

# ÍNDICE DE CONTENIDO

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

<b>1.1 Antecedentes.....</b>	<b>1-1</b>
<b>1.2 Justificación e Importancia.....</b>	<b>1-1</b>
<b>1.3 Objetivos.....</b>	<b>1-2</b>
1.3.1 Objetivo General.....	1-2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	1-2
<b>1.4 Metas del Proyecto.....</b>	<b>1-2</b>
<b>1.5 Zona de Estudio.....</b>	<b>1-3</b>
1.5.1 Localización Geográfica.....	1-4
1.5.2 Descripción campamentos permanentes y temporales.....	1-5

## CAPÍTULO II

### MARCO DE REFERENCIA LEGAL

<b>2.1 Reglamento Sustitutivo al Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (Decreto 1215).....</b>	<b>2-6</b>
<b>2.2 Leyes para la Calidad Ambiental.....</b>	<b>2-6</b>
<b>2.3 Normativa para la Calidad del Agua para Consumo Humano.....</b>	<b>2-8</b>
<b>2.4 Normativa para la Salud.....</b>	<b>2-8</b>

## CAPÍTULO III

### FUNDAMENTO TEÓRICO

<b>3.1 Aspectos Básicos.....</b>	<b>3-11</b>
3.1.1 Fuentes principales de abastecimiento de agua en el Bloque 16.....	3-12

<b>3.2 Contaminación del Agua.....</b>	<b>3-12</b>
3.2.1 Definición.....	3-12
3.2.2 Tipos de Contaminación.....	3-12
a) Natural	
b) Antropogénico o de origen humano	
<b>3.3 Calidad del Agua.....</b>	<b>3-14</b>
3.3.1 Definición.....	3-14
3.3.2 Calidad del agua según diferentes usos.....	3-15
3.3.3 Calidad del agua para consumo humano y uso doméstico.....	3-15
3.3.4 Calidad del agua para riego.....	3-16
3.3.5 Calidad del agua para uso estético.....	3-16
3.3.6 Calidad del agua para uso industrial.....	3-17
3.3.7 Parámetros de calidad del agua.....	3-17
a) Físico-Químicos	
b) Orgánicos	
c) Metales	
d) Microbiológicos	
<b>3.4 Técnicas de Muestreo de Aguas.....</b>	<b>3-27</b>
3.4.1 Tipos de Muestras.....	3-27
a) Muestra Simple o puntual	
b) Muestra Compuesta	
c) Muestra Integrada	
3.4.2 Requisitos del sitio de muestreo.....	3-28
3.4.3 Muestreo en Aguas Superficiales.....	3-29
3.4.4 Muestreo en Aguas de Consumo Directo.....	3-30
3.4.5 Preservación de la muestra.....	3-31

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA GENERAL DE ESTUDIO**

<b>4.1 Metodología para determinar la Calidad y Cantidad del Agua de uso Doméstico.....</b>	<b>4-32</b>
4.1.1 Localización de los Puntos de Muestreo y puntos de medición de los caudales...	4-32

4.1.2	Ubicación Geográfica.....	4-58
4.1.3	Descripción de los Puntos de Muestreo.....	4-35
4.1.4	Parámetros analizados In Situ.....	4-43
4.1.5	Parámetros analizados en Laboratorio (Laboratorio de aguas del Bloque 16 de REPSOL YPF).....	4-44
4.1.6	Descripción de los procesos de la planta de tratamiento.....	4-49
4.1.7	Medición de los caudales consumidos en los campamentos permanentes y temporales.....	4-55
4.1.8	Detección de fugas.....	4-57
4.1.9	Comparación de los consumos reales per. Capita con estándares nacionales e internacionales e incluso del mismo sector.....	4-57
4.1.10	Promulgación de la campana de ahorro y uso eficiente del agua dirigida al personal del Bloque 16.....	4-57

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS

<b>5.1</b>	<b>Presentación de resultados.....</b>	<b>5-59</b>
5.2	Interpretación de los resultados de calidad del agua Doméstica.....	5-87
5.2.1	Agua superficial.....	5-87
5.2.2	Agua para consumo humano posterior a la planta potabilizadora.....	5-90
5.2.3	Agua para consumo humano directo en los puntos de distribución.....	5-93
<b>5.3</b>	<b>Interpretación de los resultados de la cantidad del agua Doméstica empleada en el B16.....</b>	<b>5-94</b>
5.3.1	Consumo de agua doméstica per. Cápita en los campamentos del B16.....	5-94
5.3.2	Balance de aguas.....	5-98

## CAPÍTULO VI

### PROPUESTA PARA MEJORAR LA GESTIÓN DEL AGUA DE USO DOMÉSTICO

<b>6.1 Planteamiento de propuestas que permitan mejorar la gestión del agua de uso doméstico en el Bloque 16, seguido de una campaña de ahorro y uso eficiente de agua dirigida al personal del B16.....</b>	<b>6-100</b>
6.1.1 Planteamiento de opciones para mejorar el proceso de la planta de purificación de agua del B16.....	6-114
<b>6.2 Material didáctico educativo orientado al ahorro del agua de uso doméstico</b>	<b>6-117</b>

## **CAPÍTULO VII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Conclusiones.....	7-124
Recomendaciones.....	7-126

## **CAPÍTULO VIII**

### **ANEXOS**

<b>Anexo 1.....</b>	<b>8-128</b>
Tabla de los límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional, de la norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua LIBRO VI, ANEXO 1	
<b>Anexo 2.....</b>	<b>8-129</b>
Tabla de las directrices de la OMS para la calidad del agua para beber, establecidas en Génova, 1993, son el punto de referencia internacional para el establecimiento de estándares y seguridad del agua potable	
<b>Anexo 3.....</b>	<b>8-130</b>
Tabla de los límites máximos permitidos norma INEN 1108 del agua potable para consumo humano.	
<b>Anexo 4.....</b>	<b>8-131</b>
Tabla de los criterios de calidad para aguas destinadas para fines recreativos, mediante contacto primario	
<b>Anexo 5.....</b>	<b>8-132</b>

Tabla de los límites máximos permisibles en el registro de operaciones ambientales hidrocarburíferas (ROAH)

**Anexo 6.....8-133**

Identificación de puntos donde se realizaron muestreos de calidad del agua y la medición de caudales, campamento NPF

**Anexo 7.....8-134**

Identificación de puntos donde se realizaron muestreos de calidad del agua y la medición de caudales, campamento SPF y Dona Terra

**Anexo 8.....8-135**

Identificación de puntos donde se realizaron muestreos de calidad del agua y la medición de caudales, campamentos AMO 1 y AMO A

**Anexo 9.....8-136**

Identificación de puntos donde se realizaron muestreos de calidad del agua y la medición de caudales, campamento Tivacuno, SSFD y la Comuna de Dicaro.

**Anexo 10.....8-137**

Tabla para representar el tipo de fuga en los sistemas de abastecimiento del B16

**Anexo 11.....8-137**

Tabla de distancia entre puntos muestreados al laboratorio de aguas del B16

**Anexo 12.....8-138**

Diagrama del balance de agua de uso doméstico de los campamentos del B16

**Anexo 13.....8-139**

Diagrama de flujo de la planta de purificación del B16

**Anexo 14.....8-140**

Cuestionario para la evaluación de alternativas de ahorro de agua lista de chequeo 1

**Anexo 15.....8-141**

Cuestionario para la evaluación de alternativas de ahorro de agua lista de chequeo 2

**Anexo 16.....8-142**

Pantanos artificiales del B16

**Anexo 17.....8-146**

Datos de Efluentes

**Anexo 18.....8-150**

Resultados de Pruebas de Coagulación – Prueba de Jarras

## **CAPÍTULO IX**

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

<b>9.1 Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>9-155</b>
--	--------------

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 4.1</b> .....	<b>4-33</b>
Puntos Analizados en el Primer y Segundo Periodo de Muestreo	
<b>Tabla 4.2</b> .....	<b>4-33</b>
Puntos Analizados en el Tercer Periodo de Muestreo y Puntos adicionales	
<b>Tabla 4.3</b> .....	<b>4-34</b>
Puntos de Medición de los Caudales de agua	
<b>Tabla 4.4</b> .....	<b>4-44</b>
Parámetros Físicos y Químicos Analizados in situ	
<b>Tabla 4.5</b> .....	<b>4-45</b>
Parámetros Físicos Analizados en laboratorio	
<b>Tabla 4.6</b> .....	<b>4-45</b>
Parámetros Químicos, Orgánicos Analizados en laboratorio	
<b>Tabla 4.7</b> .....	<b>4-46</b>
Parámetros Químicos, Metales Analizados en laboratorio	
<b>Tabla 4.8</b> .....	<b>4-46</b>
Parámetros Microbiológicos Analizados en laboratorio	
<b>Tabla 4.9a</b> .....	<b>4-47</b>
Métodos de Preservación de Muestras de aguas (Físico-Químicos)	
<b>Tabla 4.9b</b> .....	<b>4-48</b>
Métodos de Preservación de Muestras de aguas (Orgánicos-Metales-Microbiológicos)	
<b>Tabla 5.1</b> .....	<b>5-60</b>
Análisis Físico-Químicos y Microbiológicos del Agua Superficial del Río Dicaro, Campamento permanente SPF	
<b>Tabla 5.2</b> .....	<b>5-61</b>
Análisis Físico-Químicos y Microbiológicos del Agua Superficial Del Río Bogi, campamento permanente NPF	
<b>Tabla 5.3</b> .....	<b>5-62</b>
Análisis Físico-Químicos y Microbiológicos del Agua Superficial Del Río Yasuní campamento permanente AMO 1	
<b>Tabla 5.4</b> .....	<b>5-63</b>

Análisis Físico-Químicos y Microbiológicos del Agua para consumo humano posterior a la planta potabilizadora del C.P. SPF

**Tabla 5.5.....5-64**

Análisis Físico-Químicos y Microbiológicos del Agua para consumo humano posterior a la planta potabilizadora del C.P. NPF

**Tabla 5.6.....5-65**

Análisis Físico-Químicos y Microbiológicos del Agua para consumo humano posterior a la planta potabilizadora del C.P. AMO 1

**Tabla 5.7.....5-66**

Análisis Físico-Químicos y Microbiológicos del Agua para consumo humano directo en los puntos de distribución de los campamentos

**Tabla 5.8.....5-67**

Medición de los caudales del Agua cruda de río, de la Comuna Dicaro

**Tabla 5.9.....5-68**

Medición de los caudales del Agua Doméstica del C.P. SPF y del C.T. Dona Terra

**Tabla 5.10.....5-69**

Medición de los caudales del Agua Doméstica del C.P. AMO 1 y del C.T. AMO A

**Tabla 5.11.....5-70**

Medición de los caudales del Agua Doméstica del C.P. NPF

**Tabla 5.12.....5-71**

Medición de los caudales del Agua Doméstica del C.T. Tivacuno

**Tabla 5.13.....5-72**

Medición de los caudales del Agua Doméstica en la estación de SSFD

**Tabla 5.14.....5-76**

Análisis Estadístico del Agua Superficial del B 16

**Tabla 5.15.....5-77**

Análisis Estadístico del Agua para consumo humano posterior a la planta potabilizadora

**Tabla 5.16.....5-78**

Análisis Estadístico del Caudal de Agua Doméstica del C.P. SPF y del C.T. Dona Terra

**Tabla 5.17.....5-78**

Análisis Estadístico del Caudal de Agua Doméstica del C.P. AMO 1 y del C.T. AMO A

**Tabla 5.18.....5-79**

Análisis Estadístico del Caudal de Agua Doméstica del C.P. NPF

<b>Tabla 5.19</b> .....	<b>5-79</b>
Análisis Estadístico del Caudal de Agua Doméstica del C.T. Tivacuno	
<b>Tabla 5.20</b> .....	<b>5-81</b>
Análisis Estadístico del Caudal de Agua Doméstica en la estación de SSFD	
<b>Tabla 5.21</b> .....	<b>5-80</b>
Resultados del Agua Superficial del Bloque 16	
<b>Tabla 5.22</b> .....	<b>5-81</b>
Resultados del Agua para consumo humano	
<b>Tabla 5.23</b> .....	<b>5-82</b>
Resultados del Agua para consumo humano directo en los puntos de distribución	
<b>Tabla 5.24</b> .....	<b>5-83</b>
Resultados de la Medición del caudal de agua doméstico en el C.P. SPF y C.T. Dona Terra	
<b>Tabla 5.25a</b> .....	<b>5-83</b>
Consumo doméstico de agua per. Capita en el C.P. SPF y C.T. Dona Terra	
<b>Tabla 5.25b</b> .....	<b>5-84</b>
Comparación del consumo doméstico de agua per capita en el C.T. SPF y C.T. Dona Terra con y sin la utilización del contador	
<b>Tabla 5.26</b> .....	<b>5-84</b>
Resultados de la Medición del caudal de agua Doméstico en el C.P. AMO 1 y del C.T. AMO A	
<b>Tabla 5.27</b> .....	<b>5-84</b>
Consumo doméstico de agua per. Cápita en el C.P. AMO 1 y C.T. AMO A	
<b>Tabla 5.28</b> .....	<b>5-85</b>
Resultados de la Medición del caudal de agua Doméstico en el NPF	
<b>Tabla 5.29</b> .....	<b>5-85</b>
Medición del consumo doméstico de agua per capita en el campamento Permanente NPF	
<b>Tabla 5.30</b> .....	<b>5-85</b>
Resultados de la Medición del caudal de agua Doméstico en el C.T. Tivacuno	
<b>Tabla 5.31</b> .....	<b>5-86</b>
Medición del consumo doméstico de agua per capita en el C.T. Tivacuno	
<b>Tabla 5.32</b> .....	<b>5-86</b>
Resultados de la Medición del caudal de agua Doméstico en la estación de SSFD	
<b>Tabla 5.33</b> .....	<b>5-86</b>

Medición del consumo doméstico de agua per capita en la estación de SSFD	
<b>Tabla 5.34</b> .....	<b>5-86</b>
Resultados de la Medición del caudal de agua cruda de río en la Comuna Dicaro	
<b>Tabla 5.35</b> .....	<b>5-87</b>
Consumo de agua per. Cápita en la Comuna Dicaro (agua cruda)	
<b>Tabla 5.36</b> .....	<b>5-88</b>
Concentración de Fenoles en el Agua Superficial del Bloque 16	
<b>Tabla 5.37</b> .....	<b>5-89</b>
Concentración de Coliformes Fecales en el Agua Superficial del B16	
<b>Tabla 5.38</b> .....	<b>5-91</b>
Concentración de Cloro residual en el Agua para consumo humano posterior a la planta potabilizadora del Bloque 16	
<b>Tabla 5.39</b> .....	<b>5-92</b>
Concentración de Coliformes Fecales en el Agua Superficial del B16	
<b>Tabla 5.40</b> .....	<b>5-97</b>
Resultados de la Medición del consumo de agua per. Cápita en los campamentos del B16	
<b>Tabla 5.41</b> .....	<b>5-99</b>
Resultados del Balance de agua doméstica	
<b>Tabla 6.1</b> .....	<b>6-107</b>
Consumo de agua para los sistemas de distribución	
<b>Tabla 7.1 del Anexo 17</b> .....	<b>7-146</b>
Tabla del Afluente y Efluente en el periodo de muestreo Ago-Sep del 2007	
<b>Tabla 7.2 del Anexo 17</b> .....	<b>7-148</b>
Informe trimestral a la DINAPA descargas aguas negras y grises Ene-Feb-Mar del 2008	
<b>Tabla 7.3 del Anexo 17</b> .....	<b>7-149</b>
Informe trimestral a la DINAPA descargas aguas negras y grises Ago-Sep del 2007	

## ÍNDICE DE FIGURAS

### ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 5.1</b> .....	<b>5-88</b>
Concentración de Fenoles en el Agua Superficial del Bloque 16	
<b>Gráfico 5.2</b> .....	<b>5-90</b>
Concentración de Coliformes Fecales en el Agua Superficial del B16	
<b>Gráfico 5.3</b> .....	<b>5-91</b>
Concentración de Cloro residual en el Agua para consumo humano posterior a la planta potabilizadora del Bloque 16	
<b>Gráfico 5.4</b> .....	<b>5-94</b>
Concentración de Turbidez en el Agua para consumo humano posterior a la planta potabilizadora del B16	
<b>Gráfico 5.5</b> .....	<b>5-95</b>
Consumo doméstico de agua per. Cápita vs. Periodo. C.P. SPF y C.T. Dona Terra	
<b>Gráfico 5.6</b> .....	<b>5-95</b>
Consumo doméstico de agua per. Cápita vs. Periodo. C.P. AMO 1 y C.T. AMO A	
<b>Gráfico 5.7</b> .....	<b>5-96</b>
Consumo doméstico de agua per. Cápita vs. Periodo. C.P. NPF	
<b>Gráfico 5.8</b> .....	<b>5-96</b>
Consumo doméstico de agua per. Cápita vs. Periodo. C.T. Tivacuno	
<b>Gráfico 5.9</b> .....	<b>5-97</b>
Consumo doméstico de agua per. Cápita vs. Periodo. C.T. SSFP	
<b>Gráfico 5.10</b> .....	<b>5-98</b>
Consumo doméstico de agua per. Cápita vs. Periodo. C.T. Bloque 16	

### ÍNDICE DE DIAGRAMAS

<b>Diagrama 1 (Anexo 10)</b> .....	<b>138</b>
Balance de agua de uso doméstico de los campamentos del B16	
<b>Diagrama 2 (Anexo 11)</b> .....	<b>139</b>

Flujo de la planta de purificación del B16

## ÍNDICE FOTOGRÁFICO

<b>Fotografía 4.1</b> .....	<b>4-36</b>
Río Dicaro	
<b>Fotografía 4.2</b> .....	<b>4-36</b>
Río Yasuní	
<b>Fotografía 4.3</b> .....	<b>4-37</b>
Planta Potabilizadora del SPF	
<b>Fotografía 4.4</b> .....	<b>4-38</b>
Grifo de agua, C.P. AMO 1	
<b>Fotografía 4.5</b> .....	<b>4-39</b>
Tanque de almacenamiento; grifos de	
<b>Fotografía 4.6</b> .....	<b>4-39</b>
Grifos de abastecimiento de agua.	
<b>Fotografía 4.7</b> .....	<b>4-40</b>
Grifo de agua de la cocina., agua ozonificada	
<b>Fotografía 4.8</b> .....	<b>4-40</b>
Tanque almacenamiento	
<b>Fotografía 4.9</b> .....	<b>4-40</b>
Grifo de agua de la Comunidad de Dicaro	
<b>Fotografías 4.10 y 4.11</b> .....	<b>4-41</b>
Pantanos del campamento permanente AMO 1	
<b>Fotografía 4.12</b> .....	<b>4-42</b>
Efluente de agua doméstica campamento permanente SPF	
<b>Fotografía 4.13</b> .....	<b>4-42</b>
Efluente de agua doméstica campamento temporal Dona Terra	
<b>Fotografía 4.14</b> .....	<b>4-42</b>
Pantano del campamento permanente NPF	
<b>Fotografía 4.15</b> .....	<b>4-49</b>
Planta de Tratamiento de Agua Potable	
<b>Fotografías 4.16 y 4.17</b> .....	<b>4-50</b>

Sistema de coagulación-floculación	
<b>Fotografías 4.18 y 4.19.....</b>	<b>4-51</b>
Tanque de Sedimentación	
<b>Fotografías 4.20 y 4.21.....</b>	<b>4-52</b>
Tanque del filtro de carbón activo	
<b>Fotografías 4.22 y 4.23.....</b>	<b>4-53</b>
Filtros de hilo	
<b>Fotografía 4.24.....</b>	<b>4-54</b>
Tanque de Cl gas y Clorador	
<b>Fotografía 4.25.....</b>	<b>4-54</b>
Rotámetro	
<b>Fotografía 4.26.....</b>	<b>4-55</b>
Inyector	
<b>Fotografía 4.27.....</b>	<b>4-55</b>
Difusor	
<b>Fotografía 4.28.....</b>	<b>4-56</b>
Medidor- contador del Agua Doméstica	
<b>Fotografía 4.29.....</b>	<b>4-56</b>
Medidor- contador del Total de Agua que Ingresa (agua cruda)	
<b>Fotografía 5.1.....</b>	<b>5-59</b>
Instalaciones del campamento permanente SPF	
<b>Fotografía 7.1 del Anexo 16.....</b>	<b>7-143</b>
Tanque Imhoff	
<b>Fotografía 7.2-7.3 del Anexo 16.....</b>	<b>7-145</b>
Pantanos	
<b>Fotografía 7.4 del Anexo 16.....</b>	<b>7-145</b>
Sistema de Desinfección	
<b>Fotografía 7.1 del Anexo 18.....</b>	<b>7-150</b>
Muestra Agua cruda	
<b>Fotografía 7.2 del Anexo 18.....</b>	<b>7-150</b>
Ensayo de Jarras 100 rpm	
<b>Fotografía 7.3 del Anexo 18.....</b>	<b>7-151</b>
Ensayo de Jarras Sedimentando 1 min.	
<b>Fotografía 7.4 del Anexo 18.....</b>	<b>7-151</b>

Ensayo de Jarras Sedimentando 3 min.  
**Fotografía 7.5 del Anexo 18.....7-152**

Ensayo de Jarras Sedimentando 5 min-A.  
**Fotografía 7.6 del Anexo 18.....7-152**

Ensayo de Jarras Sedimentando 5 min-B.

## ÍNDICE DE HOJAS TÉCNICAS

**Hoja técnica 1.....7-140**

Cuestionario para la evaluación de alternativas de ahorro de agua lista de chequeo 1

**Hoja técnica 2.....7-141**

Cuestionario para la evaluación de alternativas de ahorro de agua lista de chequeo 2

## GLOSARIO

- **Agua Potable**, es el agua cuyas características físicas químicas y microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consume humano y todo uso doméstico.
- **Agua Cruda o Bruta**, es el agua que se encuentra en la naturaleza y que no ha recibido ningún tratamiento para modificar sus características físicas químicas y microbiológicas.
- **Adsorción**, proceso de atracción de las moléculas o iones de una sustancia en la superficie de otra.
- **Cloro residual**, es el cloro remanente en el agua luego de al menos 30 minutos de contacto.
- **Decantación**, separación por diferencia de densidades dos productos, uno de los cuales es un líquido.
- **Desinfección**, proceso de tratamiento que elimina o reduce el riesgo de enfermedad que pueden presentar los agentes microbianos patógenos.
- **Presurizado**, mantener la presión atmosférica de un recinto a niveles normales, independientemente de la presión exterior.
- **Floculos**, masa floculada que es formada por la acumulación de partículas suspendidas.
- **Patógeno**, enfermedad producida por microorganismos, se dice del elemento o medio que puede producir una enfermedad, especialmente de las bacterias y los virus.
- **Sustancias húmicas**, contemporáneamente, el término humus se usa frecuentemente para referirse únicamente a las sustancias húmicas., proceden de procesos degradativos de materias orgánicas
- **Galvanizado**, proceso por el cual al acero o hierro se lo recubre con una capa de zinc fundido.

### Abreviaturas de carácter científico-técnico utilizadas en la tesis

GAC Carbón Activo Granular

CDAPC Consumo Doméstico de Agua per cápita  
DBO Demanda Bioquímica de Oxígeno  
DQO Demanda Química de Oxígeno  
NTU Unidades Nefelométricas de Turbidez  
NMP Número más probable de microorganismos  
ppm Partes por millón  
PAC Policloruro de Aluminio  
SS Sólidos en Suspensión  
T Temperatura  
VAC Volumen de agua consumido  
mg/L (miligramos por litro), unidades de concentración de parámetros físico químicos

### **Otras Abreviaturas**

C.P. campamento permanente  
C.T. campamento temporal  
NPF Facilidades de Producción del Norte  
SPF Facilidades de Producción del Sur  
AMO Nombre propio de campamento permanente