

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES
CARRERA INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE

TÍTULO

**“MONITOREO DE CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LA PLANTA
DE TRATAMIENTO VALLE BAJO DEL MUNICIPIO DE URIONDO”**



Por:

FRANZ RODRIGO QUIROGA SAGREDO

Modalidad de graduación (Tesis) presentada a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería en Medio Ambiente.

Marzo de 2015

ENTRE RIOS - TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA

Dedico esta tesis A:

A Dios Todopoderoso, a la Virgen de Chaguaya, por haberme guiado y protegido en todo momento.

A mi padre Juan Carlos Quiroga, por darme un apoyo en todos los sentidos para cumplir esta anhelada meta de profesionalización.

A mi madre Lidia Sagredo, que me dio un apoyo material y sentimental con su comprensión y cariño.

A mi Papá Teófilo que me enseñó en todo momento a ser un hombre de bien.

A mi Mamá Emma por darme apoyo incondicional en todos los aspectos.

A mi hermano Daniel Quiroga por darme un apoyo moral.

A mis tíos por darme apoyo moral y material en los momentos oportunos.

ÍNDICE

Página

Advertencia	
Dedicatoria	
Agradecimiento	
Pensamiento	
Resumen	
Introducción	1
Planteamiento del Problema	2
Justificación.....	2
Hipótesis.....	3
Objetivo.....	3
Objetivo General	3
Objetivo Específicos	3
CAPITULO I	
REVISION BIBLIOGRÁFICA	
1.1 MARCO CONCEPTUAL	5
1.1.1 Aguas Residuales (AR)	5
1.1.2 Aguas Residuales Domésticas (ARD)	5
1.1.3 Aguas Residuales Municipales (ARM).....	5
1.1.4 Afluente.....	6
1.1.5 Cadena de Custodia.....	6
1.1.6 Coliformes Fecales.....	6

1.1.7 Cribado.....	7
1.1.8 Cloruro de Polivinilo (PVC)	7
1.1.9 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅).....	7
1.1.10 Desbaste	8
1.1.11 Detritus.....	8
1.1.12 Efluente	8
1.1.13 Frecuencia de Monitoreo.....	8
1.1.14 Fósforo.	8
1.1.15 Grado de Eficiencia.....	9
1.1.16 Humedales Artificiales.....	9
1.1.17 Límite Permisible	11
1.1.18 Monitoreo.....	11
1.1.19 Monitoreo de la Calidad del Agua Residual	11
1.1.20 Muestra de Agua	11
1.1.21 Muestra Simple o Puntual	11
1.1.22 Muestreo.....	12
1.1.23 Nitrógeno Amoniacal	12
1.1.24 Parámetro	12
1.1.25 pH.....	12
1.1.26 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas o Municipales.....	13
1.1.27 Punto de Aforo	13
1.1.28 Punto de Monitoreo o Punto de Control	13
1.1.29 Protocolo	14

1.1.30	Tanque de Sedimentación Primario.	14
1.1.31	Temperatura	14
1.1.32	Oxígeno Disuelto (OD)	15
1.1.33	Sólidos Suspendidos	15
1.2	MARCO TEÓRICO.....	15
1.2.1	Servicio Básicos	15
1.2.1.1	Agua Potable	15
1.2.1.2	Alcantarillado Sanitario.	16
1.2.1.3	Número de Beneficiarios.....	16
1.2.2	Proceso de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	17
1.2.2.1	Tratamiento Preliminar	17
1.2.2.2	Tratamiento Primario.	17
1.2.2.3	Tratamiento Secundario	18
1.2.2.4	Tratamiento Terciario.....	18
1.3	MARCO LEGAL.....	18
1.3.1	Ley 1333 de Medio Ambiente.....	18
1.3.2	Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica.	19
1.3.2.1	Monitoreo y Evaluación de la Calidad Hídrica.....	19
1.3.2.2	De los Sistemas de Tratamiento	22
 CAPITULO II		
 MATERIALES Y MÉTODOS		
2.1	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	23
2.1.1	Localización.	23

2.1.2	Extensión.....	24
2.1.3	Clima.....	25
2.1.4	Riesgos Climáticos.....	25
2.1.5	Erosión.....	26
2.1.6	Vegetación.....	26
2.1.7	Fauna.....	27
2.2	METODOLOGÍA.....	27
2.2.1	Diseño de la Investigación.....	27
2.3	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	28
2.3.1	TRABAJO DE GABINETE.....	28
2.3.2	TRABAJO DE CAMPO.....	28
2.3.3	MONITOREO DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LA PTAR VALLE BAJO.....	29
2.3.3.1	Puntos de Monitoreo.....	29
2.3.3.2	Agua Residual Cruda (Afluente).....	30
2.3.3.3	Agua Residual Tratada (Efluente).....	30
2.3.3.4	Identificación del punto de Monitoreo.....	30
2.3.3.5	Características del Punto de Monitoreo.....	30
2.3.3.6	Frecuencia de Monitoreo.....	31
2.4	DESARROLLO DEL MONITOREO.....	31
2.4.1	Medición del caudal (Afluente).....	31
2.4.1.1	Procedimiento.....	31
2.4.2	Medición del caudal (Efluente).....	32
2.4.2.1	Procedimiento.....	32

2.4.3 Toma de Muestras.....	33
2.4.3.1 Método de Muestreo	33
2.4.3.2 Procedimiento Para la Toma de Muestras.....	34
2.4.3.3 Análisis de las Muestras.....	36
2.5 ANÁLISIS DEL GRADO DE EFICIENCIA DE LA PTAR VALLE BAJO.....	36
2.6 MATERIALES.....	38
2.6.1 Indumentaria de Protección.....	38
2.6.2 Materiales de Campo.....	38
2.6.3 Medición del Caudal	38
2.6.3.1 Afluente.....	38
2.6.3.2 Efluente	38
2.6.4 Toma de Muestras.....	38

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1 TRABAJO DE CAMPO.....	39
3.1.1 Descripción del Proceso y Funcionamiento de la PTAR Valle Bajo.....	39
3.2.1 PRETRATAMIENTO TRATAMIENTO PRELIMINAR.....	40
3.2.1.1 Canal de Entrada del Afluente de las AR.....	40
3.2.1.2 Rejillas y Cribado de la PTAR.....	41
3.2.1.3 Dimensiones de las Rejillas.....	41
3.2.1.4 División del canal.....	42
3.2.1.5 Deposito de la PTAR	43
3.2.2 TRATAMIENTO PRIMARIO.....	43

3.2.2.1 Tanque de Sedimentación Primario.....	43
3.2.2.2 Características Físicas del Tanque de Sedimentación.....	44
3.2.3 TRATAMIENTO SECUNDARIO.....	46
3.2.3.1 Cámaras Pequeñas.....	46
3.2.3.2 Filtros de Grava.....	47
3.2.3.3 Filtro Grande de Grava.....	47
3.2.3.4 Cámara de Desagüe.....	48
3.3 RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE CAUDALES	49
3.3.1 Caudales Promedios Diarios del Afluente y Efluente.....	49
3.3.2 Caudales Promedios Semanal (Afluente).....	70
3.3.3 Análisis Estadístico del Cuadro 21	72
3.3.4 Caudales Promedios Semanal (Efluente).....	73
3.3.5 Análisis Estadístico del Cuadro 23	75
3.4 RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO.....	76
3.4.1 Resultados de los Análisis Físicoquímico en el Laboratorio del CEANID	76
3.4.2 Resultados de los Análisis Microbiológico en el Laboratorio de COSAALT	82
3.4.3 Análisis Estadístico con Referencia a los Datos de Muestreo	87
3.4.3 Comparación de los Límites Permisibles de los Resultados del Laboratorio del Efluente con los del RMCH	88
3.5 RESULTADO DEL CÁLCULO DE EFICIENCIA EN LA PTAR VALLE BAJO.....	89
3.5.1 Resultado de Eficiencia de la DBO ₅	89
3.5.2 Resultado de Eficiencia de Sólidos Suspendidos.....	91
3.5.3 Resultado de Eficiencia de las Coliformes Fecales.....	92

3.6 COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO	94
3.6.1 Resultado de Laboratorio del mes de Septiembre de 2012 con los Actuales.....	94
3.6.1.1 Aumento de la DBO₅ en el Efluente (2012 a 2014).	94
3.6.1.2 Aumento de los Sólidos Suspendidos en el Efluente (2012 a 2014).	96
3.6.1.3 Aumento de las Coliformes Fecales en el Efluente (2012 a 2014).	98
 CAPÍTULO V	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
4.1 Conclusiones.	100
4.2 Recomendaciones.....	101
BIBLIOGRAFÍA.....	103
ANEXOS	106

INDICE DE GRÁFICOS

	Página
Gráfica 1 Cobertura en viviendas de agua potable	16
Gráfica 2 Esquema de la PTAR	39
Gráfica 3 caudal promedio de tres pruebas medido el día lunes 6 de octubre (afluente).	50
Gráfica 4 Caudal promedio de tres pruebas medido el día lunes 6 de octubre (efluente).	51
Gráfica 5 Caudal promedio de tres pruebas medido el día martes 7 de octubre (afluente)	53
Gráfica 6 Caudal promedio de tres pruebas medido el día martes 7 de octubre (efluente).	54
Gráfica 7 Caudal promedio de tres pruebas medido el día miércoles 8 de octubre (afluente)	56
Gráfica 8 Caudal promedio de tres pruebas medido el día miércoles 8 de octubre (efluente)	57
Gráfica 9 Caudal promedio de tres pruebas medido el día jueves 9 de octubre (afluente).	59
Gráfica 10 Caudal promedio de tres pruebas medido el día jueves 9 de octubre (efluente)	60
Gráfica 11 Caudal promedio de tres pruebas medido el día viernes 10 de octubre (afluente)	62
Gráfica 12 Caudal promedio de tres pruebas medido el día viernes 10 de octubre (efluente)	63
Gráfica 13 Caudal promedio de tres pruebas medido el día sábado 11 de octubre (afluente)	65

Gráfica 14 Caudal promedio de tres pruebas medido el día sábado 11 de octubre (efluente) .....	.65
Gráfica 15 Caudal promedio de tres pruebas medido el día domingo 12 de octubre (afluente) .....	.68
Gráfica 16 Caudal promedio de tres pruebas medido el día domingo 12 de octubre (efluente) .....	.69
Gráfica 17 Caudal promedio medido durante la semana (afluente).....	.71
Gráfica 18 Caudal promedio medido durante la semana (efluente).....	.74
Gráfica 19 afluente y efluente de las coliformes fecales .....	.83
Gráfica 20 afluente y efluente de las coliformes fecales .....	.84
Gráfica 21 afluente y efluente de las coliformes fecales .....	.86
Gráfica 22 Comportamiento de eficiencia de la DBO ₅.....	.90
Gráfica 23 Comportamiento de eficiencia de los sólidos suspendidos .....	.91
Gráfica 24 Comportamiento de eficiencia de coliformes fecales .....	.93
Gráfica 25 Aumento de la DBO ₅ en el efluente (2012 a 2014) .....	.95
Gráfica 26 Aumento de sólidos suspendidos en el efluente (2012 a 2014) .....	.97
Gráfica 27 Aumento de coliformes fecales en el efluente (2012 a 2014).....	.99

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1 Extensión Territorial Provincia Avilés.	25
Cuadro 2 Resumen de las Principales Especies del Municipio de Uriondo.	26
Cuadro 3 Parámetros a Medir.	29
Cuadro 4 Ubicación del Punto de Monitoreo (afluente).	34
Cuadro 5 Ubicación del Punto de Monitoreo (efluente).	35
Cuadro 6 Dimensiones de las Rejillas.	42
Cuadro 7 Caudal promedio de tres pruebas medido el día lunes 6 de octubre (afluente).	49
Cuadro 8 Caudal promedio de tres pruebas medido el día lunes 6 de octubre (efluente).	51
Cuadro 9 Caudal promedio de tres pruebas medido el día martes 7 de octubre (afluente).	52
Cuadro 10 Caudal promedio de tres pruebas medido el día martes 7 de octubre (efluente).	54
Cuadro 11 Caudal promedio de tres pruebas medido el día miércoles 8 de octubre (afluente).	55
Cuadro 12 Caudal promedio de tres pruebas medido el día miércoles 8 de octubre (efluente).	57
Cuadro 13 Caudal promedio de tres pruebas medido el día jueves 9 de octubre (afluente).	58
Cuadro 14 Caudal promedio de tres pruebas medido el día jueves 9 de octubre (efluente).	60

Cuadro 15 Caudal promedio de tres pruebas medido el día viernes 10 de octubre (afluente).	61
Cuadro 16 Caudal promedio de tres pruebas medido el día viernes 10 de octubre (efluente).	63
Cuadro 17 Caudal promedio de tres pruebas medido el día sábado 11 de octubre (afluente).	64
Cuadro 18 Caudal promedio de tres pruebas medido el día sábado 11 de octubre (efluente).	66
Cuadro 19 Caudal promedio de tres pruebas medido el día domingo 12 de octubre (afluente).	67
Cuadro 20 Caudal promedio de tres pruebas medido el día domingo 12 de octubre (efluente).	69
Cuadro 21 Caudal promedio medido durante la semana (afluente).	70
Cuadro 22 Análisis de Varianza.	72
Cuadro 23 Caudal promedio medido durante la semana (efluente).	73
Cuadro 24 Análisis de Varianza.	75
Cuadro 25 Resultados de análisis del afluente (14/10/2014 hrs. 08:00 a.m.).....	76
Cuadro 26 Resultados de análisis del efluente (14/10/2014 hrs. 08:10 a.m.).....	77
Cuadro 27 Resultados de análisis del afluente (14/10/2014 hrs. 14:00 a.m.).....	78
Cuadro 28 Resultados de análisis del efluente (14/10/2014 hrs. 14:10 p.m.).	79
Cuadro 29 Resultados de análisis del afluente (14/10/2014 hrs. 19:00 p.m.).	80
Cuadro 30 Resultados de análisis del efluente (14/10/2014 hrs. 19:10 p.m.).	81
Cuadro 31 Resultados de análisis de las coliformes fecales.	82
Cuadro 32 Resultados de análisis de las coliformes fecales.	84
Cuadro 33 Resultados de análisis de las coliformes fecales.	85

Cuadro 34 Promedio y Desviacion Estandar de los Parametros Muestreados.	87
Cuadro 35 Limites Permisibles Para la Descargas Liquidas de Aguas Residuales	88
Cuadro 36 Eficiencia promedio del DBO ₅	89
Cuadro 37 Eficiencia promedio de solidos suspendidos.	91
Cuadro 38 Eficiencia media de las coliformes fecales.	92
Cuadro 39 Aumento de la DBO ₅ en el efluente (2012 a 2014).	94
Cuadro 40 Aumento de sólidos suspendidos en el efluente (2012 a 2014).	96
Cuadro 41 Aumento de coliformes fecales en el efluente (2012 a 2014).	98

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1 Mapa de Ubicación de la PTAR Valle Bajo	106
Anexo 2 Cronograma de los Parámetros a medir en el Monitoreo de la PTAR Valle Bajo	107
Anexo 3 Cálculo de los Caudales en el Afluente y Efluente	108
Anexo 4 Análisis Estadístico de la Varianza del Cuadro 23	121
Anexo 5 Análisis Estadístico de la Varianza del Cuadro 24	123
Anexo 6 Resultado de Eficiencia de la DBO ₅	125
Anexo 7 Resultado de Eficiencia de la Solidos Suspendidos	126
Anexo 8 Resultado de Eficiencia de las Coliformes Fecales.....	127
Anexo 9 Medición del Caudal (Afluente).....	128
Anexo 10 Medición del Caudal (Efluente)	130
Anexo 11 Ubicación de los Puntos de Monitoreo (Muestreo).....	130
Anexo 12 Procedimiento Para la Toma de Muestras (Afluente) y (Efluente)	131
Anexo 13 Resultados de Análisis Laboratorio del CEANID	133
Anexo 14 Resultados de Análisis Laboratorio del COSAALT	139