

**“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE**



**“PROPUESTA DE AIREACIÓN SUPERFICIAL PARA REDUCIR LOS
IMPACTOS AMBIENTALES DEL TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES URBANAS DEL SISTEMA DE LAGUNAJE DE COSAALT
R.L.”**

Por:

MIGUEL ANGEL DELGADILLO

Modalidad de Graduación: “Tesis de Grado”, presentado a consideración de la
“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito
para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería en Medio Ambiente.

GESTIÓN: 2022

ENTRE RÍOS-TARIJA-BOLIVIA

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mi esposa Esther Torrez Murguía y a toda mi familia que durante el transcurso de mi formación universitaria siempre me apoyaron.

ÍNDICE GENERAL

Advertencia

Dedicatoria

Agradecimiento

Resumen

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	6
IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	6
VARIABLE DEPENDIENTE:	6
VARIABLE INDEPENDIENTE:.....	6
OBJETIVOS	6
OBJETIVO GENERAL.....	6
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	6
HIPÓTESIS.....	7
CAPITULO I: FUNDAMENTO TEÓRICO	
1.1FUNDAMENTO TEORICO.	8
1.1.1.RAPIDEZ DE TRANSFERENCIA DE OXIGENO POR AIREACIÓN DE AGUA RESIDUAL, EN UN CONTACTOR ROTATIVO CIRCULAR. PERÚ.....	8
1.1.2. INFLUENCIA DEL TIPO DE SISTEMA DE AIREACIÓN DIFUSO EN LA EFICIENCIA DE TRANSFERENCIA DE OXIGENO EN AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS HUANCAYO 2020.	9
1.1.3. EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LAS TÉCNICAS AERÓBICAS (BURBUJA FINA, BURBUJA GRUESA Y AIREADOR VENTURI JET) A UTILIZAR EN EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DOMICILIAR PARA EL SISTEMA DE LODOS ACTIVADOS EN MODALIDAD DE AIREACIÓN EXTENDIDA. GUATEMALA.	9

1.1.4. IMPACTO AMBIENTAL DE LAS LAGUNAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, SECTOR COLINAS SAN JOSÉ, CIUDAD ROCAFUERTE.....	10
1.2. MARCO CONCEPTUAL.....	11
1.2.1. TRANSFERENCIA DE OXÍGENO	11
1.2.2. OXÍGENO DISUELTO.....	11
1.2.3. SOLUBILIDAD.....	12
1.2.4. COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE OXÍGENO	12
1.2.5. DIFUSIÓN DE MASA	12
1.2.6. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO5)	12
1.2.7. COLIFECALES	12
1.2.8. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	13
1.2.9. SÓLIDOS SEDIMENTABLES	13
1.2.10. LIMITE PERMISIBLE.....	13
1.2.11. GRADO DE EFICIENCIA	13
1.2.12. TEMPERATURA (T).....	13
1.2.13. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO).....	14
1.2.14. REVOLUCIONES POR MINUTO (rpm)	14
1.2.15. REACTOR DESCONTINUO SECUENCIAL (SBR).....	14
1.2.16. REACTOR BIOLÓGICO DE MEMBRANA (MBR).....	14
1.2.17. VELOCIDAD (v).....	15
1.2.18. HERCIO (Hz)	15
1.2.19. ASINCRÓNICO	15
1.2.20. SISTEMA DE AIREACIÓN DE AGUA	15
1.2.21. TRANSFERENCIA DE OXÍGENO GASEOSO AL AGUA	16
1.2.22. MECANISMO DE LA TRANSFERENCIA DE OXÍGENO AL AGUA.....	16
1.2.23. SISTEMAS DE AIREACIÓN DE AGUA	17
1.2.24. OXÍGENO	17
1.2.25. AIREACIÓN.....	18
1.3. MARCO LEGAL.....	18
1.3.1. NUEVA CONSTITUCION POLITICA DEL ESTADO PLURINACIONAL	18
DERECHO AL MEDIO AMBIENTE.....	18
1.3.2. LEY DEL MEDIO AMBIENTE N° 1333	18

1.3.3.DEL RECURSO AGUA.....	18
1.3.4.REGLEMENTO EN MATERIA DE CONTAMINACION HIDRICA.....	19
1.3.5.DEL MONITOREO Y EVALUACION DE LA CALIDAD HIDRICA.....	20
1.3.6. DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO	22
CAPITULO II: MATERIALES Y MÉTODOLÒGIA	
2.1. MATERIALES Y MÉTODOLÒGIA	23
2.1.1. MATERIALES	23
2.1.2. METODOLÒGIA	23
2.1.2.1. DESCRIPTIVA.....	23
2.1.2.2. CUANTITATIVA.....	24
2.1.2.3. ANALÍTICO.....	24
2.2. METODOLÒGIA POR OBJETIVOS ESPECIFICOS	24
2.3. FUENTES DE INFORMACIÓN.....	25
2.4. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	25
2.5. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	25
2.6. ESTRUCTURA METODOLÒGICA	25
2.7. ASPECTOS GENERALES DEL ÀREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	26
2.7.1. UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO	26
2.7.2. CARACTERISTICAS GENERALES	27
2.7.2.1. PRINCIPALES TIPOS DE VEGETACIÓN	29
2.7.3. BARRIO SAN LUIS.....	30
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIONES	
3.1. COTIZACIÓN DE AIREADORES SUPERFICIALES PARA EL TRATAMIENTO AEROBIO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS DE COSAALT R.L.....	33
3.1.1. AIREADORES SUPERFICIALES DE CHORRO	33
3.1.2. AIREADORES DE CHORRO (INYECCIÓN).....	34
3.1.2.1. CONTROL Y MANTENIMIENTO:.....	34
3.1.3. AIREADORES DE SUPERFICIE A CHORRO CON SOPLADOR (INYECCIÓN, TORNADO).....	35
3.1.3.1. COMPONENTES DE ACERO INOXIDABLE.....	37
3.1.3.2. COSTOS DE ENERGÍA REDUCIDOS.....	37

3.1.3.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	37
3.1.4. AIREADOR DE TURBINA, 304SS, AIREADOR DE PESCA, RECEPTOR HDPE, AIREADOR DE ACUICULTURA, EQUIPO DE AGUAS RESIDUALES (INYECCIÓN)	39
3.1.5. AIREADOR DE SUPERFICIE DE BAJA VELOCIDAD.....	41
3.1.6. AIREADOR SUPERFICIAL PARA TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES CON PANEL SOLAR Y PALETAS	43
3.1.6.1. CARACTERÍSTICAS	43
3.1.7. EQUIPO AIREADOR VERTICAL AQUA TURBO, SERIE AER-AS	46
3.1.7.1. CARACTERÍSTICAS DEL AIREADOR.....	46
3.1.7.1.1. MOTOR.....	46
3.1.7.1.2. FLOTANTE.....	47
3.1.7.1.3. PLATO DIFUSOR.....	47
3.1.7.1.4. PROPULSOR	47
3.2. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS, SÓLIDOS DISUELTOS, OXÍGENO DISUELTO Y TEMPERATURA PARA LA EVALUACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO EN LAS LAGUNAS DE LA PLANTA DE TRAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE COSAALT R.L.....	49
3.3. DESCRIBIR VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CADA TIPO DE AIREADOR, COMO GASTOS DE ENERGÍA Y COSTOS FINALES.....	63
3.4. CALCULAR EL NÚMERO DE AIREADORES SUPERFICIALES QUE SE NECESITAN, PARA CADA TIPO DE EQUIPO.....	67
3.4.1. ESTIMACIÓN DE POTENCIA NECESARIA	69
3.4.2. PROPUESTA TÉCNICA	70
3.4.3. DESCRIPCIÓN	71
3.4.4. VENTAJAS	71
3.4.5. GARANTÍA.....	72
3.4.6. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL EQUIPO.....	72
3.4.7. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS	72
3.4.7.1. MOTOR.....	72
3.4.7.2. FLOTANTE.....	73
3.4.7.3. PLATO DIFUSOR.....	73
3.4.7.4. PROPULSOR	73
3.5. CALCULO DE LA AEREACIÓN EN LA LAGUNA ANAERÓBICA DE LA PTARU DE COSAALT R.L.....	75

3.6. PROPUESTA TÉCNICA	75
3.6.1. EXCLUSIONES	76
3.6.2. CONDICIONES COMERCIALES	76
3.7. DETERMINAR IMPACTOS AMBIENTALES DE LA LAGUNA ANAERÓBICA 2	77
3.7.1. IMPORTANCIA EN LA MATRIZ CONESSA VITORA.....	77
3.7.2. EVALUACIÓN DE IMPACTOS	78
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
4.1. CONCLUSIONES	79
4.2. RECOMENDACIONES.....	80
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. PRINCIPALES TIPOS DE VEGETACIÓN EN LA PROV. CERCADO.....	29
TABLA 2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL AIREADOR DE TURBINA	40
TABLA 3. RESULTADOS DE MUESTRA DE LABORATORIO, PARÁMETRO: SÓLIDOS SUSPENDIDOS.....	51
TABLA 4. LÍMITES PERMISIBLES DENTRO DE LA LEY 1333 “CLASE “D”	52
TABLA 5. RESULTADOS DE MUESTRAS DE LABORATORIO, PARÁMETRO: SÓLIDOS SEDIMENTABLES	52
TABLA 6. LÍMITES PERMISIBLES DENTRO DE LA LEY 1333 “CLASE “D”	53
TABLA 7. RESULTADOS DE MUESTRAS DE LABORATORIO, PARÁMETRO: OXÍGENO DISUELTO.....	54
TABLA 8. LÍMITES PERMISIBLES DENTRO DE LA LEY 1333 “CLASE “D”	55
TABLA 9. RESULTADOS DE MUESTRAS DE LABORATORIO, PARÁMETRO: pH ..	55
TABLA 10. LÍMITE PERMISIBLE DENTRO DE LA LEY 1333 “CLASE “D”	56
TABLA 11. RESULTADOS DE MUESTRAS DE LABORATORIO, PARÁMETRO: DBO ₅	57
TABLA 12. LÍMITES PERMISIBLES DENTRO DE LA LEY 1333 “CLASE “D”	58
TABLA 13. RESULTADOS DE MUESTRAS DE LABORATORIO, PARÁMETRO: DQO	59
TABLA 14. LÍMITES PERMISIBLES DENTRO DE LA LEY 1333 “CLASE “D”	60

TABLA 15. RESULTADOS DE MUESTRAS DE LABORATORIO, PARÁMETRO: COLIFORMES FECALES	61
TABLA 16. LÍMITES PERMISIBLES DENTRO DE LA LEY 1333 “CLASE “D”	62
TABLA 17. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CADA TIPO DE AIREADOR, COMO GASTOS DE ENERGÍA Y COSTOS FINALES.....	64
TABLA 18. DETERMINAR IMPACTOS AMBIENTALES EN LA LAGUNA ANAERÓBICA 2	78

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. AIREADOR SUPERFICIAL DE CHORRO (INYECCIÓN)	33
CUADRO 2. AIREADOR DE CHORRO (INYECCIÓN).....	34
CUADRO 3. AIREADOR DE SUPERFICIE A CHORRO CON SOPLADOR (INYECCIÓN)	35
CUADRO 4. AIREADOR DE TURBINA, 304SS, AIREADOR DE PESCA, RECEPTOR HDPE, AIREADOR DE ACUICULTURA, EQUIPO DE AGUAS RESIDUALES (INYECCIÓN).....	39
CUADRO 5. AIREADOR DE SUPERFICIE DE BAJA VELOCIDAD	41
CUADRO 6. AIREADOR SUPERFICIAL PARA TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES CON PANEL SOLAR Y PALETAS	43
CUADRO 7. AIREADOR VERTICAL AQUA TURBO, SERIE AER-AS	46

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICA 1. PARÁMETRO: SÓLIDOS SUSPENDIDOS	51
GRÁFICA 2. PARÁMETRO: SÓLIDOS SEDIMENTABLES.....	53
GRÁFICA 3. PARÁMETRO: OXÍGENO DISUELTO.....	54
GRÁFICA 4. PARÁMETRO pH.....	56
GRÁFICA 5. PARÁMETRO: DBO ₅	58
GRÁFICA 6. PARÁMETRO: DQO.....	59
GRÁFICA 7. COLIFORMES FECALES	61

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. MAPA DE LA PROVINCIA CERCADO	27
ILUSTRACIÓN 2. BARRIO SAN LUIS	31
ILUSTRACIÓN 3.PTARU DE COSAALT R.L.	32
ILUSTRACIÓN 4. ESPECIFICACIONES DEL TORNADO.....	38
ILUSTRACIÓN 5. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL AIREADOR DE SUPERFICIE DE BAJA VELOCIDAD	42
ILUSTRACIÓN 6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL AIREADOR CON PALETAS	45
ILUSTRACIÓN 7. PTARU DE COSAALT R.L.	49
ILUSTRACIÓN 8. VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES DE PARÁMETROS EN CUERPOS RECEPTORES	50
ILUSTRACIÓN 9. PLANO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE COSAALT R.L.	68
ILUSTRACIÓN 10. PARÁMETROS DE ENTRADA Y SALIDA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE COSAALT.....	69
ILUSTRACIÓN 11.EQUIPO AIREADOR VERTICAL AQUA TURBO, SERIE AER-AS	71
ILUSTRACIÓN 12.CONO CON PLACA ANTI EROSIÓN PARA LAGUNAS CON FONDO DE TIERRA	74
ILUSTRACIÓN 13. COSTO DE LOS AIREADORES AQUA TURBO.....	76

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. INFORME FOTOGRÁFICO

Anexo 2. RESULTADOS DE LABORATORIO

Anexo3. PLANO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE COSAALT R.L.

Anexo 4. TABLA DE SATURACIÓN DE OXÍGENO

Anexo 5. COTIZACIÓN DE AIREADOR VERTICAL AQUA TURBO

ÍNDICE DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

PTARU	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas
DQO	Demanda Química de Oxígeno
DBO₅	Demanda Bioquímica de Oxígeno
CH₄	Metano
Cl₂	Cloro
NH₃	Amoniaco
H₂S	Sulfuro de Hidrógeno
CO₂	Dióxido de Carbono
mmHg	Milímetros de Mercurio
mg/ ℓ	miligramos/ litro
rpm	revoluciones por minuto
mm	milímetro
Kg/h	kilogramo/hora
Kg	kilogramo
kW	kiloWatios