

## ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULOS	PÁGINAS
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1. Objetivos.....	3
1.1.1. Objetivo General.....	3
1.1.2. Objetivos Específicos.....	3
1.2. Hipótesis.....	3
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
2.1. La crisis del agua dulce.....	4
2.2. Agua Potable.....	4
2.2.1. Contaminación del agua potable.....	5
2.2.2. Transmisión de patógenos por agua.....	6
2.2.2.1. Características de los patógenos.....	6
2.2.3. A qué se denomina agua potable.....	7
2.2.4. Cantidad diaria de agua que se debe beber para tener buena salud.....	8
2.2.5. Métodos de tratamiento de agua a nivel casero.....	8
2.3. Filtración.....	10
2.3.1. Tipos de filtros.....	11
2.4. Energía solar.....	12
2.4.1. Recogida directa de energía solar.....	12
2.4.2. Transferencia de calor.....	13
2.4.3. Aislante térmico.....	13
2.4.4. Mecanismos de la desinfección solar.....	14
2.4.4.1. Colector solar.....	14
2.4.4.2. Cocinas solares.....	14
2.4.4.3. Concentradores solares.....	15
2.4.4.4. Destiladores solares.....	15
2.4.4.5. Desinfección en botellas y recipientes pequeños.....	16
2.4.5. Efecto de energía solar en los patógenos.....	16
2.4.6. Resistencia térmica de los microorganismos.....	18
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	19
3.1. Materiales y equipos.....	19
3.2. Manejo específico del experimento.....	21
3.2.1. Ubicación del área de estudio.....	21
3.2.2. Evaluación de las condiciones climáticas del área seleccionada.....	21
3.2.3. Diagnóstico físico-químico y microbiológico del agua a tratar.....	22
3.2.4. Diseño del filtro casero para la clarificación del agua.....	26
3.2.4.1. Construcción del filtro casero.....	26
3.2.4.2. Volumen de agua a tratar.....	30

3.2.4.3. Pruebas de eficiencia del filtro.....	30
3.2.5. Diseño del dispositivo para la desinfección del agua filtrada, usando energía solar.....	31
3.2.5.1. Construcción del esterilizador solar.....	32
3.2.5.2. Condiciones para las pruebas de eficiencia.....	36
3.2.6. Pruebas piloto del sistema prototipo de filtración-desinfección.....	37
3.2.6.1. Instalación del sistema.....	37
3.2.6.2. Operación.....	37
3.2.6.3. Calidad de desinfección.....	37
3.2.7. Capacitación familiar.....	37
3.2.8. Obtención y procesamiento de información.....	38

#### **CAPÍTULO IV**

<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>40</b>
4.1. Ubicación y datos técnicos.....	40
4.2. Evaluación de las condiciones climáticas del área seleccionada.....	41
4.2.1. Temperatura media anual.....	41
4.2.2. Precipitación media anual.....	42
4.2.3. Humedad relativa.....	42
4.2.4. Nubosidad.....	42
4.2.5. Brillo solar.....	42
4.2.6. Radiación solar.....	43
4.2.7. Diagrama Ombrotérmico.....	43
4.3. Diagnóstico físico-químico y microbiológico del agua a tratar.....	45
4.4. Diseño del filtro casero para la clarificación del agua a desinfectar.....	47
4.4.1. Funcionamiento del filtro casero.....	47
4.4.2. Operación.....	48
4.4.3. Mantenimiento.....	49
4.4.4. Volúmenes a tratar.....	49
4.4.5. Eficiencia del filtro.....	49
4.5. Diseño del dispositivo para la desinfección del agua filtrada, usando energía solar.....	54
4.5.1. Funcionamiento del esterilizador solar.....	54
4.5.2. Operación.....	55
4.5.3. Mantenimiento.....	55
4.5.4. Volumen a tratar.....	56
4.5.5. Condiciones para las pruebas de eficiencia.....	56
4.6. Pruebas piloto del sistema prototipo de filtración-desinfección.....	58
4.6.1. Instalación de sistema.....	58
4.6.2. Operación.....	59
4.6.3. Calidad de desinfección.....	59
4.7. Capacitación familiar.....	61
4.8. Costos de construcción del sistema prototipo.....	61
4.9. Análisis estadístico.....	65
4.9.1. Variables evaluadas.....	65

<b>CAPÍTULO V</b>	
<b>5. CONCLUSIONES.....</b>	<b>93</b>
<b>CAPÍTULO VI</b>	
<b>6. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>95</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>97</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>99</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>101</b>
Anexo 1 Registros meteorológicos.....	102
Anexo 2 Análisis de laboratorio.....	106
Anexo 3 Fotografías.....	114
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	
Cuadro 3.1. Materiales utilizados.....	19
Cuadro 3.2. Equipos utilizados.....	20
Cuadro 3.3. Parámetros analizados.....	24
Cuadro 4.1. Ubicación y datos técnicos del área de estudio.....	40
Cuadro 4.2. Datos de Heliofanía.....	43
Cuadro 4.3. Análisis físico-químicos y microbiológicos del agua tratar.....	46
Cuadro 4.4. Análisis físico químico y microbiológico en los puntos de muestreo (Muestra 1).....	59
Cuadro 4.5. Análisis físico químico y microbiológico en los puntos de muestreo (Muestra 2).....	60
Cuadro 4.6. Análisis físico químico y microbiológico en los puntos de muestreo (Muestra 3).....	60
Cuadro 4.7. Materiales para la construcción del sistema.....	62
Cuadro 4.8. Costo unitario de los materiales de construcción.....	63
Cuadro 4.9. Resumen de costo total.....	64
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
Tabla 4.1. Valores climáticos de la Estación Ambuquí.....	44
Tabla 4.2. Resultados del DBO <sub>5</sub> al ingreso y salida del filtro.....	50
Tabla 4.3. Resultados de la turbidez al ingreso y salida del filtro.....	51
Tabla 4.4. Resultados de los SDT al ingreso y salida del filtro.....	52
Tabla 4.5. Resultados de los SST al ingreso y salida del filtro.....	53
Tabla 4.6. Resultados de los análisis microbiológicos.....	57
Tabla 4.7. Límite deseable y permisible del pH (Filtración).....	66
Tabla 4.8. Límite deseable y permisible de DBO <sub>5</sub> .....	68
Tabla 4.9. Límite deseable y permisible de SDT.....	69
Tabla 4.10. Límite deseable y permisible de DQO.....	71
Tabla 4.11. Límite deseable y permisible de SST.....	72
Tabla 4.12. Límite deseable y permisible de Turbidez.....	74
Tabla 4.13. Límite deseable y permisible de Recuento aerobios totales.....	75

Tabla 4.14. Límite deseable y permisible de Recuento coliformes totales.....	77
Tabla 4.15. Límite deseable y permisible de Recuento de <i>Escherichia coli</i> .....	78
Tabla 4.16. Límite deseable y permisible de Ph (Desinfección solar).....	80
Tabla 4.17. Límite deseable y permisible de DBO <sub>5</sub> .....	81
Tabla 4.18. Límite deseable y permisible de SDT.....	83
Tabla 4.19. Límite deseable y permisible de DQO.....	84
Tabla 4.20. Límite deseable y permisible de SST.....	86
Tabla 4.21. Límite deseable y permisible de Turbidez.....	87
Tabla 4.22. Límite deseable y permisible de Recuento de aerobios totales.....	89
Tabla 4.23. Límite deseable y permisible de Recuento coliformes totales.....	90
Tabla 4.24. Límite deseable y permisible de Recuento de <i>Escherichia coli</i> .....	92

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1. Diagrama Ombrotérmico.....	44
Gráfico 4.2. Disminución de la demanda bioquímica de oxígeno.....	50
Gráfico 4.3. Disminución de Turbidez.....	51
Gráfico 4.4. Disminución de sólidos disueltos totales.....	52
Gráfico 4.5. Disminución de sólidos suspendidos totales.....	53
Gráfico 4.6. Curva de disminución de microorganismos.....	57
Gráfico 4.7. Límite deseable y permisible de pH (Filtración).....	67
Gráfico 4.8. Límite deseable y permisible de DBO <sub>5</sub> .....	68
Gráfico 4.9. Límite deseable y permisible de SDT.....	70
Gráfico 4.10. Límite deseable y permisible de DQO.....	71
Gráfico 4.11. Límite deseable y permisible de SST.....	73
Gráfico 4.12. Límite deseable y permisible de Turbidez.....	74
Gráfico 4.13. Límite deseable y permisible de Recuento aerobios totales.....	76
Gráfico 4.14. Límite deseable y permisible de Recuento coliformes totales.....	77
Gráfico 4.15. Límite deseable y permisible de <i>Escherichia coli</i> .....	79
Gráfico 4.16. Límite deseable y permisible de pH (Desinfección solar).....	80
Gráfico 4.17. Límite deseable y permisible de DBO <sub>5</sub> .....	82
Gráfico 4.18. Límite deseable y permisible de SDT.....	83
Gráfico 4.19. Límite deseable y permisible de DQO.....	85
Gráfico 4.20. Límite deseable y permisible de SST.....	86
Gráfico 4.21. Límite deseable y permisible de Turbidez.....	88
Gráfico 4.22. Límite deseable y permisible de Recuento aerobio totales.....	89
Gráfico 4.23. Límite deseable y permisible de Recuento coliformes totales.....	91
Gráfico 4.24. Límite deseable y permisible de <i>Escherichia coli</i> .....	92

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1. Mapa de ubicación de la zona de estudio.....	41
Figura 4.2. Filtro casero.....	47
Figura 4.3. Esterilizador solar.....	54
Figura 4.4. Orientación del esterilizador.....	56

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 3.1. Puntos de muestreo.....	23
Fotografía N° 3.2. Recipiente del filtro.....	26

Fotografía N° 3.3. Base del filtro.....	26
Fotografía N° 3.4. Conducto de drenaje.....	27
Fotografía N° 3.5. Salidas del agua.....	27
Fotografía N° 3.6. Lecho filtrante.....	28
Fotografía N° 3.7. Lavado con agua.....	28
Fotografía N° 3.8. Lavado con peróxido de hidrógeno.....	28
Fotografía N° 3.9. Lavado con ácido clorhídrico.....	29
Fotografía N° 3.10. Lavado de residuos.....	29
Fotografía N° 3.11. Plato difusor.....	29
Fotografía N° 3.12. Tapa del filtro.....	30
Fotografía N° 3.13. Cajón de acero galvanizado.....	32
Fotografía N° 3.14. Base del cajón.....	32
Fotografía N° 3.15. Aislante de poliuretano.....	32
Fotografía N° 3.16. Suelda con plata.....	33
Fotografía N° 3.17. Tubería en serpentín.....	33
Fotografía N° 3.18. Lámina de aluminio y tubería de cobre.....	34
Fotografía N° 3.19. Pintado de la lámina.....	34
Fotografía N° 3.20. Placas de vidrio.....	34
Fotografía N° 3.21. Termómetro de entrada.....	35
Fotografía N° 3.22. Termómetro de salida.....	35
Fotografía N° 3.23. Llaves de control.....	35
Fotografía N° 3.24. Capacitación familiar.....	38
Fotografía N° 4.1. Ubicación del sistema prototipo.....	58

## **ANEXO 1 REGISTROS METEOROLÓGICOS**

Anuario meteorológico 1978, N° 18.....	103
Anuario meteorológico 2002, N° 45.....	104
Anuario meteorológico 2005, N° 45.....	105

## **ANEXO 2 ANÁLISIS DE LABORATORIO**

Informe de laboratorio (15 de marzo de 2007).....	107
Informe de laboratorio (21 de marzo de 2007).....	108
Informe de laboratorio (29 de marzo de 2007).....	109
Informe de laboratorio (10 de abril de 2007).....	110
Informe de laboratorio (03 de mayo de 2007).....	111
Informe de laboratorio (06 de junio de 2007).....	112
Norma INEN 1108.....	113

## **ANEXO 3 FOTOGRAFÍAS**

Fotografía N° 1 Pondo.....	115
Fotografía N° 2 Toma de datos in situ.....	115
Fotografía N° 3 Toma de datos in situ de la fuente de agua.....	116
Fotografía N° 4 Conexiones de la red de tuberías.....	116
Fotografía N° 5 Sistema prototipo montado en la vivienda.....	117
Fotografía N° 6 Llenado de agua cruda para su filtración.....	117
Fotografía N° 7 Charlas dictadas a las familias.....	118
Fotografía N° 8 Reuniones con las familias involucradas.....	118

