

CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS	11
ÍNDICE DE TABLAS	15
INTRODUCCIÓN	19
CAPÍTULO 1. CARACTERIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES	21
1.1 Fuentes de aguas residuales	23
1.2 Características de las aguas residuales	24
1.3 Efectos de polución por las aguas residuales	28
1.4 Características de importancia en aguas residuales	30
1.5 Muestras para caracterización de aguas residuales	69
CAPÍTULO 2. OBJETIVOS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	73
2.1 Generalidades	75
2.2 Objetivos del tratamiento	76
2.3 Diagramas de flujo	77
CAPÍTULO 3. GUÍAS DE CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES	89
3.1 Criterios de calidad del agua	92
CAPÍTULO 4. PRINCIPIOS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	97
4.1 Tratamiento anaeróbico	99

4.2	Tratamiento aeróbico	110
4.3	Aspectos comparativos	113
4.4	Consideraciones ambientales	115
4.5	Ecología de las lagunas facultativas	118
CAPÍTULO 5. FACTORES DE INFLUENCIA		123
5.1	Fotosíntesis	127
5.2	Oxígeno disuelto	128
5.3	pH	129
5.4	Radiación solar	129
5.5	Profundidad	131
5.6	Temperatura	133
5.7	Nutrientes	136
5.8	Tiempo de retención	138
5.9	Sedimentación de lodos	138
5.10	Infiltración y evaporación	139
5.11	Vientos	139
5.12	Geometría de la laguna	140
5.13	Sulfuros	140
5.14	DBO y sólidos suspendidos	141
CAPÍTULO 6. MODELOS DE DISEÑO		143
6.1	Principios de diseño	145
6.2	Criterios de diseño	146
6.3	Lagunas aeróbicas	148
6.4	Lagunas facultativas	151
6.5	Lagunas de maduración	168
6.6	Lagunas anaeróbicas	171
6.7	Tratamiento de lodos de tanques sépticos en lagunas anaeróbicas	177
6.8	Parámetros de diseño bolivianos	179
6.9	Normas colombianas	179
6.10	Remoción de helmintos	180
6.11	Remoción de nitrógeno	181
CAPÍTULO 7. CONSTRUCCIÓN DE LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN		183
7.1	Introducción	185
7.2	Construcción de diques	187
7.3	Impermeabilización	188
7.4	Unidades de entrada y salida	193

7.5	Pantallas	196
7.6	Otras consideraciones	197
7.7	Lagunas de Tabio	197
7.8	Lagunas de Chía	202
7.9	Lagunas de Valledupar	204
7.10	Costos	208
CAPÍTULO 8. OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y CONTROL		209
8.1	Arranque	211
8.2	Operación y mantenimiento	212
8.3	Control	213
8.4	Problemas y soluciones	215
CAPÍTULO 9. MEJORAMIENTO DEL EFLUENTE		219
9.1	Generalidades	221
9.2	Filtros de piedra	222
9.3	Filtros intermitentes de arena	226
9.4	Lagunas de jacintos	227
9.5	Tratamiento combinado	229
CAPÍTULO 10. EJEMPLO DE DISEÑO		231
10.1	Datos	233
10.2	Solución	233
CAPÍTULO 11. LAGUNAS AIREADAS		239
11.1	Descripción	241
11.2	Requisitos de diseño	245
11.3	Características de remoción de DBO	247
11.4	Requerimientos de oxígeno para oxidación biológica	251
11.5	Temperatura en lagunas aireadas	252
11.6	Relaciones de transferencia de oxígeno	253
11.7	Requisitos de mezcla	254
11.8	Configuración y disposición de los aireadores	255
11.9	Concentración de biomasa en la laguna	257
11.10	Producción de lodos	258
11.11	Clarificación y depuración del efluente	258
11.12	Optimización del diseño de lagunas aireadas en serie	259
11.13	Ejemplo	260
11.14	Ejemplo	263

CAPÍTULO 12. EJEMPLO DE DISEÑO CON OPTIMIZACIÓN Y SIN ELLA	269
12.1 Condiciones iniciales	271
12.2 Solución inicial	271
12.3 Optimización	274
12.4 Solución con optimización	274
CAPÍTULO 13. IMPACTO AMBIENTAL DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN	279
REFERENCIAS	289
ÍNDICE ALFABÉTICO	295