

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA



**“CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DE LOS
RÍOS CAMACHO Y GUADALQUIVIR, DENTRO DE LOS
MUNICIPIOS DE URIONDO Y PADCAYA”**

Por:

Vaca Vidaurre Carolina

**Modalidad de graduación Proyecto de Impacto Ambiental, presentado a
consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL
SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de
Licenciatura en Ingeniería Química.**

Abril de 2019

TARIJA – BOLIVIA

Dedicatoria

A mis padres por su amor y
apoyo incondicional...

Agradecimiento

A Dios por permitirme
cumplir este objetivo...

A mis padres y mi hermano
por ser mi fuente de
motivación...

Al Ing. Jorge Tejerina por su
guía y apoyo...

Al equipo interinstitucional
del “Proyecto de Monitoreo y
Clasificación de Aguas
Superficiales de la Cuenca del
Río Guadalquivir” por
permitir formar parte de esta
gran experiencia...

ÍNDICE

	Página
Advertencia.....	i
Dedicatoria.....	.ii
Agradecimiento.....	iii
Resumen.....	.iv

INTRODUCCIÓN

Antecedentes.....	1
Cuenca del río Guadalquivir.....	1
Municipio de Uriondo.....	2
Municipio de Padcaya.....	5
Contraloría General del Estado.....	6
Objetivo general.....	9
Objetivos específicos.....	10
Justificación.....	10

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Identificación del problema.....	12
1.1.1. Auditoría sobre los Resultados de la Gestión Ambiental en la Cuenca del Río Guadalquivir.....	12

1.1.2.	Problema.....	23
1.2.	Localización	23
1.3.	Monitoreo de la calidad hídrica.....	24
1.4.	Procedimiento	24
1.4.1.	Primera etapa – Planificación.....	25
1.4.2.	Segunda etapa – Trabajo de campo.....	38
1.4.3.	Tercera etapa – Trabajo de laboratorio.....	39
1.4.4.	Cuarta etapa – Sistematización de la información.....	41
1.4.5.	Quinta etapa - Planteamiento de la propuesta de clasificación.....	43
1.5.	Normativa ambiental vigente en Bolivia.....	43

CAPÍTULO II

ANTECEDENTES DEL ÁREA DE INFLUENCIA

2.1.	Municipio de Uriondo.....	48
2.1.1.	Descripción del municipio.....	48
2.1.2.	Componente biofísico.....	49
2.1.3.	Componente socio-cultural.....	53
2.1.4.	Componente socioeconómico	54
2.1.5.	Componente económico-productivo.....	56
2.2.	Municipio de Padcaya.....	57
2.2.1.	Descripción del Municipio.....	57
2.2.2.	Componente biofísico.....	58

2.2.3. Componente socio-cultural.....	60
2.2.4. Componente socioeconómico.....	61
2.2.5. Componente económico-productivo.....	62

CAPÍTULO III

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y VALORACIÓN DEL IMPACTO

3.1. Identificación del impacto.....	64
3.1.1. Análisis de la calidad hídrica.....	64
3.1.2. Uso actual del agua.....	74
3.1.3. Condiciones de contaminación natural y actual por aguas residuales crudas o tratadas.....	77
3.1.4. Evaluación de las condiciones biológicas.....	86
3.2. Cuantificación del impacto ambiental.....	89
3.2.1. Análisis de la calidad del agua en el Río Guadalquivir.....	90
3.2.2. Análisis de la calidad del agua en el Río Camacho.....	95
3.3. Análisis de la situación ambiental.....	100

CAPÍTULO IV

CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

4.1. Análisis de la variación de caudal.....	107
4.2. Análisis de los resultados obtenidos sobre calidad hídrica por puntos...	108
4.2.1. CAM01.....	110

4.2.2.	CAM02.....	111
4.2.3.	CAM03.....	112
4.2.4.	CAM04.....	113
4.2.5.	CAM05.....	114
4.2.6.	GUA07.....	115
4.2.7.	GUA08.....	116
4.3.	Clasificación actual de los cuerpos de agua.....	117
4.3.1.	Clasificación de los puntos en el Río Camacho.....	117
4.3.2.	Clasificación de los puntos en el Río Guadalquivir.....	118
4.4.	Relación de la clasificación por puntos y el caudal.....	119

CAPÍTULO V

ESTRATEGIA DE MANEJO AMBIENTAL

V.	ESTRATEGIA DE MANEJO AMBIENTAL.....	121
----	-------------------------------------	-----

CAPÍTULO VI

SISTEMA DE SEGUIMIENTO, VIGILANCIA Y CONTROL

VI.	SISTEMA DE SEGUIMIENTO, VIGILANCIA Y CONTROL.....	129
-----	---	-----

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	143
7.1.	Conclusiones.....	143
7.2.	Recomendaciones.....	144
	BIBLIOGRAFÍA.....	145
	ANEXOS.....	148

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.1. Escala de clasificación del ICA.....	14
Tabla I.2. Escala de clasificación de Índice de Contaminación Orgánica ICO..	15
Tabla I.3. Rango de calidad biológica del agua.....	16
Tabla I.4. Preservación de muestras para análisis en laboratorio.....	37
Tabla I.5. Aptitudes de uso según la clasificación de aguas superficiales, RMCH.....	46
Tabla II.1. Distritos y comunidades del Municipio de Uriondo.....	50
Tabla II.2. Cobertura de Servicios Básicos en el Municipio de Uriondo.....	55
Tabla III.1. Primera identificación de puntos de muestreo.....	65
Tabla III.2. Selección final y codificación de los puntos de monitoreo.....	66
Tabla III.3. Uso del agua en el Río Guadalquivir, Municipio de Uriondo.....	75
Tabla III.4. Uso del agua en el Río Camacho, Municipio de Uriondo.....	76
Tabla III.5. Resultados del primer monitoreo de condiciones biológicas en el Río Camacho.....	87
Tabla III.6. Resultados del segundo monitoreo de condiciones biológicas en el Río Camacho.....	87
Tabla III.7. Resultados del primer monitoreo de condiciones biológicas en el Río Guadalquivir.....	88
Tabla III.8. Resultados del segundo monitoreo de condiciones biológicas en el Río Guadalquivir.....	89
Tabla III.9. Resultados de análisis de calidad de las aguas superficiales en el Río Guadalquivir. Parte I.....	91
Tabla III.10. Resultados de análisis de calidad de las aguas superficiales en el Río Guadalquivir. Parte II.....	92
Tabla III.11. Resultados de análisis de calidad de las aguas superficiales en el Río	

Guadalquivir. Parte III.....	93
Tabla III.12. Resultados de análisis de calidad de las aguas superficiales en el Río Guadalquivir. Parte IV.....	94
Tabla III.13. Resultados de análisis de calidad de las aguas superficiales en el Río Camacho. Parte I.....	96
Tabla III.14. Resultados de análisis de calidad de las aguas superficiales en el Río Camacho. Parte II.....	97
Tabla III.15. Resultados de análisis de calidad de las aguas superficiales en el Río Camacho. Parte III.....	98
Tabla III.16. Resultados de análisis de calidad de las aguas superficiales en el Río Camacho. Parte IV.....	99
Tabla III.17 Impactos ambientales en el punto La Huerta, CAM01.....	100
Tabla III.18. Impactos ambientales en el punto Chaguaya, CAM02.....	101
Tabla III.19. Impactos ambientales en el punto Unión Alisos y Camacho, CAM03.....	102
Tabla III.20. Impactos ambientales en el punto Cruce Saladillo/Almendros, CAM04.....	103
Tabla III.21. Impactos ambientales en el punto Desembocadura en el Río Guadalquivir, CAM05.....	104
Tabla III.22. Impactos ambientales en el punto Ancón Chico, GUA07.....	105
Tabla III.23. Impactos ambientales en el punto El Angosto, GUA08.....	106
Tabla IV.1. Clasificación de parámetros en CAM01.....	110
Tabla IV.2. Clasificación de parámetros en CAM02.....	111
Tabla IV.3. Clasificación de parámetros en CAM03.....	112
Tabla IV.4. Clasificación de parámetros en CAM04.....	113

Tabla IV.5. Clasificación de parámetros en CAM05.....	114
Tabla IV.6. Clasificación de parámetros en GUA07.....	115
Tabla IV.7. Clasificación de parámetros en GUA08.....	116
Tabla IV.8. Clasificación por puntos en el primer monitoreo, Río Camacho...	117
Tabla IV.9. Clasificación por puntos en el segundo monitoreo, Río Camacho..	117
Tabla IV.10. Clasificación por puntos en el primer monitoreo, Río Guadalquivir.....	118
Tabla IV.11. Clasificación por puntos en el segundo monitoreo, Río Guadalquivir.....	118
Tabla V.1. Medidas de mitigación y prevención del punto CAM01.....	93
Tabla V.2. Medidas de mitigación y prevención del punto CAM02.....	94
Tabla V.3. Medidas de mitigación y prevención del punto CAM03.....	95
Tabla V.4. Medidas de mitigación y prevención del punto CAM04.....	96
Tabla V.5. Medidas de mitigación y prevención del punto CAM05.....	97
Tabla V.6. Medidas de mitigación y prevención del punto GUA07.....	98
Tabla V.7. Medidas de mitigación y prevención del punto GUA08.....	99
Tabla VI.1. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, CAM01. Parte I....	93
Tabla VI.2. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, CAM01. Parte II....	94
Tabla VI.3. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, CAM02.....	95
Tabla VI.4. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, CAM03. Parte I....	96
Tabla VI.5. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, CAM03. Parte II....	97
Tabla VI.6. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, CAM04. Parte I.....	98
Tabla VI.7. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, CAM04. Parte II.....	99
Tabla VI.8. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, CAM05. Parte I....	100

Tabla VI.9. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, CAM05. Parte II...	101
Tabla VI.10. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, GUA07. Parte I...	102
Tabla VI.11. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, GUA07. Parte II...	103
Tabla VI.12. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, GUA08. Parte I...	104
Tabla VI.13. Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental, GUA08. Parte II...	105

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico III 1. Comparación de condiciones biológicas en el Río Camacho	88
Gráfico III 2. Comparación de condiciones biológicas en el Río Guadalquivir...	89
Gráfico IV 1. Variación del caudal en el Río Camacho.....	107
Gráfico IV 2. Variación del caudal en el Río Guadalquivir	108
Gráfico IV 3. Relación de la clasificación por puntos y el caudal, en el Río Camacho.....	119
Gráfico IV 4. Relación de la clasificación por puntos y el caudal, en el Río Guadalquivir.....	120

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro III.1. GUA07.....	67
Cuadro III.2. GUA08.....	68
Cuadro III.3. CAM01.....	69
Cuadro III.4. CAMO.....	70
Cuadro III.5. CAM03.....	71
Cuadro III.6. CAM04.....	72
Cuadro III.7. CAM05.....	73
Cuadro III.8. PTAR de "Calamuchita".....	78
Cuadro III.9. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Caña.....	80
Cuadro III.10. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Chaguaya.....	81
Cuadro III.11. PTAR de "Chocloca".....	82
Cuadro III.12. PTAR de "San Antonio de Chocloca".....	83
Cuadro III.13. Procesadora de Lácteos "San Nicolás".....	84
Cuadro III.14. PTAR de "El Valle de Concepción".....	85

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Cuenca del Río Guadalquivir.....	3
Mapa 2.Municipio de Uriondo.....	49
Mapa 3. Distritos del Municipio de Uriondo.....	51

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A.....148

ANEXO B.....154

ANEXO C.....156

ANEXO D.....158

ANEXO E.....161

ANEXO F.....164

ANEXO G.....174