12.4	13.4	14.5	15.5	16.5	17.6	18.6	19.7	20.8	21.8	22.9	23.9	25.0	26.1	27.1	28.2	
4	4.1	5.2	6.2	7.2	8.3	9.3	10.4	11.4	12.5	13.5	14.6	15.6	16.7	17.8	18.8	19.9	21.0	22.0	23.1	24.2	25.3	26.3	27.4	28.5	29.6	
5	5.2	6.3	7.3	8.4	9.4	10.5	11.5	12.6	13.7	14.7	15.8	16.9	17.9	19.0	20.1	21.2	22.2	23.3	24.4	25.5	26.6	27.7	28.8	29.9	31.0	
6	6.3	7.4	8.4	9.5	10.6	11.6	12.7	13.8	14.9	16.0	17.0	18.1	19.2	20.3	21.4	22.5	23.6	24.7	25.8	26.9	28.0	29.1	30.2	31.3	32.4	
7	7.5	8.6	9.6	10.7	11.8	12.8	13.9	15.0	16.1	17.2	18.3	19.4	20.5	21.6	22.7	23.8	24.9	26.0	27.1	28.3	29.4	30.5	31.6	32.8	33.9	
8	8.6	9.7	10.8	11.9	13.0	14.1	15.2	16.3	17.4	18.5	19.6	20.7	21.8	22.9	24.1	25.2	26.3	27.4	28.6	29.7	30.8	32.0	33.1	34.3	35.4	
9	9.8	10.9	12.0	13.1	14.2	15.3	16.4	17.6	18.7	19.8	20.9	22.0	23.2	24.3	25.4	26.6	27.7	28.9	30.0	31.2	32.3	33.5	34.6	35.8	37.0	
10	11.0	12.1	13.2	14.4	15.5	16.6	17.7	18.9	20.0	21.1	22.3	23.4	24.6	25.7	26.9	28.0	29.2	30.3	31.5	32.7	33.8	35.0	36.2	37.4	38.6	
11	12.2	13.4	14.5	15.6	16.8	17.9	19.1	20.2	21.4	22.5	23.7	24.8	26.0	27.2	28.3	29.5	30.7	31.9	33.0	34.2	35.4	36.6	37.8	39.0	40.2	
12	13.5	14.6	15.8	16.9	18.1	19.3	20.4	21.6	22.8	23.9	25.1	26.3	27.5	28.6	29.8	30.1	32.2	33.4	34.6	35.8	37.0	38.2	39.5	40.7	41.9	
13	14.8	16.0	17.1	18.3	19.5	20.6	21.8	23.0	24.2	25.4	26.6	27.8	29.0	30.2	31.4	32.6	33.8	35.0	36.2	37.5	38.7	39.9	41.2	42.4	43.6	
14	16.1	17.3	18.5	19.7	20.9	22.1	23.3	24.5	25.7	26.9	28.1	29.3	30.5	31.7	33.0	34.2	35.4	36.7	37.9	39.1	40.4	41.6	42.9	44.2	45.4	
15	17.5	18.7	19.9	21.1	22.3	23.5	24.7	25.9	27.2	28.4	29.6	30.9	32.1	33.3	34.6	35.8	37.1	38.4	39.6	40.9	42.2	43.4	44.7	46.0	47.3	
16	18.9	20.1	21.3	22.6	23.8	25.0	26.2	27.5	28.7	30.0	31.2	32.5	33.7	35.0	36.3	37.5	38.8	39.7	40.1	41.4	42.7	44.0	45.3	46.6	47.9	49.2
17	20.3	21.6	24.1	25.3	27.8	29.1	30.3	31.6	32.9	34.1	35.4	36.7	38.0	39.3	40.6	41.9	43.2	44.5	45.9	47.2	48.5	49.8	51.2	52.3	53.2	
18	21.8	23.1	24.3	25.6	26.9	28.1	29.4	30.7	32.0	33.3	34.6	35.9	37.2	38.5	39.8	41.1	42.4	43.8	45.1	46.5	47.8	49.2	50.5	51.9	53.2	
19	23.3	24.6	25.9	27.2	28.5	29.8	31.1	32.4	33.7	35.0	36.3	37.6	39.0	40.3	41.6	43.0	44.3	45.7	47.1	48.4	50.8	52.6	54.0	55.4	57.3	
20	24.9	26.2	27.5	28.8	30.1	31.5	32.8	34.1	35.4	36.8	38.1	39.5	40.8	42.2	43.6	44.9	46.3	47.7	49.1	50.5	51.9	53.3	54.7	56.1	57.6	
21	26.5	27.9	29.2	30.5	31.8	33.2	34.5	35.9	37.3	38.6	39.9	41.0	41.4	42.8	44.1	45.6	47.0	48.4	49.8	51.2	52.6	54.1	55.5	56.9	58.4	
22	28.2	29.5	30.9	32.3	33.6	35.0	36.4	37.7	39.1	40.5	41.9	43.3	44.7	46.2	47.6	49.0	50.5	51.9	53.4	54.8	56.3	57.8	59.3	60.8	62.3	
23	29.9	31.3	32.7	34.1	35.5	36.8	38.3	39.7	41.1	42.5	43.9	45.4	46.8	48.3	49.7	51.2	52.7	54.2	55.6	57.1	58.6	60.2	61.7	63.2	64.7	
24	31.7	33.1	34.5	35.9	37.3	38.8	40.2	41.7	43.1	44.6	46.0	47.5	49.0	50.5	52.0	53.5	55.0	56.5	58.0	59.5	61.1	62.6	64.2	65.8	67.3	
25	33.6	35.0	36.4	37.9	39.3	40.8	42.2	43.7	45.2	46.7	48.2	49.7	51.2	52.7	54.3	55.8	57.3	58.9	60.5	62.0	63.6	65.2	66.8	68.4	70.0	
26	35.5	36.9	38.4	39.9	41.4	42.8	44.3	45.8	47.3	48.8	50.4	51.9	53.3	54.8	56.2	57.7	59.2	60.8	62.4	64.1	65.7	67.4	69.0	70.5	72.5	
27	37.4	38.9	40.4	42.0	43.5	45.0	46.5	48.1	49.6	51.2	52.8	54.4	56.0	57.6	59.2	60.8	62.4	64.1	65.7	67.4	69.0	70.8	72.5	74.2	75.9	
28	39.5	41.0	42.6	44.1	45.7	47.3	48.8	50.4	52.0	53.6	55.2	56.9	58.5	60.2	61.8	63.5	65.2	66.8	68.4	70.2	72.0	73.7	75.5	77.3	79.0	
29	51.2	53.0	54.8	56.5	58.3	60.2	62.0	63.8	65.7	67.6	69.5	71.4	73.3	75.2	77.2	79.2	81.2	83.2	85.2	87.3	89.3	91.4	93.6	95.7	97.8	
30	43.9	45.5	47.1	48.7	50.4	52.0	53.7	55.4	57.1	58.8	60.5	62.2	64.0	65.7	67.5	69.3	71.0	72.9	74.7	76.5	78.3	80.2	82.1	84.0	85.9	
31	46.2	47.9	49.5	51.2	52.9	54.6	56.3	58.1	59.8	61.6	63.3	65.1	66.9	68.7	70.5	72.4	74.2	76.1	78.0	79.9	81.8	83.7	85.7	87.6	89.6	
32	48.7	50.4	52.1	53.8	55.6	57.3	59.1	60.9	62.7	64.5	66.3	68.2	70.0	71.9	73.8	75.7	77.6	79.5	81.5	83.5	85.4	87.5	89.5	91.5	93.6	
33	51.2	53.0	54.8	56.5	58.3	60.2	62.0	63.8	65.7	67.6	69.5	71.4	73.3	75.2	77.2	79.2	81.2	83.2	85.2	87.1	89.2	91.4	93.6	95.7	97.8	
34	53.9	55.7	57.6	59.4	61.3	63.1	65.0	67.0	68.9	70.8	72.8	74.8	76.8	78.8	80.9	82.9	85.0	87.1	89.2	91.4	93.5	95.7	97.9	100.2	102.4	
35	56.8	58.6	60.5	62.4	64.4	66.3	68.3	70.3	72.3	74.3	76.3	78.4	80.5	82.6	84.7	86.9	89.1	91.3	93.5	95.7	98.0	100.3	102.6	105.0	107.3	
36	59.8	61.7	63.7	65.7	67.7	69.7	71.7	73.8	75.9	78.0	80.1	82.3	84.5	86.7	88.9	91.2	93.5	95.8	98.2	100.6	103.1	105.6	108.1	110.7	113.3	
37	62.9	65.0	67.0	69.1	71.2	73.3	75.4	77.6	79.8	82.0	84.2	86.5	88.8	91.1	93.4	95.8	98.3	100.8	103.4	105.9	108.6	111.2	113.9	116.6	119.4	
38	66.3	68.4	70.6	72.7	74.9	77.1	79.4	81.6	83.9	86.2	88.6	91.0	93.4	95.9	98.4	101.0	103.6	106.3	109.0	111.8	114.6	117.4	120.3	123.2	126.1	
39	70.0	72.2	74.4	76.7	78.9	81.3	83.6	86.0	88.4	90.9	93.4	95.9	98.5	101.2	103.9	106.7	110.5	113.4	116.2	118.2	121.2	124.3	127.4	130.5	133.7	137.0
40	73.8	76.2	78.5	80.9	83.3	85.7	88.2	90.8	93.3	95.9	98.7	101.4	104.3	107.1	110.0	113.0	116.0	119.1	122.2	125.4	128.7	132.0	135.4	138.8	142.3	145.9
41	78.0	80.5	83.0	85.5	88.0	90.6	93.3	95.9	98.7	101.7	104.6	107.6	110.6	113.7	116.9	120.1	123.4	126.7	130.1	133.6	137.2	140.6	144.5	148.3	152.2	156.1
42	82.6	85.2	87.8	90.5	93.2	96.0	98.0	101.9	105.0	110.9	114.2	117.8	121.1	124.6	128.1	131.7	135.4	139.1	143.0	147.0	151.0	155.2	159.4	163.8	168.2	172.8
43	87.6	90.4	93.2	96.0	99.0	101.9	105.0	108.1	111.2																	

IDEXX Quant-Tray/2000 Tabla, número más probable

# Pocillos Grandes Positivos	# Pocillos pequeños positivos										48
	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
0	25.3	26.4	27.4	28.4	29.5	30.5	31.5	32.6	33.6	34.7	35.7
1	26.6	27.7	28.7	29.8	30.8	31.9	32.9	34.0	35.0	36.1	37.2
2	27.9	29.0	30.0	31.1	32.2	33.2	34.3	35.4	36.5	37.5	38.6
3	29.3	30.4	31.4	32.5	33.6	34.7	35.8	36.8	37.9	39.0	40.1
4	30.7	31.8	32.8	33.9	35.0	36.1	37.2	38.3	39.4	40.5	41.6
5	32.1	33.2	34.3	35.4	36.5	37.6	38.7	39.8	41.0	42.1	43.2
6	33.5	34.7	35.8	36.9	38.0	39.2	40.3	41.4	42.6	43.7	44.8
7	35.0	36.2	37.3	38.4	39.6	40.7	41.9	43.0	44.2	45.3	46.5
8	36.6	37.7	38.9	40.0	41.2	42.3	43.5	44.7	45.9	47.0	48.2
9	38.1	39.3	40.5	41.6	42.8	44.0	45.2	46.4	47.6	48.8	50.0
10	39.7	40.9	42.1	43.3	44.5	45.7	46.9	48.1	49.3	50.6	51.8
11	41.4	42.6	43.8	45.0	46.3	47.5	48.7	49.9	51.2	52.4	53.7
12	43.1	44.3	45.6	46.8	48.1	49.3	50.6	51.8	53.1	54.3	55.6
13	44.9	46.1	47.4	48.6	49.9	51.2	52.5	53.7	55.0	56.3	57.6
14	46.7	48.0	49.3	50.5	51.8	53.1	54.4	55.7	57.0	58.3	59.6
15	48.6	49.9	51.2	52.5	53.8	55.1	56.4	57.8	59.1	60.4	61.8
16	50.5	51.8	53.2	54.5	55.8	57.2	58.5	59.9	61.2	62.6	64.0
17	52.5	53.9	55.2	56.6	58.0	59.3	60.7	62.1	63.5	64.9	66.3
18	54.6	56.0	57.4	58.8	60.2	61.6	63.0	64.4	65.8	67.2	68.6
19	56.8	58.2	59.6	61.0	62.4	63.9	65.3	66.8	68.2	69.7	71.1
20	59.0	60.4	61.9	63.3	64.8	66.3	67.7	69.2	70.7	72.2	73.7
21	61.3	62.8	64.3	65.8	67.3	68.8	70.3	71.8	73.3	74.9	76.4
22	63.8	65.3	66.8	68.3	69.8	71.4	72.9	74.5	76.1	77.6	79.1
23	66.3	67.8	69.4	71.0	72.5	74.1	75.7	77.3	78.9	80.5	82.0
24	68.9	70.5	72.1	73.7	75.3	77.0	78.6	80.3	81.9	83.6	85.2
25	71.7	73.3	75.0	76.6	78.3	80.0	81.7	83.3	85.1	86.8	88.5
26	74.6	76.3	78.0	79.7	81.4	83.1	84.8	86.6	89.0	91.9	93.7
27	77.6	79.4	81.1	82.9	84.6	86.4	88.2	90.0	91.9	93.7	95.5
28	80.8	82.6	84.4	86.3	88.1	89.9	91.8	93.7	95.6	97.5	99.4
29	84.2	86.1	87.9	89.8	91.7	93.7	95.6	97.5	99.5	101.5	103.5
30	87.8	89.7	91.7	93.6	95.6	97.6	99.6	101.6	103.7	105.7	107.8
31	91.6	93.6	95.6	97.7	99.7	101.7	103.9	106.0	110.3	112.5	114.7
32	95.7	97.8	99.9	102.0	104.2	106.3	108.5	110.7	113.0	115.2	117.5
33	100.0	102.2	104.4	106.6	108.9	111.2	113.5	115.8	118.2	120.5	122.9
34	104.7	107.0	109.3	111.7	114.0	116.4	118.9	121.3	123.8	126.3	128.8
35	109.7	112.2	114.6	117.1	119.6	122.2	124.7	127.3	129.9	132.6	135.3
36	115.2	117.8	120.4	123.0	125.7	128.4	131.1	133.9	136.7	139.5	142.4
37	121.3	124.0	126.8	129.6	132.4	135.3	138.2	141.2	144.2	147.3	150.3
38	127.9	130.8	133.8	136.8	139.9	143.0	146.2	149.4	152.6	155.9	159.2
39	135.3	138.5	141.7	145.0	148.3	151.7	155.1	158.6	162.1	165.7	169.4
40	143.7	147.1	150.6	154.2	157.8	161.5	165.3	169.1	173.0	177.0	181.1
41	153.2	157.0	160.9	164.8	168.9	173.0	177.2	181.5	185.8	190.3	194.8
42	164.3	168.6	172.9	177.3	181.9	186.5	191.3	196.1	201.1	206.2	211.4
43	177.5	182.3	187.3	192.4	197.6	202.9	208.4	214.0	219.8	225.8	231.8
44	193.6	199.3	205.1	211.0	217.2	223.5	230.0	236.7	243.6	250.8	258.1
45	214.1	220.9	227.9	235.2	242.7	250.4	258.4	266.7	275.3	284.1	293.3
46	241.5	250.0	258.9	268.2	277.8	287.8	298.1	308.8	319.9	331.4	355.5
47	280.9	292.4	304.4	316.9	330.0	343.6	357.8	387.7	403.4	419.8	436.6
48	344.1	360.9	378.4	396.8	416.0	436.0	456.9	478.6	501.2	524.7	549.3
49	461.1	488.4	517.2	547.5	579.4	613.1	648.8	666.7	727.0	816.4	866.4

Anexo 30 : FOTOGRAFÍAS: Recolección de muestras: agua cruda, agua pre-filtrada y filtrada en la Planta de tratamiento de Uchupucun.



Foto 9: Toma de muestra en la entrada del agua a la planta.

Foto tomada por autoras.



Foto 10: Toma de muestra del agua pre-filtrada.

Foto tomada por autoras.

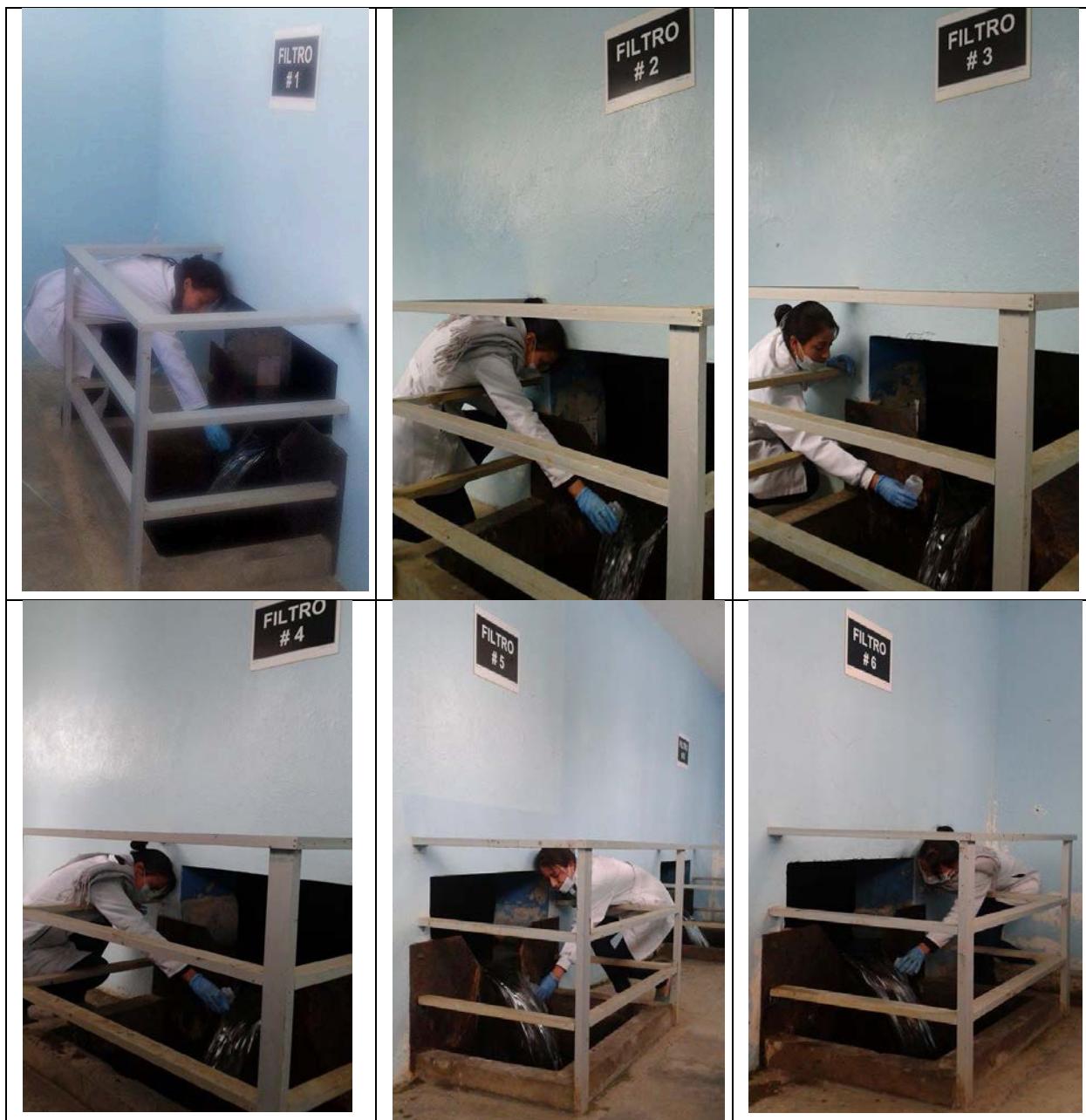


Foto 11: Toma de muestra de agua filtrada en las 6 unidades de filtración.

Foto tomada por autoras.

Anexo 31: FOTOGRAFÍAS: Equipos, materiales y reactivos utilizados en las determinaciones de los análisis físicos y microbiológicos.

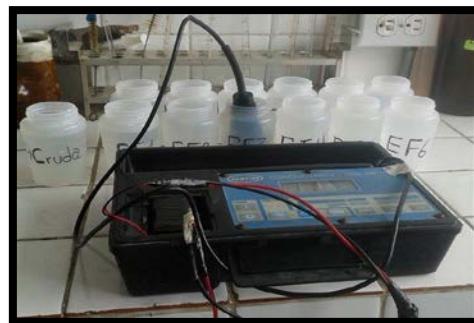


Foto 12: Conductivity /TDS METER 44600-00-para la determinación de temperatura, conductividad y sólidos totales disueltos.

Foto tomada por autoras.



Foto 13: pH-metro/modelo 301-Determinación de pH.

Foto tomada por autoras.



Foto 14: Equipo HACH 2100AN- para determinación de Color y Turbiedad.

Foto tomada por autoras.



Foto 15: Reactivos y dispositivos Quanti – Tray utilizados en el análisis microbiológico.

Foto tomada por autoras



Foto 16: Selladora IDEXX Quanty – Tray Sealer

Foto tomada por autoras.



Foto 17: Estufa RIOSSA Serie E-33.

Foto tomada por autoras.



Foto 18: Lámpara UV para determinar fluorescencia (Coliformes fecales)

Foto tomada por autoras.



Foto 19: Esterilización de material utilizado en el Análisis Microbiológico.

Foto tomada por autoras.