



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA INGENIERÍA EN GESTION AMBIENTAL

Proyecto de investigación previo a la
obtención del título de Ingeniero en Gestión
Ambiental

Título del Proyecto de Investigación

**“CALIDAD DEL AGUA DE LOS ESTEROS AFECTADOS POR EL
CAMAL Y EL VERTEDERO MUNICIPAL DEL CANTÓN EL
EMPALME, PROVINCIA DEL GUAYAS”**

Autor

Ronald Hitler Muñoz Casanova

Directora del Proyecto de Investigación

Ing. Mariela Alexi Díaz Ponce

Quevedo - Los Ríos – Ecuador

2017

**“BIOMONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LOS ESTEROS AFECTADOS
POR EL CAMAL Y EL VERTEDERO MUNICIPAL DEL CANTÓN EL EMPALME,
PROV. GUAYAS”**

2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Ronald Hitler Muñoz Casanova**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes de este trabajo, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

RONALD HITLER MUÑOZ CASANOVA
C.I. 120562198-8

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

La suscrita, ING. MARIELA ALEXI DIAZ PONCE, Msc, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante Ronald Hitler Muñoz Casanova, realizó el proyecto de investigación de grado titulado “Calidad del agua de los esteros afectados por el camal y el vertedero municipal del cantón El Empalme, Prov. Guayas,” previo a la obtención del título de Ingeniería en Gestión Ambiental, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

ING. MARIELA DÍAZ. M.SC.
DIRECTORA DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE
PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO**



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Titulo

“Calidad de agua de los esteros afectados por el camal y el vertedero municipal del cantón
El Empalme, Prov. Guayas

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniera en Gestión Ambiental

Aprobado por:

Dra. Yarelys Ferrer Sánchez

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Norma Guerrero Chuez

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Blgo. Juan Pablo Urdanigo

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2017

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme permitido culminar mi carrera, a mi madre Gypssi Casanova por apoyarme siempre y estar presente en las buenas y en las malas conmigo, a mi padre Hither Muñoz por brindarme siempre su compañía y guiarme por el buen camino, a mis hermanos, abuelos, tíos y primos por ser parte de mi crecimiento

A la Facultad de Ciencia Ambientales de la Universidad Técnica estatal de Quevedo, a mis compañeros y a los docentes Julio Pazmiño, Norma Guerrero, Juan Pablo Urdánigo, Carolina Tay-Hing por sus enseñanzas las cuales se van a ver reflejadas en el futuro.

Un enorme agradecimiento a mi docente y tutora Ing. Mariela Díaz Ponce MSc. por su entrega, tiempo y dedicación en cada paso de mi investigación.

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación es dedicado a Dios, por la fuerza y sabiduría que me brindo para culminar mis estudios universitarios.

A mi madre, por su apoyo incondicional en cada uno de mis pasos, por la confianza y cariño que siempre he sentido durante toda mi vida y carrera universitaria.

A mi padre que pese a las adversidades de la vida siempre estuvo en las buenas y malas conmigo para guiarme.

A mi familia cercana con los que siempre comparto mis buenos y malos momentos ya que son un pilar fundamental en la vida.

A mi tutora y docente Ing. Mariela Díaz por ser la promotora de este proyecto investigativo ya que sin su apoyo, tiempo y dedicación no se hubiera logrado.

RESUMEN EJECUTIVO

En la gestión de las empresas públicas del Camal y del vertedero municipal del cantón El Empalme, se evidencia la deficiencia en el manejo de aguas residuales y la gestión de los residuos urbanos respectivamente; motivo que promueve, determinar la calidad del agua de los más esteros cercanos, mediante la evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos y la aplicación de DINIUS, la valoración de los impactos causados (matriz de Leopold) y relacionar esta afectación con la presencia y composición de los macroinvertebrados existentes en los esteros La Parrilla y La Caracas; así como el uso de los índices biológicos (BMWP-Cr, BMWP-Col e IBF) para determinar la calidad del agua .

El estero La Parrilla, se encuentra afectado por las actividades del camal (faenamiento de reses y porcinos), por la generación de aguas residuales (AR) y residuos sólidos (RS), por actividades de Recepción/duchado y Matanza/desangrado de las reses, de la misma manera las actividades de recepción y el aturdimiento del ganado porcino. Provocando la alteración de las propiedades físicas y químicas del estero; así como, la disminución de la fauna acuática. Se evidenció que los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que incumplen la normativa son los nitritos, nitratos, hierro y DBO. Se halló solo dos únicas familias Coenagrionidae y Neritidae, presentando mayor dominancia tanto en verano (0,91) e invierno (0,82), teniendo como único sustrato el lodo.

En el estero La Caracas, las actividades que generan mayor afectación son la descarga y tendido de desechos, disposición de desechos peligrosos y la generación de lixiviados. Entre los componentes más afectados se destacan la disminución de la fauna terrestre, la cobertura vegetal y la emanación de olores. Las raíces a las orillas del estero son el único sustrato para la presencia de las familias Philopotamidae, Coenagrionidae, Libellulidae y Leptohyphidae se mantienen en ambas épocas.

Al analizar la presencia y ausencia de las familias presentes en los tres esteros estudiados, se destaca el orden *Odonata* donde sobresalen Coenagrionidae (18) y Libellulidae (16); seguido del orden *Basommatophora* con Neritidae (12); durante todo el tiempo de muestreo. De la observación de los 6 órdenes y 22 familias encontradas con 1003 individuos, resulta que *Trichoptera* (247) es la familia más abundante del estudio,

Al analizar parte de la ecología de los esteros a través de la taxa y diferentes índices biológicos, se observa que La S, punto de control de la investigación sirve de referencia al poseer la mayor cantidad de familias (20); así como, los valores más altos en la riqueza de Margalef (3,36 – verano), Diversidad de Shannon – Weaver (2,43 – verano) y el índice de Simpson $1-D$ (0,88 - verano).

Al analizar los resultados de la prueba de Tuckey con los índices de calidad de agua aplicados, se evidencia que La S posee la mejor calidad del agua según BMWP-Cr y BMWP-Col, a diferencia del IBF que sobresale La Caracas. Sin embargo, DINIUS determina al punto de control (La S) como regular y a La Caracas de mala calidad.

La correlación aplicada entre el índice de calidad de agua DINIUS con cada uno de los índices biológicos de calidad de agua, BMWP-Cr, BMWP-Col e IBF demostró que a mayor contaminación físico química del agua menor calidad ecológica del agua.

En esta investigación, se denota la importancia de dar valor a la familia Neritidae para el índice IBF, con la finalidad de reflejar realmente la baja calidad de agua de los esteros en los que se encuentran esta familia. Se sugiere el rango de puntuación de 6 a 8 de acuerdo a la valoración que la dan a la clase Gastrópoda.

Palabras clave: Aguas superficiales – Parámetros – Monitoreo – Evaluación de impacto ambiental – Índices de Calidad del Agua - Plan de Manejo Ambiental

ABSTRACT

In the management of the public companies of the Camal and of the municipal landfill of the canton El Empalme, the deficiency in the management of residual waters and the management of the urban waste respectively is evidenced; Which promotes the determination of the water quality of the more nearby estuaries, through the evaluation of the physico-chemical and microbiological parameters and the application of DINIUS, the evaluation of the impacts caused (Leopold's matrix) and to relate this affectation to the presence and composition Of the macroinvertebrates existing in the estuaries La Parrilla and La Caracas; As well as the use of biological indexes (BMWP-Cr, BMWP-Col and IBF) to determine water quality.

The La Parrilla estuary is affected by camal activities (cattle and pork slaughter), by the generation of waste water (AR) and solid waste (RS), by Reception / showering and slaughter / bleeding of cattle , In the same way the activities of reception and the stunning of the pigs. Causing the alteration of the physical and chemical properties of the estuary; As well as, the decrease of aquatic fauna. It was evidenced that the physicochemical and microbiological parameters that violate the norm are nitrites, nitrates, iron and DBO. Only two Coenagrionidae and Neritidae families were found, presenting greater dominance in both summer (0.91) and winter (0.82), with only sludge as the substrate.

In the La Caracas estuary, the activities that generate greater affectation are the discharge and laying of waste, disposal of hazardous wastes and the generation of leachate. Among the most affected components are the decrease in terrestrial fauna, vegetation cover and the emanation of odors. The roots to the banks of the estuary are the only substrate for the presence of the families Philopotamidae, Coenagrionidae, Libellulidae and Leptohyphidae are maintained in both seasons.

When analyzing the presence and absence of the families present in the three estuaries studied, the Odonata order stands out, where they stand out Coenagrionidae (18) and Libellulidae (16); Followed by the order Basommatophora with Neritidae (12); During the entire sampling time. From the observation of the 6 orders and 22 families found with 1003 individuals, it turns out that Trichoptera (247) is the most abundant family in the study,

When analyzing part of the ecology of the estuaries through the taxa and different biological indexes, it is observed that the S, control point of the research serves as reference to possess the largest number of families (20); (3.36 - summer), Shannon - Weaver 's diversity (2.43 - summer) and Simpson' s index $\frac{1}{D}$ (0.88 - summer).

When analyzing the results of the Tuckey test with the applied water quality indexes, it is evident that La S has the best water quality according to BMWP-Cr and BMWP-Col, unlike the IBF that excels La Caracas. However, DINIUS determines the control point (La S) as regular and La Caracas of poor quality.

The correlation between the water quality index DINIUS with each of the biological indexes of water quality, BMWP-Cr, BMWP-Col and IBF showed that the higher physical chemical contamination of water, the lower the ecological quality of water.

In this research, the importance of giving value to the Neritidae family for the IBF index is denoted, in order to reflect the low water quality of the estuary in which this family is. The score range from 6 to 8 is suggested according to the assessment given to the class Gastropoda.

Keywords: System Water Supply - Water Quality - Parameters - Monitoring - Water Quality Index - - Water Safety Plan Multivariate Analysis.

TABLA DE CONTENIDO

Título del Proyecto de Investigación	i
Autor	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iv
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	v
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
RESUMEN EJECUTIVO.....	ix
ABSTRACT	xi
TABLA DE CONTENIDO	xiii
INDICE DE TABLAS	xvi
INDICE DE GRAFICOS	xvii
INDICE DE ANEXOS	xvii
CÓDIGO DUBLÍN	xix
INTRODUCCIÓN	22
CAPÍTULO I	23
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
1.1. Problema de investigación	24
1.1.1. Planteamiento del problema	24
1.1.2. Formulación del Problema	25
1.1.3. Sistematización del Problema	25
1.1.3.1. Variable Independiente: empresas municipales (camal y vertedero)	26
1.1.3.2. Variable Dependiente: Calidad de agua de esteros La Parrilla y La Caracas	26
1.2. Objetivos	27
1.2.1. Objetivo General	27
1.2.2. Objetivos Específicos	27
1.3. Justificación	28
CAPÍTULO II.....	29

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	29
2.1. Marco conceptual.....	30
2.1.1. Calidad del agua	30
2.1.2. Índice de Calidad del Agua (ICA)	30
2.1.3. Coliformes fecales	30
2.1.4. Coliformes totales	30
2.1.5. Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO5 en mg/L)	31
2.1.6. Oxígeno disuelto.....	31
2.1.7. Sólidos suspendidos totales	31
2.1.8. Sólidos suspendidos disueltos.....	32
2.1.9. Nitratos.....	32
2.1.10. Ecosistema.....	32
2.1.11. Ecosistemas Acuáticos.....	33
2.1.13. Ecosistemas lénticos.....	33
2.1.14. Biomonitorio	34
2.1.15. Bioindicadores.....	34
2.1.16. Macroinvertebrados.....	34
2.1.17. Índices de biológicos	35
2.1.18. Índice BMWP-Cr	35
2.1.19. Índice BMWP-Col.....	35
2.1.20. Índice IBF-Sv	36
2.1.21. Evaluación de Impacto Ambiental.....	36
2.2. Marco referencial	37
CAPITULO III	39
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	39
3.1. Localización	40
3.2. Tipo de Investigación	41
3.3. Métodos de la Investigación	41
3.4. Fuentes de recopilación de investigación.....	41
3.5. Diseño de la investigación	42
3.5.1. Evaluación de impacto ambiental al camal y vertedero municipal del cantón El Empalme	42
3.5.2. Determinación de la estructura de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos, en cuanto a la composición, abundancia, diversidad, riqueza y su distribución en los sustratos evaluados	44

Fase de Laboratorio	44
3.5.3. Establecimiento de la calidad del agua mediante la aplicación de los índices BMWP-Cr, BMWP-Col, IBF-Sv e ICA Dinius	47
3.5.4. Propuesta un plan de manejo ambiental para los esteros “La Parrilla” y “La Caracas” del cantón El Empalme	58
3.5.5. Instrumentos de investigación	59
4.2. Determinación de la estructura de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos, en cuanto a la composición, abundancia, diversidad, riqueza y su distribución en los sustratos evaluados.	82
4.2.1. Establecimiento de la calidad del agua mediante la aplicación de los índices BMWP-Cr, BMWP-Col, IBF-Sv y ICA Dinius.....	92
4.2.2. Índice QBR	97
4.2.3. Propuesta un plan de manejo ambiental para los esteros “La Parrilla” y “La Caracas” del cantón El Empalme.....	97
Bibliografía	107

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Puntos de las fuentes contaminantes con sus respectivas coordenadas UTM.....	42
Tabla 2. Puntos de muestreo con sus respectivas coordenadas UTM.	44
Tabla 3. Puntaje que se le asignó a cada familia de macroinvertebrados de acuerdo a la.....	47
Tabla 4. Clasificación de la calidad del agua en función del puntaje total obtenido aplicando el índice BMWP-Cr.	48
Tabla 5. Puntajes de sensibilidad a la contaminación de aguas.....	49
Tabla 6. Clasificación de la calidad del agua y Grado de Contaminación.....	52
Tabla 7. Sistema para la determinación del Índice de Monitoreo Biológico (Biological Monitoring Working Party Score System). Adaptación para Colombia.	53
Tabla 8. Clases, Valores y Características para aguas naturales clasificadas mediante el índice BMWP.....	55
Tabla 9. Valores del subíndice de los parámetros fisicoquímicos.....	56
Tabla 10. Clasificación del ICA Dinius	57
Tabla 11. Los rangos de calidad según el índice QBR son:	58
Tabla 12. Cumplimiento de los Resultados de Monitoreo de la Calidad de Agua de los esteros en estudio con el Acuerdo 097 A.....	60
Tabla 13. Diseño de la matriz de Leopold.....	60
Tabla 14. Identificación de Macroinvertebrados Acuáticos en los esteros en estudio	61
Tabla 15. Matriz estructural del Plan de Manejo Ambiental.....	61
Tabla 16. Materiales a utilizar	62
Tabla 17. Promedio de reses y cerdos anual, mensual y diariamente	67
Tabla 18. Calidad de Agua del estero La Parrilla.....	73
Tabla 19. Resultado de Monitoreo Fisicoquímico y Microbiológico de “La Caracas”	80
Tabla 20. COMPARACION CON LA TABLA 9 LIMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE DEL ACUERDO MINISTERIAL 097	81
Tabla 21. Presencia, Ausencia, Composición y Abundancia de los esteros La Parrilla, La Caracas y La S	83
Tabla 22. Microhábitats y sustratos de los esteros La Parrilla, La Caracas y La S.....	85
Tabla 23. Riqueza de especies y abundancia de las especies más importantes.....	88
Tabla 24. Composición, estructura y diversidad de macroinvertebrados.....	90
Tabla 25. ANOVA para Dominancia Simpson por Estero.....	91
Tabla 26. Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD	91
Tabla 27. ANOVA para Diversidad Shannon por Estero	91
Tabla 28. Método 95,0 porcentaje Tukey HSD.....	91
Tabla 29. Resultados de los Índices de calidad de agua.....	92

Tabla 30. ANOVA de índices de calidad de agua por Estero	94
Tabla 31. Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD por Estero	95
Tabla 32. Matriz estructural del Plan de Manejo Ambiental	99

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Localización del área de estudio	40
Grafico 2. FLUJOGRAMA DE LOS PROCESOS DE FAENAMIENTO DE RESES.....	72
Grafico 3. ACTIVIDADES DEL CAMAL (GANADO VACUNO).....	74
Grafico 4. COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS POR DEL CAMAL (GANADO VACUNO).....	75
Grafico 5. FLUJOGRAMA DE LOS PROCESOS DE FAENAMIENTO DE GANADO PORCINO	76
Grafico 6. ACTIVIDADES DEL CAMAL (GANADO PORCINO)	77
Grafico 7. COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS POR DEL CAMAL (GANADO PORCINO).....	78
Grafico 8. ACTIVIDADES DEL VERTEDERO	81
Grafico 9. COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS POR DEL VERTEDERO	82
Grafico 10. Porcentaje de calidad de agua por esteros.....	97

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Punto de descarga de aguas residuales provenientes del camal municipal hacia el estero la parrilla	112
Anexo 2. Tubo de descarga.....	112
Anexo 3. Estero la Parrilla aguas abajo	112
Anexo 4. Letreros colocados después del estudio.....	113
Anexo 5. Letrero de precaución y profundidad del estero	113
Anexo 6. Letrero de prohibido jugar cerca del estero	113
Anexo 7. Canales donde se vierten las aguas residuales del camal	113
Anexo 8. Tubos de descargas de aguas de uso domestico	113
Anexo 9. Cisterna de oxidación	113
Anexo 10. Sala de lavado de vísceras.....	113

Anexo 11. Corrales de reposo	113
Anexo 12. Canales para corta esternón	113
Anexo 13. Vertedero municipal parte baja	113
Anexo 14. Vertedero municipal parte alta	113
Anexo 15. Material orgánico estancado por presencia de lechuguines.....	113
Anexo 16. Lechuguines presentes en el estero La Caracas.....	113
Anexo 17. Fase de laboratorio	113
Anexo 18. Estero La Caracas	113
Anexo 19. Macroinvertebrados identificados en el microscopio Hydrobiosidae	113
Anexo 20. Macroinvertebrados identificados en el microscopio Neritidae	113
Anexo 21. Macroinvertebrados identificados en el microscopio Libellulidae	113
Anexo 22. Macroinvertebrados identificados en el microscopio Coenagrionidae	113

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	“Calidad del agua de los esteros afectados por el camal y el Vertedero municipal del cantón El Empalme, Prov. Guayas,”
Autor.	Ronald Hitler Muñoz Casanova
Palabras Clave:	Aguas superficiales – Parámetros – Monitoreo – Evaluación de impacto ambiental – Índices de Calidad del Agua - Plan de Manejo Ambiental
Fecha de Publicación	Mayo, 2017
Editorial	Quevedo: UTEQ, 2017
Resumen	Resumen.- En la gestión de las empresas públicas del Camal y del vertedero municipal del cantón El Empalme, se evidencia la deficiencia en el manejo de aguas residuales y la gestión de los residuos urbanos respectivamente; motivo que promueve, determinar la calidad del agua de los más esteros cercanos, mediante la evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos y la aplicación de DINIUS, la valoración de los impactos causados (matriz de Leopold) y relacionar esta afectación con la presencia y composición de los macroinvertebrados existentes en los esteros La Parrilla y La Caracas; así como el uso de los índices biológicos (BMWP-Cr, BMWP-Col e IBF) para determinar la calidad del agua . El estero La Parrilla, se encuentra afectado por las actividades del camal (faenamiento de reses y porcinos), por la generación de aguas residuales (AR) y residuos sólidos (RS), por actividades de Recepción/duchado y Matanza/desangrado de las reses, de la misma manera las actividades de recepción y el aturdimiento del ganado porcino. Provocando la alteración de las propiedades físicas y químicas del estero; así como, la disminución de la fauna

	acuática. Se evidenció que los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que incumplen la normativa son los nitritos, nitratos, hierro y DBO. Se halló solo dos únicas familias Coenagrionidae y Neritidae, presentando mayor dominancia tanto en verano (0,91) e invierno (0,82), teniendo como único sustrato el lodo. En el estero La Caracas, las actividades que generan mayor afectación son la descarga y tendido de desechos, disposición de desechos peligrosos y la generación de lixiviados. Entre los componentes más afectados se destacan la disminución de la fauna terrestre, la cobertura vegetal y la emanación de olores. Las raíces a las orillas del estero son el único sustrato para la presencia de las familias Philopotamidae, Coenagrionidae, Libellulidae y Leptohyphidae se mantienen en ambas épocas. Al analizar la presencia y ausencia de las familias presentes en los tres esteros estudiados, se destaca el orden <i>Odonata</i> donde sobresalen Coenagrionidae (18) y Libellulidae (16); seguido del orden <i>Basommatophora</i> con Neritidae (12); durante todo el tiempo de muestreo. De la observación de los 6 órdenes y 22 familias encontradas con 1003 individuos, resulta que <i>Trichoptera</i> (247) es la familia más abundante del estudio, Al analizar parte de la ecología de los esteros a través de la taxa y diferentes índices biológicos, se observa que La S, punto de control de la investigación sirve de referencia al poseer la mayor cantidad de familias (20); así como, los valores más altos en la riqueza de Margalef (3,36 – verano), Diversidad de Shannon – Weaver (2,43 – verano) y el índice de Simpson $1-D$ (0,88 - verano).
--	--

	Al analizar los resultados de la prueba de Tuckey con los índices de calidad de agua aplicados, se evidencia que La S posee la mejor calidad del agua según BMWP-Cr y BMWP-Col, a diferencia del IBF que sobresale La Caracas. Sin embargo, DINIUS determina al punto de control (La S) como regular y a La Caracas de mala calidad. La correlación aplicada entre el índice de calidad de agua DINIUS con cada uno de los índices biológicos de calidad de agua, BMWP-Cr, BMWP-Col e IBF demostró que a mayor contaminación físico química del agua menor calidad ecológica del agua. En esta investigación, se denota la importancia de dar valor a la familia Neritidae para el índice IBF, con la finalidad de reflejar realmente la baja calidad de agua de los esteros en los que se encuentran esta familia. Se sugiere el rango de puntuación de 6 a 8 de acuerdo a la valoración que la dan a la clase Gastrópoda. Abstract.-
Descripción	181 hojas : dimensiones, 21 x 29,7 cm + CD-ROM 6162
URI	(en blanco hasta cuando se dispongan los repositorios)

INTRODUCCIÓN

La mayor parte del agua existente en el planeta esta almacenada en los océanos (97.39%) y en los inlandsis, glaciares y banquisas (2.01%). El resto está contenido, en su mayoría, en las formaciones geológicas (0.54%). Solo 0.06% escurre como agua superficial, de la cual más de la mitad es salada, y por lo tanto, no potable. En realidad, el agua dulce disponible constituye menos del 0.02% de la hidrosfera. De estas aguas superficiales, 95% está almacenada en lagos dejando tan solo 0.01% para todos los ríos y arroyos (Ávila, 2003).

Existe una gran diversidad de fuentes de contaminación dentro de los sistemas acuíferos. Las denominadas potenciales, son las que aún no están activas o no se ha podido demostrar su actividad; y por geometría se dividen en lineales, puntuales y difusas, y por su origen en naturales y antropogénicas (Ávila, 2003); la disponibilidad del agua dulce disminuye por los requerimientos de la actividad agrícola (casi el 70% del consumo total), industrial (20%) y consumo humano; del cual, se requiere aproximadamente 15000 kg de agua para producir el alimento que requiere el ganado durante su crecimiento, por cada kg de carne comestible. La realidad que se agrava por los periodos prolongados de sequía (Baird & Cann, 2014)

En los últimos años el concepto de calidad de agua ha ido cambiando rápidamente de un enfoque puramente fisicoquímico a otro que integra todos los componentes del ecosistema como el biológico. La determinación del estado ecológico de las aguas superficiales debe realizarse de acuerdo con unas condiciones de referencia que deben compararse con los datos de los diferentes ecosistemas acuáticos. Esta variable debe ir acompañada de las mediciones fisicoquímicas correspondientes, al igual que una descripción del estado de las respectivas riveras (Pérez, 2003).

El desarrollo de la investigación permitirá demostrar como las actividades antropogénicas en la zona urbana del cantón El Empalme, aportan a la degradación de la calidad del agua de los esteros presentes y disminuyen la oportunidad de aprovechamiento del recurso en diferentes usos; así como, la pérdida del equilibrio del ecosistema acuático.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

De acuerdo al Plan de Ordenamiento Territorial del cantón El Empalme, Provincia del Guayas (2014-2019), tiene una población de 74.500 habitantes, cuenta con una superficie de 711 km² y una altitud de 71msnm; además, posee diferentes fuentes hídricas para uso recreacional, de las que se destacan los esteros La Parrilla, La Caracas, La Guayas, El Limón, La Felicidad, La S y El Congo.

Actualmente se visualiza que las aguas superficiales del cantón presentan alteraciones por diversas actividades antropogénicas, presentado la mayor degradación los esteros “La Parrilla”, porque posee un efluente directo del camal municipal ubicado a 600 metros, que labora desde 1965; así como, descargas domiciliarias directas y de residuos peligrosos que provienen de la Lubricadora Metropolis; y en el río “La Caracas”, que al ubicarse aproximadamente a un kilómetro del vertedero municipal con 8 años de funcionamiento puede estar afectado por los lixiviados; adicionalmente se presentan actividades como agricultura y ganadería excesiva presencia jacintos de agua.

Actualmente, no existen organismos públicos o privados que se dediquen al estudio de los efectos que se generan en la población y los ecosistemas acuáticos contaminados por las actividades antropogénicas del cantón, denotando la necesidad de implementar un sistema de control o vigilancia ambiental para las aguas superficiales del cantón.

Diagnóstico

Una de las principales falencias de los GAD's Municipales es el bajo presupuesto para implementar medidas que contemplen tecnologías limpias en el vertedero y camal municipal, lo que da como resultado la inexistencia de tratamiento de aguas residuales en el

vertedero y camal municipal; así como, no contar con personal capacitado que puedan utilizar un laboratorio para monitoreo del agua.

La situación se agrava al evidenciar deficiencias en la propuesta e implementación del plan de ordenamiento territorial y la escasa concienciación ambiental de la población para disminuir la degradación de ecosistemas acuáticos. Sin embargo, existe la alta disponibilidad de las autoridades del GAD municipal para implementar el Plan de Manejo Ambiental, proyectos que pueden con el apoyo de entes nacionales que cofinancian proyectos de mejoramiento de gestión de entidades públicas municipales y de la UTEQ mediante el desarrollo de proyectos de investigación.

Pronóstico

La inadecuada gestión de las empresas municipales como los vertederos y los camales, generan alteraciones graves, que al no ser atendidas a tiempo, las aguas residuales y la inexistencia de una gestión integral de los residuos, acelerará la pérdida de ecosistemas acuáticos y con ello la disminución de desarrollo de la población por la importancia del recurso agua en las múltiples actividades productivas principalmente para consumo humano. El efecto principal será las afectaciones a la salud y disminución de la seguridad alimentaria generando mala calidad de vida para toda la población.

1.1.2. Formulación del Problema

¿Cuáles son los efectos de las actividades antropogénicas realizadas cerca de los esteros que afectan la calidad del agua?

1.1.3. Sistematización del Problema

Al analizar la formulación del problema afloran nuevas interrogantes relacionadas a las siguientes variables:

1.1.3.1. Variable Independiente: empresas municipales (camal y vertedero)

¿Las empresas municipales cumplen con las características fundamentales de eficiencia en

¿Las empresas municipales cumplen con la gestión adecuada de sus residuos sólidos y líquidos?

¿Cuentan con un laboratorio acreditado que realice el monitoreo correspondiente para el seguimiento y control de la calidad del agua residual que generan?

¿Cómo se puede disminuir las deficiencias de las empresas municipales?

1.1.3.2. Variable Dependiente: Calidad de agua de esteros La Parrilla y La Caracas

¿Cuál es la calidad de agua de los de esteros La Parrilla y La Caracas del cantón El Empalme?

¿Existen riesgos en los ecosistemas acuáticos por el tipo de gestión de empresas municipales?

¿Qué afectaciones a la salud se ocasionan por la degradación de estos esteros?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Evaluar la calidad del agua mediante el biomonitoreo de macroinvertebrados acuáticos de los esteros “La Parrilla” y “La Caracas” afectados por el camal y el vertedero municipal del cantón El Empalme, provincia del Guayas.

1.2.2. Objetivos Específicos

1. Elaborar una evaluación de impacto ambiental al camal y al vertedero municipal del cantón El Empalme.
2. Determinar la estructura de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos, en cuanto a la composición, abundancia, diversidad, riqueza y su distribución en los sustratos evaluados.
3. Establecer la calidad del agua mediante la aplicación de los índices BMWP-Cr, BMWP-Col, IBF-Sv e ICA Dinius.
4. Proponer un plan de manejo ambiental para los esteros “La Parrilla” y “La Caracas” Del Cantón El Empalme.

1.3. Justificación

Las aguas superficiales es una fuente de abastecimiento para la población, en la actualidad su afectación se debe al crecimiento demográfico y la expansión urbana e industrial, en países en vías de desarrollo las descargas orgánicas provenientes de la actividad de los mataderos generan altos niveles de contaminación en el agua, esta situación es aceptada por los municipios por las limitaciones técnicas y económicas evidenciando la falta de manejo ambiental para la solución del problema.

En los esteros “La parrilla”, “La Caracas” y “La S” del cantón El Empalme, son lugares donde no existen investigaciones acerca de los macroinvertebrados presentes en estos importantes recursos hídricos; el reconocimiento de las especies en los tres esteros permitirá identificar las falencias en el manejo de las aguas residuales del Camal y del Vertedero Municipal.

Por los antecedentes de contaminación de aguas superficiales el presente trabajo se desarrollará con el objetivo de medir los daños en estos dos esteros del cantón El Empalme, perfilando una valoración de los impactos y escudriñando una medida viable para la implementación de decisiones de política ambiental.

El beneficio social para la comunidades aledañas será en función de los resultados obtenidos acerca de la calidad del agua de los esteros la cual permitirá proponer un plan de manejo ambiental que comprenda medidas para mitigar los impactos que afecten a la salud de la población y la vida acuática, esta propuesta asegurará la buena calidad del agua para diversos usos como recreación, riego y otros, así mismo brindará el buen vivir de las personas.

En la presente se evaluará las concentraciones física y química del agua y se aplicará el índice biótico BMWP-Cr, BMWP-Col Y IBF-Sv, cada uno de los índices anteriormente mencionados son basados en el estudio de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores, además se identificará cual es el estado actual de las riberas y su influencia en la calidad del agua de los esteros mediante el uso del Índice QBR.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Calidad del agua

El Agua constituye el recurso vital para el sostenimiento de la vida en la Tierra y es definitiva para el desarrollo económico y social de los pueblos y sus habitantes. La calidad del agua se refiere a las características físicas, químicas y biológicas de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos. Estas características afectan la capacidad del agua para sustentar tanto a las comunidades humanas como la vida vegetal y animal (1).

2.1.2. Índice de Calidad del Agua (ICA)

Este índice es ampliamente, se utiliza entre todos los índices de calidad de agua existentes, fue diseñado en 1970, y es utilizado para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los ríos a través del tiempo, el cual compara la calidad del agua de diferentes tramos del mismo río, además lo compara con la calidad de agua de diferentes ríos alrededor del mundo. Los resultados pueden ser utilizados para determinar si un tramo particular de dicho río es saludable o no (2).

2.1.3. Coliformes fecales

Es un indicador indirecto del riesgo potencial de contaminación con bacterias o virus de carácter patógeno, ya que las coliformes fecales siempre están presentes en las heces humanas y de los animales (3).

2.1.4. Coliformes totales

Incluyen varios géneros, todos los cuales pueden ser de origen fecal. En condiciones adecuadas, pueden multiplicarse en presencia de material orgánico. Algunas especies coliformes son asociadas frecuentemente a desechos vegetales o pueden ser habitantes comunes del suelo o de las aguas superficiales (4).

2.1.5. Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO5 en mg/L)

Determina la cantidad de materia orgánica bioquímicamente degradable que se encuentra presente en una muestra de agua, la cual mide la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para estabilizar la materia orgánica en condiciones aeróbicas. El valor sube a más de 10 mg/l, cuando se encuentra una descarga alta de materia orgánica que disminuye la capacidad de producción de oxígeno y provoca una anaerobiosis de los sedimentos, que liberan amoníaco, fosfatos y metales, produciendo malos olores (5).

La cantidad de DBO5 está en relación inversa con la cantidad de Oxígeno disuelto, ya que si aumenta la producción de oxígeno disminuirá la DBO5 por la acción de las bacterias aeróbicas que tienen capacidad para degradar la materia orgánica. Debe medirse a los 5 días y a 20° C. Se recomiendan valores inferiores a 10mg/l para agua de consumo humano (MINAE 2003).

2.1.6. Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto es un parámetro que ayuda a indicar el buen estado de un sistema acuático. Esta es una medida del OD en el agua el que es fundamental para los peces y los organismos acuáticos. El contenido de OD es el resultado de las actividades fotosintéticas y respiratorias de la flora y fauna en el sistema, y la mezcla de oxígeno atmosférico con aguas a través del viento y la acción de la corriente del arroyo arroyo (6).

2.1.7. Sólidos suspendidos totales

Es la cantidad de materia sólida contenida por unidad de medida, y son responsables de las impurezas visibles. La materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas a simple vista, que no se pueden eliminar por medio de deposición, se expresa en mg/l (miligramos de contaminante por litro de líquido) o en ppm (partes por millón).

2.1.8. Sólidos suspendidos disueltos

La determinación de los sólidos disueltos totales mide específicamente el total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos) por medio de una membrana con poros de 2.0 μm (o más pequeños). Los sólidos disueltos afectan adversamente la calidad de un cuerpo de agua o un efluente de varias formas. Aguas para el consumo humano, con un alto contenido de sólidos disueltos, son de mal agrado para el paladar y pueden inducir una reacción fisiológica adversa en el consumidor. Por esta razón, se estableció un límite de 500 mg/L de sólidos disueltos para el agua de consumo humano en los Estados Unidos. Los análisis de sólidos disueltos son importantes como indicadores de la efectividad de procesos de tratamiento biológico y físico de aguas usadas (3).

2.1.9. Nitratos

El nitrato es un compuesto inorgánico formado por un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de oxígeno (O); el símbolo químico es NO_3 . La existencia de nitratos en aguas superficiales no contaminadas y sin aporte de aguas industriales y comunales, se debe a la descomposición de materia orgánica (vegetal y animal) y al aporte de agua de lluvia (0,4 y 8 ppm). Los fertilizantes que contienen compuestos nitrogenados no son absorbidos por las plantas, volatilizados, o arrastrados por la escorrentía superficial acaban en las aguas en forma de nitratos. Esto logra que el nitrógeno no esté disponible para las plantas, y puede también elevar la concentración en aguas por encima de los niveles admisibles de calidad del agua potable. El nitrógeno procedente del estiércol o de los abonos puede perderse de manera similar de los prados, corrales, o lugares de almacenamiento (7).

2.1.10. Ecosistema

Un ecosistema es un grupo de plantas o animales, con la parte del ambiente físico con el cual interactúan entre sí y con su ambiente abiótico. Un ecosistema se define como casi autosuficiente, de modo que la materia que entra y sale de él es poca en comparación con

las cantidades que se reciclan internamente en un intercambio continuo de los elementos indispensables para la vida (8).

2.1.11. Ecosistemas Acuáticos

Los ecosistemas acuáticos pueden ser de agua dulce como de estuarios y marinos, se diferencian sobre la base de una propiedad química: “El contenido de sal”. Los ecosistemas de agua dulce (con un contenido de sal muy bajo) comprenden los lagos, estanques, las corrientes y los ríos (9).

2.1.12. Ecosistema lóticos

Las aguas continentales pueden llegar a tener sus masas en dos condiciones generales de desplazamiento: con visibles movimientos horizontales y rápido recambio de líquidos, o con movimientos lentos, principalmente convectivos y recambio lento. Los cuerpos de agua que se mueven en una dirección más o menos definida, y en los que el líquido se recambia por el flujo ágil a los que denominamos loticos (10).

Las Corrientes de agua o ambientes lóticos, fueron un sendero principal para el movimiento evolutivo de animales desde el mar a lagos y a la tierra. Incluso hoy, muchas taza de invertebrados acuáticos están limitadas a arroyos y ríos por ser un ambiente con características únicas (11).

2.1.13. Ecosistemas lénticos

Los ecosistemas lenticos son aquellos cuerpos de agua cuyos contenidos de líquidos se mueven básicamente dentro de la presión del terreno donde se hallan, y lo hace principalmente con movimientos convectivos con un recambio de aguas más o menos limitados (10).

Se refiere al agua que permanece o esta quieta. Se deriva del latín “lentus”, lo que significa lento. Los ecosistemas lénticos pueden compararse con los ecosistemas lóticos, que

incluyen las aguas terrestres que fluyen, como ríos y arroyos. Juntos, estos dos campos forman parte en el estudio general de agua dulce o la ecología acuática (12).

2.1.14. Biomonitoreo

El monitoreo biológico es aquel que nos permite analizar los cambios en la salud del río o quebrada. Entre más datos se obtengan, se pueden entender mejor los cambios. El monitoreo de un río consiste en establecer los cambios que ocurren mediante observaciones, estudios y posteriores registros del agua, los animales (macroinvertebrados, peces) y la zona ribereña que lo rodea (13).

Así, se pueden describir sus enfermedades y aplicar métodos para sanar rápido. Un río o quebrada que se conserve naturalmente y de una u otra forma sufra un deterioro, se recuperará sólo si se evita el problema que lo afecta (13).

2.1.15. Bioindicadores

Son especies que poseen requerimientos particulares con relación a uno o a un conjunto de variables que pueden ser físicas o químicas, tal que los cambios de presencia/ausencia, número, morfología o de conducta de esa especie en particular, indiquen que las variables físicas o químicas consideradas, y se encuentran cerca de sus límites de tolerancia (14).

2.1.16. Macroinvertebrados

Entendemos por invertebrados acuáticos aquellos que habitan en el lecho fluvial (entre las piedras, plantas acuáticas sumergidas, etc.) ya sea durante todo su ciclo vital (como los moluscos) o parte de él (como muchos insectos, en los que la fase adulta es terrestre y la fase larvaria es acuática). Se denominan “macroinvertebrados” a los que alcanzan a lo largo de su ciclo de vida un tamaño superior a 0,200 mm, lo que les puede hacer visibles a simple vista (15).

2.1.17. Índices de biológicos

Los índices biológicos se basan en la utilización de organismos que viven o pasan gran parte de su vida en el agua. Esta permanencia estable en el medio acuático les permite una mayor representatividad a lo largo del tiempo. Mientras un análisis fisicoquímico únicamente muestra la calidad del agua correspondiente al momento de la toma de muestra, la presencia o ausencia de un organismo concreto indica la situación de aquel tramo del río en un período de tiempo muchísimo más prolongado e integra a muchas más sustancias (16).

2.1.18. Índice BMWP-Cr

El BMWP-CR (Biological Monitoring Working Party modificado para Costa Rica) es un índice que se calcula sumando las puntuaciones asignadas a las distintas familias encontradas en las muestras de macroinvertebrados. La puntuación se asigna en función del grado de sensibilidad a la contaminación. La clasificación de las aguas según este índice adquiere valores comprendidos entre 0 y un máximo indeterminado que, en la práctica, no suele superar 200 (Cuadro 6). Seis clases de calidad para el agua (las dos primeras clases pertenecen al grupo de aguas no contaminadas) (República de Costa Rica 2007. La Gaceta N° 178, Decreto N° 33903 MINA-ES) (17).

2.1.19. Índice BMWP-Col

Al igual que el BMWP-Cr de Costa Rica, el BMWP-Col se lo modifico para Colombia para cuando se realice la identificación de las distintas ordenes de macroinvertebrados, estos índices tienen relación pero se diferencian en su metodología y aplicación del índice al momento de determinar la calidad del agua y con la identificación de los macroinvertebrados (Gil, 2014).

2.1.20. Índice IBF-Sv

Un simposio especial en biomonitoreo rápido en 1986 reunión de la Asociación Bentológica Norteamericana enfatizo la necesidad de enfoques de biomonitoreo rápido en campo. Fue reconocido que con objeto de ahorrar tiempo, un grado de precisión puede ser sacrificado. Consecuentemente, Hilsenhoff adapto el Índice Biótico (IB) de contaminación orgánica (Hilsenhoff 1988). En El Salvador fue adaptado este índice biológico por tanto el cuadro 7 muestra los grados de sensibilidad a la contaminación y fue nombrado localmente IBF-SV-2010.

El IBF es un promedio de los valores de tolerancia de todas las familias de artrópodos en una muestra. Esto no intenta ser un reemplazo para el Índice Biótico (IB) y puede ser efectivamente usado en el campo solamente por biólogos quienes están suficiente familiarizados con artrópodos para poder identificar familias sin usar claves (18).

2.1.21. Evaluación de Impacto Ambiental

El término impacto (presentado en esta formulación por primera vez en 1824), se forma de impactus que en latín significa literalmente “chocar”. Pero, en 1960 se le otorgó el toque figurativo de acción fuerte y perjudicial. Así, en conjunción con la palabra ambiental, se le dio un significado de efecto producido en el ambiente y los procesos naturales por la actividad humana en un espacio y un tiempo determinados. De este modo se puede decir que el impacto ambiental (ia) implica los efectos adversos sobre los ecosistemas, el clima y la sociedad debido a las actividades, como la extracción excesiva de recursos naturales, la disposición inadecuada de residuos, la emisión de contaminantes y el cambio de uso del suelo, entre otros. Se reconocen impactos directos e indirectos (por el efecto secundario de los anteriores), que poseen tres dimensiones comunes de magnitud, importancia y significancia (Perevochtchikova, 2013).

2.2. Marco referencial

El monitoreo que se realiza con macroinvertebrados acuáticos ha sido objeto de innumerables estudios realizados a nivel mundial para determinar la calidad del agua, cada uno de los resultados encontrados van a depender de la frecuencia y duración de cada muestreo, las características que presenta cada sistema fluvial, el número de sectores y metodologías empleadas.

En el año 2014, se publicó una investigación realizada por autores Morelli y Verdi en la cuenca del Río Negro, ubicada Uruguay, sobre la variedad de macroinvertebrados acuáticos en aguas dulces con vegetación ribereña nativa del lugar. En el cual se seleccionaron 16 puntos de muestreo en 8 arroyos y la metodología específica que se utilizó en el proceso del monitoreo consistió en la recolección de macroinvertebrados acuáticos durante un año entre los meses de diciembre del 2006 y diciembre de 2007, la medición in situ de parámetros físico-químicos como temperatura 20,7 °C, oxígeno disuelto 3,17 mg/l⁻¹, pH 7,36 y conductividad 233,1 µS e índices ecológicos para la determinación de la diversidad alfa (Shannon-Weaver H' 1,93, la dominancia de Simpson D 0,23 y equidad de Pielou J' 0,75) y diversidad beta (similitud de Bray-Curtis mayor similitud entre los sitios E15 y E11 57%), los individuos que representan a los grupos tróficos dominantes fueron los depredadores (51%) y colectores-recolectores (20%) (7).

Forero y Reinoso (2013), desarrollaron una investigación desde septiembre hasta octubre en el año 2009, en 14 estaciones que se encontraban ubicadas en la cuenca del río Opia (Tolima-Colombia) donde se tomaron como parámetros 10 variables físico-químicas (turbiedad, conductividad eléctrica, alcalinidad, nitratos, fosfatos, dureza total, sólidos suspendidos totales, sólidos totales, Demanda Biológica de Oxígeno y Demanda Química de Oxígeno), se emplearon índices importantes como el de riqueza de Margalef (D), diversidad de Shannon-Wiener (H'), índices bióticos Ephemeroptera, similitud de Jaccard, Plecóptera y Trichóptera (EPT), índice de familias por Hilsenhoff (IBF) y Biological

Monitoring Working Party Colombia (BMWP/Col), entre muchos índices más para la determinación de la estructura de la comunidad bentónica con una recolección total de 11573 macroinvertebrados acuáticos (8).

En el municipio de San Luis, departamento de Antioquia (Colombia), en el año 2008, Arango, et al. realizaron dos muestreos en diferentes periodos (seco y lluvioso), donde se tomaron variables físicas (caudal y la velocidad de la corriente), parametros fisicoquímicos (pH 7,07-6,83, temperatura 19,5 y 22,4 °C, conductividad 13,10- 24,90 μ S/cm, oxígeno disuelto 4,19- 9,78 mg/L y Saturación de O₂ 64,60 - 130,10 %), se calcularon índices de diversidad de Shannon-Weaver, BMWP-Col, ETP y ASPT, la cobertura de vegetación ribereña con un nivel de calidad entre ligera y fuertemente perturbado (9).

En la provincia de Pastaza - Ecuador en los ríos: Pindo Mirador, Pindo Grande y Alpayacu, en el año 2012, Endara realizó análisis de diversidad y abundancia de la fauna de macroinvertebrados con la ayuda de los índices BMWP/Col y EPT. Los órdenes Plecóptera, Efemeróptera y Trichóptera predominaron en los ríos como Pindo Mirador y Pindo Grande, obteniendo como resultado una calidad de agua muy buena, por el contrario, el río Alpayacu por el exceso de intervención antrópica, la diversidad y la abundancia de los órdenes Plecóptera, Efemeróptera y Tricóptera disminuyó dramáticamente, siendo esta zona con un criterio de calidad moderadamente contaminado (10).

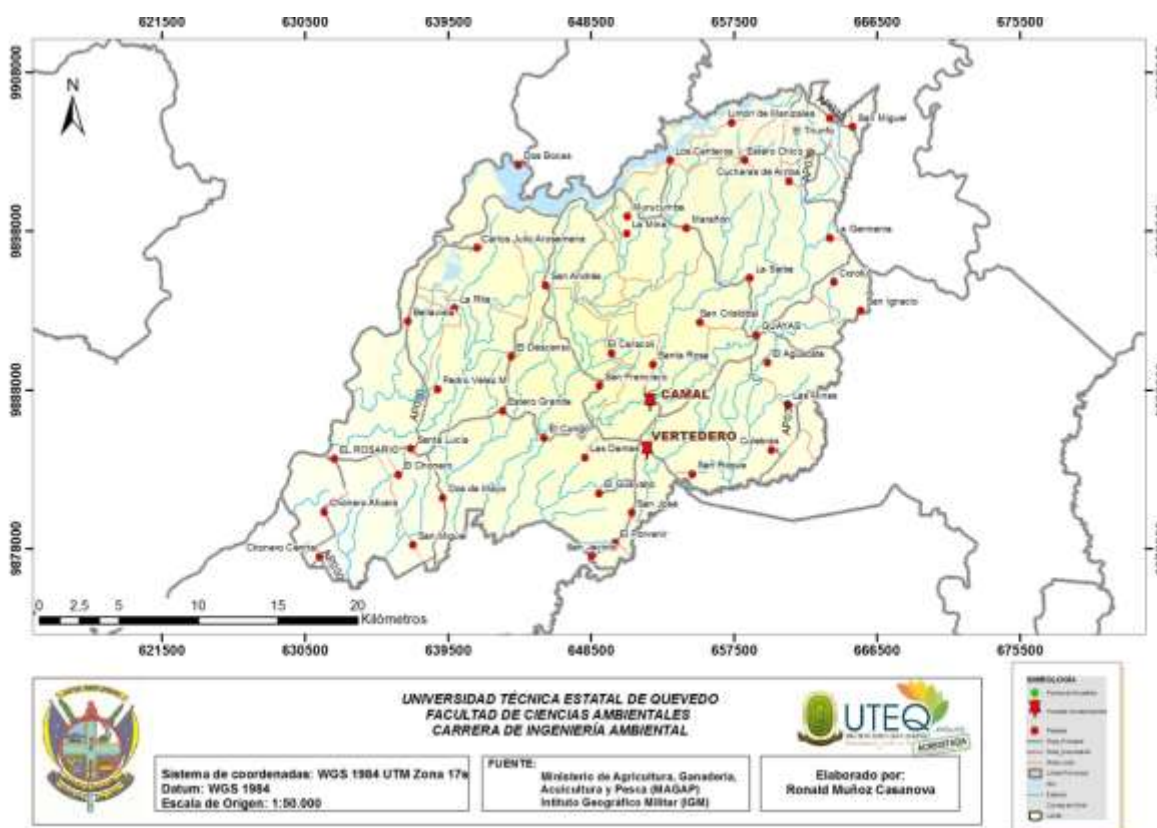
CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

Los esteros “La Parrilla”, “La Caracas” y “La S”, se encuentra ubicada en la parroquia Velasco Ibarra perteneciente al Cantón El Empalme, provincia del Guayas, Ecuador. El clima es húmedo tropical, se encuentra 72 a 128msnm, con una temperatura promedio de 18 a 35 °C y una precipitación promedio de 2800mm. Además su relieve está marcado por colinas y elevaciones hasta de 250m caracterizándose por poseer terrenos irregulares, con pendientes moderadas (PDTO del Empalme, 2015).

Gráfico 1. Localización del área de estudio



Elaborado: Autor (2017)

3.2. Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo exploratoria y diagnóstica, mediante recolección e identificación de fauna de macroinvertebrados acuáticos, aplicación de índices biológicos y medición de parámetros fisicoquímicos, se identificó la relación entre la cobertura vegetal ribereña y la calidad hídrica de los esteros La Caracas, La Parrilla y La S, logrando tener un conocimiento más actualizado de la problemática.

3.3. Métodos de la Investigación

El presente estudio se utilizó los métodos de observación y deductivo:

Método de Observación.- Es un método empírico que mediante un examen minucioso y objetivo de las instalaciones y los procesos llevados a cabo en el Camal y el Vertedero Municipal, para determinar la situación actual, entender la problemática y lograr definir las estrategias para el cuidado y protección.

Método Deductivo.- Se utilizó para el correspondiente análisis los resultados obtenidos del biomonitoreo de macroinvertebrados acuáticos aplicados en los esteros La Parrilla, La Caracas y La S; para determinar la calidad del agua que estos esteros presentan.

3.4. Fuentes de recopilación de investigación

La información documentada se obtuvo de dos fuentes: primarias y secundarias.

Entre las fuentes primarias tenemos:

- Recolección de muestras de macroinvertebrados en las quebradas La Parrilla, La Caracas y La S durante los meses de Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero.

Las fuentes secundarias se basaron en:

- Artículos científicos
- Revistas científicas
- Documentos normativos
- Documentos de sitios web

3.5. Diseño de la investigación

3.5.1. Evaluación de impacto ambiental al camal y vertedero municipal del cantón El Empalme

Para realizar la evaluación de impacto ambiental de los sitios de estudios se efectuaron los siguientes pasos:

- Diagnóstico de las instalaciones y del proceso llevado a cabo en los sitios de estudio mediante observación y aplicación de entrevistas a los responsables del camal y vertedero municipal.
- Se determinó las fuentes de contaminación de los esteros que se consideraron en el estudio, en el área de influencia directa como se muestra en la tabla 1.
- Monitoreo de agua de los esteros cercanos a los sitios de estudio, mediante la determinación de los siguientes parámetros. Nitratos, Nitritos, Manganeseo, Color, Turbiedad, Coliformes fecales, Coliformes Totales, Oxígeno Disuelto y DBO.

Tabla 1. Puntos de las fuentes contaminantes con sus respectivas coordenadas UTM.

Nº	SITIOS DE ESTUDIO	COORDENADAS UTM		ESTEROS CERCANOS	DISTANCIA DE MUESTREO DE AGUA (metros)	AFECTACIÓN A LOS ESTEROS
		X	Y			
1	CAMAL	652183.6	9887248.6	LA PARRILLLA (A)	20	Descarga directa de camal municipal
2	VERTEDERO	652019.6	9884198.3	LA CARACAS (B)	50	Lixiviados del vertedero municipal
3	PUNTO DE CONTROL	645960.0	9885891.0	LA S (C)	N/A	No intervenido por actividades antropogénicas

Elaborado Por: Autor (2016).

- Comparación de los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos con la normativa ambiental vigente Acuerdo Ministerial 097 – A, ANEXO 1. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua.
- Determinación de las actividades y componentes ambientales; así como, el área de influencia directa e indirecta para aplicar la matriz de Leopold.

Para la identificación de las fuentes contaminantes a los esteros “La parrilla”, “La Caracas” y “La S” del Cantón El Empalme se aplicaron la Matriz de Causa – Efecto de Leopold, la cual evalúa la magnitud y valoración del impacto ambiental causado por actividades de descarga de aguas residuales del camal y del vertedero municipal (Tabla N°8), el método cuantitativo para la predicción de impactos ambientales, se la ejecutó valorando la magnitud y la importancia (VIA) de cada impacto previamente identificado.

Se inició identificando las acciones, que se detallan mediante la elaboración de un flujograma. En aquellas actividades que existen interacción o generación de impactos entre las actividades y los componentes ambientales, se traza una barra diagonal. Una vez realizada completamente la identificación en la matriz, se establece la **Tipología del Impacto**, el Impacto se denomina al efecto o cambio cuando provoca una alteración, negativa o positiva, en la calidad de vida del ser humano, en la parte superior izquierda de cada cuadro donde se califica la MAGNITUD, se especifica el signo que le corresponde. En la esquina inferior derecha, se califica la IMPORTANCIA (por ejemplo, si es local o regional), para ambos aspectos se califica en el rango de 1 a 10.

Luego se multiplica los valores entre la magnitud y la importancia, considerando el signo obtenido y de manera horizontal se realiza una sumatoria de los valores generados generando así la Valoración del Impacto Ambiental. La interpretación de los resultados, se constituyó discutiendo los impactos más significativos, es decir, los que tenga mayores calificaciones tanto de manera horizontal como vertical (19).

3.5.2. Determinación de la estructura de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos, en cuanto a la composición, abundancia, diversidad, riqueza y su distribución en los sustratos evaluados

Para determinar la calidad de agua mediante la caracterización de los macroinvertebrados acuáticos, se establecieron los siguientes puntos de muestreo, considerando por cada sitio de estudio, un punto antes, durante y después, como se muestra en la tabla 2:

Tabla 2. Puntos de muestreo con sus respectivas coordenadas UTM.

N°	SITIOS DE ESTUDIO	PUNTOS DE MUESTREO	Coordenadas UTM	
			X	Y
1	La Caracas	1	652002.1	9887587.6
		2	651943.0	9887498.9
		3	651926.7	9887423.9
2	La Parrilla	1	652099.7	9884076.4
		2	652097.0	9884048.0
		3	652091.9	9884027.5
3	La S	1	645960.0	9885891.0

Elaborado: Autor (2016)

Para la captura de macroinvertebrados acuáticos se empleó la “red D net”, ubicándola bajo la superficie a recolectar, removiendo el sustrato y recogiendo las familias durante un periodo de 20 a 30 minutos, también se realizó de forma convencional el levantamiento de piedras, y hojarasca, y con la ayuda de pinzas entomológicas los insectos fueron depositados en recipientes plásticos con alcohol al 70% debidamente rotulados, para su determinación taxonómica fueron trasladados al laboratorio de Microbiología de la UTEQ.

Fase de Laboratorio.- En el laboratorio los insectos fueron colocados en cajas petri con alcohol al 70%, luego con el uso de pinzas y el empleo de un estereoscopio se procedió con la identificación de clase, orden y familia para ello se utilizaron claves taxonómicas de Roldan (1983) y Fernández & Rodríguez (2001), para posterior recuento de individuos.

3.5.2.1. Abundancia relativa

Al evaluar la variación espacial de los macroinvertebrados acuáticos, se obtuvo el porcentaje de abundancia relativa, valor que se asigna a cada una de las familias halladas en los puntos de muestreo establecidos (20).

Se utilizó la siguiente fórmula:

$$AR = (ni/N) \times 100$$

Dónde:

AR = Abundancia relativa de la especie

ni = El número de individuos capturados u observados de la especie

N = El número total de individuos capturados u observados

Para determinar la estructura de las comunidades de macroinvertebrados acuático, se utilizaron los siguientes índices ecológicos:

3.5.2.2. Riqueza de Margalef

Este índice se aplicó para estimar la tasa y los números de individuos que forman partes de las comunidades, en los puntos de muestreos identificados. Se establece como base la distribución cuantitativa de los microorganismos de las diferentes especies en función de la cantidad de individuos reflejados en las muestras analizadas (21). Su fórmula es:

$$DMg = S - 1/\ln N$$

Dónde:

S = Número de especies diferentes

N = Número total de individuos

3.5.2.3. Diversidad de Shannon- Weaver

Este índice se utilizó para estimar las densidades poblacionales de macroinvertebrados, su diversidad y la actividad ecológica en las estaciones de muestreo. El presente método asume que todas las especies están reflejadas en la muestra el cual mide el promedio de incertidumbre en especies e indica que tan uniformes están representadas en abundancia (21). Se calcula mediante la siguiente expresión.

$$H' = - \sum (n_i/N) \ln (n_i/N)$$

Dónde:

N_i = Número de individuos por especie en una muestra de una población

N = **Número** total de individuos en una muestra de una población

Ln = Logaritmo natural

3.5.2.4. Dominancia de Simpson

Este índice se utilizó para establecer si existe un valor alto o bajo de especies en las estaciones evaluadas. Este índice se enfoca en las especies que están mejor representadas sin tomar en cuenta las demás. Está refleja la probabilidad de que dos individuos sacados al azar de una muestra de macroinvertebrados correspondan a la misma especie y así determinar cuál estas predominan o se muestra en mayor abundancia (21).

$$\lambda = \sum p_i^2/n$$

Dónde:

p_i = Abundancia proporcional de la especie i.

3.5.3. Establecimiento de la calidad del agua mediante la aplicación de los índices BMWP-Cr, BMWP-Col, IBF-Sv e ICA Dinius

Para determinar la calidad del agua en los esteros “La Parrilla”, “La Caracas” y “La Guayas” del Cantón El Empalme, se aplicaron los siguientes índices:

▪ Índice BMWP-Costa Rica

Para determinar la calidad del agua según la metodología del protocolo BMWP-CR conlleva las siguientes actividades.

1. Selección de sitio: se selecciona un sector representativo del río tomando en cuenta todos los posibles hábitats.
2. Agrupación: los diferentes microhábitat se dividen en tres grandes grupos.
 - A) Orillas sin corriente, con corriente, raíces, vegetación o objetos sumergidos.
 - B) Sustrato de remansos, rápidos y pozas.
 - C) Paquetes de hojas en remansos y rápidos.
3. Tiempo de muestreo e identificación: El muestreo debe durar 30 minutos (sacando los organismos de la bandeja) por cada grupo de microhábitat para tener datos comparativos. Se identifica a nivel de familia, si no es muy experto la identificación se deja para después. Se preserva los individuos en alcohol para su identificación posterior en un laboratorio.

Tabla 3. Puntaje que se le asignó a cada familia de macroinvertebrados de acuerdo a la BMWP-Cr.

PUNTAJE	FAMILIAS
1	Syrphidae, Oligochaeta
2	Culicidae, Chironomidae, Muscidae

3	Hydrophilidae PsychodidaeValvatidae; Hidrobiidae; Lymnaeidae; Physidae; PlanorbidaeBithyniidae; Bythinellidae; SphaeridaeHirudea; Glossiphonidae; Hirudidae; Erpobdellidae Asellidae
4	Chrysomelidae; Curculionidae; Haliplidae; Lampyridae; Staphylinidae; Dytiscidae; Gyrinidae; Scirtidae; NoteridaeDixidae; Simulidae; Tipulidae; Dolichopodidae; Empididae; Muscidae; Sciomyzidae; Cerapotogonidae; Stratiomyidae; Tabanidae Belostomatidae; Corixidae; Naucoridae; Pleidae; Nepidae; Notonectidae; Calopterygidae; CoenagrionidaeCaenidaeHidracarina
5	Pyrilidae Hidropsychidae; Helicopsychidae Dryopidae; Hydraenidae; Elmidae; Limnichidae Leptohyphidae; Oligoneuriidae; Polymitarciidae; Baetidae Crustacea Turbellaria
6	Libellulidae Corydalidae Hydroptilidae; Polycentropodidae; Xiphocentronidae Euthyplociidae; Isonychidae
7	Ptilodactylidae; Psephenidae; LutrachidaeGomphidae; Leslidae; Megapodagrionidae; Protoneuridae; Platystictidae Philopotamidae Talitridae; Gammaridae
8	Leptophlebiidae Cordulegastridae; Corduliidae; Aeshnidae; Perilestidae Limnephilidae; Calamoceratidae; Leptoceridae; Glossosomatidae Blaberidae
9	Polythoridae Blephariceridae; Athericidae Heptageniidae Perlidae Lepidostomatidae; Odontoceridae; Hydrobiosidae; Ecnomidae
FUENTE: (13)	

Tabla 4. Clasificación de la calidad del agua en función del puntaje total obtenido aplicando el índice BMWP-Cr.

NIVEL DE CALIDAD	BMWP-Cr	Color Representativo
Aguas de calidad excelente	> 120	Azul
Aguas de calidad buena, no contaminadas alteradas de manera sensible	101-119	Azul Claro
Aguas de calidad regular, eutrofia, contaminación moderada	61-100	Verde
Aguas de calidad mala, contaminadas	36-60	Amarillo
Agua de calidad mala, muy contaminadas	16-35	Naranja
Aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminadas	< 15	Rojo

FUENTE: (13)

▪ **Índice Biótico de Familias (IBF)-El Salvador**

Para la aplicación del Índice Biótico de Familias (IBF)-El Salvador se procedió a asignar valores de tolerancia tomando en cuenta el número de individuos hasta el nivel taxonómico de familia, mediante la siguiente ecuación:

$$IBF = \frac{\sum n_i t_i}{N}$$

Dónde:

- n_i = número de individuos en una familia / género.
- t_i = puntaje de tolerancia de cada familia / género.
- N = número total de individuos en cada estación.

Tabla 5. Puntajes de sensibilidad a la contaminación de aguas

Puntajes de sensibilidad a la contaminación de aguas	Invertebrados acuáticos	
	Orden	Familia
0	Diptera	Blephariceridae
1	Odonata	Corduliidae
		Platystictidae
	Trichoptera	Glossosomatidae
2	Odonata	Cordulegasteridae
	Plecoptera	Plerlidae
	Trichoptera	Calamoceratidae
		Lepidostomatidae
		Odontoceridae
		Xiphocentronidae
3	Blattoda	
	Coleoptera	Gyrinidae
		Lampyridae
		Ptilodactylidae
	Ephemeroptera	Heptageniidae
	Trichoptera	Polycentroporidae
4	Bivalvia	
	Gastropoda	Hydrobiidae
	Coleoptera	Dryopidae

		Elmidae
		Hydroscaphidae
		Noteridae
		Psephenidae
	Hemiptera	Pleidae
	Odonata	Aeshinidae
	Trichoptera	Hydrobiodidae
		Hydroptilidae
		Leptocridae
5	Acarina	
	Nematoda	
	Planaria	
	Amphipoda	
	Coleoptera	Hydraenidae
		Limnichidae
		Litrochidae
	Collembola	
	Diptera	Dixidae
		Tipulidae
	Ephemeroptera	Leptophlebiidae
	Hemiptera	Corixidae
		Gelastocoridae
		Mesoveliidae
		Nepidae
		Notonectidae
		Saldidae
		Veliidae
	Lepidoptera	Crambidae
	Trichoptera	Helicopsychidae
		Hydropsychidae
		Philopotamidae
6	Decapoda	
	Coleoptera	Curculionidae
		Scirtidae
		Staphylinidae
	Diptera	Dolichopodidae
		Empididae

		Simuliidae
		Stratiomyidae
		Tabanidae
	Ephemeroptera	Baetidae
		Leptothelyphidae
	Hemiptera	Gerridae
		Hebridae
		Naucoridae
	Odonata	Lestidae
7	Hirudinea	
	Gastropoda	Planorbidae
	Coleoptera	Dytiscidae
		Hydrophilidae
	Diptera	Psychodidae
	Ephemeroptera	Caenidae
	Hemiptera	Belostomatidae
		Ochteridae
	Megaloptera	Corydalidae
	Odonata	Calopterygidae
		Gomphidae
		Libellulidae
8	Diptera	Ceratopogonidae
		Chironomidae
9	Gastropoda	Physidae
	Diptera	Ephydriidae
		Muscidae
	Odonata	Coenagrionidae
10	Oligochaeta	
	Diptera	Culicidae
		Syrphidae

Tabla 6. Clasificación de la calidad del agua y Grado de Contaminación

CLASE	IBF	CALIFICACIÓN	GRADO DE CONTAMINACIÓN ORGANICA
1	0.00 – 3.75	Excelente	Contaminación orgánica improbable
2	3.76 – 4.25	Muy buena	Contaminación orgánica probable
3	4.26 – 5.00	Buena	Alguna contaminación orgánica probable
4	5.01 – 5.75	Regular	Contaminación orgánica bastante sustancial es probable
5	5.76 – 6.50	Regular pobre	Contaminación sustancial probable
6	6.51 – 7.25	Pobre	Contaminación muy sustancial probable
7	7.26 – 10.00	Muy pobre	Contaminación orgánica severa probable

▪ INDICE BMWP-Col

El Biological Monitoring Working Party (BMWP), el método solo requiere llegar hasta el nivel de familia y los datos son cualitativos (presencia o ausencia), el puntaje va de 1 a 10 de acuerdo con la tolerancia de los diferentes grupos a la contaminación orgánica. Las familias más sensibles como Perlidae y Oligoneuriidae reciben un puntaje de 10; en cambio, las más tolerantes a la contaminación, por ejemplo, Turbificidae reciben una puntuación de 1, la suma de los puntajes de todas las familias proporciona el puntaje total de BMWP.

En comparación con el BMWP aplicado en España, por Alba Tercedor & Sánchez-Ortega, (1988), y los adaptados para Colombia por Zamora, H, (1999) y Roldan, G. (2003), esta revisión y actualización, agrupa a los macroinvertebrados por familias en diez categorías de acuerdo con la puntuación o valencia ecológica de 1 a 10, pero de acuerdo con el carácter bioindicador reportado en los trabajos realizados en Colombia. Se organizan las familias por orden en cada categoría, con la finalidad de facilitar la identificación en el campo o en el laboratorio (Zamora, 2003)

Tabla 7. Sistema para la determinación del Índice de Monitoreo Biológico (Biological Monitoring Working Party Score System). Adaptación para Colombia.

Ordenes	Familias	Puntaje
<i>Plecoptera</i>	<i>Perlidae</i>	10
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Oligoneuridae, Euthyplociidae, Polymtarcyidae.</i>	
<i>Trichoptera</i>	<i>Odontoceridae, Glossosomatidae, Rhyacophilidae, Calamoceratidae, Hydroptilidae, Anomalopsychidae, Atriplectididae</i>	
<i>Coleoptera</i>	<i>Psephenidae, Ptilodactylidae, Lampyridae.</i>	
<i>Odonata</i>	<i>Polythoridae.</i>	
<i>Diptera</i>	<i>Blepharoceridae.</i>	
<i>Unionoida</i>	<i>Unionidae. (Cl: Bivalvia o Pelecypoda)</i>	
<i>Acari</i>	<i>Lymnessiidae. (Cl: Arachnoidae o Hidracarina).</i>	
<i>Hidroida</i>	<i>Hidridae. (Cl: Hydrozoa)</i>	
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Leptophlebiidae, Efemeridae.</i>	9
<i>Tricoptera</i>	<i>Hydrobiosidae, Philopotamidae, Xiphocentronidae.</i>	
<i>Coleoptera</i>	<i>Gyrinidae. Scirtidae.</i>	
<i>Odonata</i>	<i>Gomphidae, Megapodagrionidae, Coenagrionidae..</i>	
<i>Diptera</i>	<i>Simuliidae.</i>	9
<i>Gordioidae</i>	<i>Gordiidae, Chordodidae. (Cl: Nematomorpha)</i>	
<i>Hirudiniformes</i>	<i>Hirudinae. (Cl: Hirudinea)</i>	
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Baetidae, Caenidae,</i>	8
<i>Trichoptera</i>	<i>Hidropsychidae, Leptoceridae, Helicopsychidae.</i>	
<i>Coleoptera</i>	<i>Dytiscidae, Dryopidae.</i>	
<i>Odonata</i>	<i>Lestidae, Calopterygidae.</i>	
<i>Hemiptera</i>	<i>Pleidae. Saldidae, Guerridae, Veliidae, Hebridae</i>	
<i>Diptera</i>	<i>Dixidae.</i>	

<i>Decápoda</i>	<i>Palaemonidae, Pseudothelphusidae. (Cl Crustácea)</i>	
<i>Basommatophora</i>	<i>Chilinnidae. (Cl: Gastrópoda)</i>	
<i>Ephemeroptera</i>	<i>Tricorythidae, Leptohyphidae.</i>	7
<i>Trichoptera</i>	<i>Polycentropodidae.</i>	
<i>Coleoptera</i>	<i>Elmidae, Staphylinidae</i>	
<i>Odonata</i>	<i>Aeshnidae.</i>	
<i>Hemiptera</i>	<i>Naucoridae, Notonectidae, Mesovellidae, Corixidae.</i>	
<i>Diptera</i>	<i>Psychodidae</i>	
<i>Basommatophora</i>	<i>Ancylidae, Planorbidae. (Cl: Gastrópoda)</i>	
<i>Mesogastropoda</i>	<i>Melaniidae, Hydrobiidae, (Cl: Gastrópoda)</i>	
<i>Archeogastrópoda</i>	<i>Neritidae. .. (Cl: Gastrópoda)+</i>	
<i>Coleoptera</i>	<i>Limnichidae, Lutrochidae.</i>	6
<i>Odonata</i>	<i>Libellulidae,</i>	
<i>Hemiptera</i>	<i>Belostomatidae, Hydrometridae, Gelastocoridae, Nepidae,</i>	
<i>Diptera</i>	<i>Dolichopodidae.</i>	
<i>Megalóptera</i>	<i>Corydalidae, Sialidae..</i>	
<i>Decapoda</i>	<i>Atyidae. . (Cl Crustácea)</i>	6
<i>Anphipoda</i>	<i>Hyalellidae. . (Cl Crustácea)</i>	
<i>Tricladida</i>	<i>Planariidae, Dugesiidae.</i>	
<i>Coleóptera</i>	<i>Chrysomelidae, Haliplidae, Curculiónidae.</i>	5
<i>Diptera</i>	<i>Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae.</i>	
<i>Basommatophora</i>	<i>Thiaridae. (Cl: Gastrópoda)</i>	
<i>Coleoptera</i>	<i>Hidrophilidae, Noteridae, Hydraenidae, Noteridae.</i>	4
<i>Diptera</i>	<i>Tipulidae, Ceratopogonidae.</i>	
<i>Basommatophora</i>	<i>Limnaeidae, Sphaeridae.. (Cl: Gastrópoda).</i>	
<i>Diptera</i>	<i>Culícidae, Muscidae, Sciomizidae.</i>	

<i>Basommatophora</i>	<i>Physidae. (Cl: Gastrópoda).</i>	3
<i>Glossiphoniiformes</i>	<i>Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Cylicobdellidae</i>	
<i>Diptera</i>	<i>Chironomidae, Ephydriidae, Syrphidae.</i>	2
<i>Heplotaxida</i>	<i>Todas las familias (Excepto tubifex)</i>	
<i>Haplotaxida</i>	<i>Tubificidae (Tubifex)</i>	1

Fuente: Zamora (2003)

La totalidad de macroinvertebrados encontrados en el área de estudio se categorizan en la tabla anterior, la cual presenta seis clases correspondientes con niveles de calidad, según el puntaje obtenido en la sumatoria de las diferentes valencias bioindicadoras para las familias que constituyen la muestra analizada. Para cada clase o tipo de aguas según su calidad, se definen sus características y finalmente se le asigna el color a utilizar cuando sea necesario incluir el cartografiado de la calidad biológica. En comparación con el BMWP aplicado en España, por Alba-Tercedor & Sanchez-Ortega, (1988) y el adaptado por Roldan (2003), en este caso se amplía el rango de cada categoría y se adiciona una clase más de agua, en razón a la mayor diversidad de macroinvertebrados encontrados en Colombia (Zamora, 2003).

Tabla 8. Clases, Valores y Características para aguas naturales clasificadas mediante el índice BMWP

Clase	Rango	Calidad	Características	Color
I	≥121	Muy Buena	Aguas muy limpias	Azul Oscuro
II	101-120	Buena	Aguas limpias	Azul Claro
III	61-100	Aceptable	Aguas medianamente contaminadas	Verde
IV	36-60	Dudosa	Aguas contaminadas	Amarillo
V	16-35	Crítica	Aguas muy contaminadas	Naranja
VI	≤15	Muy Crítica	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Fuente: Carrera y Fierro (2001)

▪ ICA DINIUS

Se seleccionó los puntos de monitoreo, para realizar la toma de muestras y a las que se analizaron nueve variables fisicoquímicas y dos microbiológicas. Luego se aplicó la siguiente fórmula Dinius (1972):

$$I = \sum_{i=1}^{11} W_i * I_i$$

donde I_i es el subíndice de la variable y W_i es el peso ponderado para el subíndice i . En la tabla 2 se muestran los pesos ponderados asignados a cada variable en los índices NSF (1978) y de Dinius (1972).

Tabla 9. Valores del subíndice de los parámetros fisicoquímicos.

Variable	Valor W_i – Dinius (1972)
Oxígeno disuelto	5,0
Coliformes totales	3,0
Coliformes fecales	4,0
pH	1,0
Demanda bioquímica de oxígeno	2,0
Nitratos	-
Fosfatos	-
Temperatura	2,0
Turbiedad	-
Sólidos Totales	-
Conductividad eléctrica	1,0
Color	1,0
Dureza	1,0
Cloruros	0,5
Alcalinidad total	0,5

Fuente: (22)

El valor del ICA permite clasificar el recurso a partir de rangos establecidos que son definidos considerando el o los usos a evaluar. Las categorías, esquemas o escalas de clasificación, son un punto de igual o mayor interés que el cálculo en sí del índice, pues es aquí donde finalmente el valor obtenido es transformado en una característica que define la calidad final del agua, tal como lo muestra la siguiente tabla. (23)

Tabla 10. Clasificación del ICA Dinius

CALIDAD	RANGO
Excelente	91-100
Buena	81-90
Regular	51-80
Mala	41-50
Muy mala	0-40

Fuente: (22)

▪ **Índice de calidad del bosque de ribera QBR**

En conocimiento de la influencia de la cobertura vegetal en la presencia de las familias de macroinvertebrados que se encuentran en los ecosistemas acuáticos de aguas dulces, se aplicó el índice QBR en las riberas de los esteros en estudio (, siguiendo estas actividades:

- 1.- Selección de área de observación, relacionada con los puntos de muestreo.
- 2.- Aplicación del check list conformado con cuatro bloques (Anexo#)
- 3.- Determinación de la puntuación final de las condiciones de ambos márgenes del río como una única unidad
- 4.- Categorización de la calidad de la cobertura de cada punto de monitoreo correspondiente a los esteros en estudio, con la siguiente tabla:

Tabla 11. Los rangos de calidad según el índice QBR son:

NIVEL DE CALIDAD	QBR	Color
<i>Bosque de ribera sin alteraciones, calidad muy buena estado natural</i>	≥ 95	Azul
<i>Bosque ligeramente perturbado, calidad buena</i>	75-90	Verde
<i>Inicio de alteración importante, calidad intermedia</i>	55-70	Amarillo
<i>Alteración fuerte, mala calidad</i>	30-50	Naranja
<i>Degradación extrema, calidad pésima</i>	≤ 25	Rojo

Fuente: Protocolo QBR, F.E.M. Research Group de la Universidad de Barcelona.

3.5.4. Propuesta un plan de manejo ambiental para los esteros “La Parrilla” y “La Caracas” del cantón El Empalme

Se realizó la propuesta de un “Plan de Manejo Ambiental” para el uso adecuado y conservación del agua de los esteros “La Parrilla”, “La Caracas” y “La Guayas” con la función básica de garantizar el cumplimiento de las indicaciones y medidas de protección de los recursos naturales. En este plan se considerara la matriz diseñada por el Ministerio del Ambiente, el cual comprenderá los siguientes planes:

- Plan de Prevención y Mitigación de Impactos, PPM
- Plan de Manejo de Desechos, PMD
- Plan de Comunicación y Capacitación PCC
- Plan de Relaciones Comunitarias, PRC
- Plan de Monitoreo y Seguimiento, PMS
- Plan de Rehabilitación, PARA

3.5.5. Instrumentos de investigación

Para realizar la presente investigación se contó con varios instrumentos que se detallan a continuación:

Se aplicó una entrevista informal al director del camal y al director del vertedero municipal (Ver anexo 2), que permitió obtener información sobre la operación, proceso, gestión de residuos, capacitación del personal, manejo de aguas residuales y licenciamiento ambiental.

Los resultados obtenidos del monitoreo de los parámetros fisicoquímico y microbiológico se presentaron de la siguiente manera:

Tabla 12. Cumplimiento de los Resultados de Monitoreo de la Calidad de Agua de los esteros en estudio con el Acuerdo 097 A

PARÁMETROS	LA PARRILLA												LA CARACAS												LA S				ACUERD O 097A							
	M1				M2				M3				M4				M1				M2				M3				M4				M	M	M	M
																													1	2	3	4				
	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P						
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		P1	P1	P1	P1							

Elaborado por: Autor (2016)

Una vez analizados los procesos de ejecutados en los lugares de estudio, el Camal y el Vertedero municipal, se aplicó la Matriz de evaluación de impactos Causa - Efecto de Leopold.

Tabla 13. Diseño de la matriz de Leopold

MATRIZ DE LEOPOLD													
MAGNITUD		Actividad 1 del proceso				Actividad 2 del proceso				Actividad 3 del proceso			
COMPONENTE AMBIENTAL	IMPORTANCIA	Salidas del proceso	Salidas del proceso	Salidas del proceso	Salidas del proceso	Salidas del proceso	Salidas del proceso	Salidas del proceso	Salidas del proceso	Salidas del proceso	Salidas del proceso	Salidas del proceso	Salidas del proceso
	IMPACTO AMBIENTAL	Salidas del proceso	Salidas del proceso	Salidas del proceso	Salidas del proceso	Salidas del proceso	Salidas del proceso	Salidas del proceso	Salidas del proceso	Salidas del proceso	Salidas del proceso	Salidas del proceso	Salidas del proceso
AGUA	Alteraciones al Componente												
AIRE	Alteraciones al Componente												
FAUNA	Alteraciones al Componente												
MEDIO PORCENTUAL	Alteraciones al Componente												
MEDIO SOCIO ECONOMICO	Alteraciones al Componente												
	Alteraciones al Componente												
	Alteraciones al Componente												
AFECTACION POSITIVA													
AFECTACION NEGATIVA													
AGREGACION DE IMPACTO													

Además, la identificación de los macroinvertebrados acuáticos se realizó en la matriz con la siguiente estructura:

Tabla 14. Identificación de Macroinvertebrados Acuáticos en los esteros en estudio

ORD EN	FAMIL IAS	PUNTO DE CONTROL				PUNTO 2 (VERTEDERO MUNICIPAL)												PUNTO 2 (CAMAL MUNICIPAL)												TOTAL	%			
		LA S					LAS CARACAS												LA PARRILLA															
		A				T	A				B				C				T	A				B				C				T		
		M	M	M	M		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M					
		1	2	3	4	1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	2	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	3		
TOT																																		
AL																																		
%																																		

Elaborado por: Autor, 2016

Una vez obtenido todos los datos de la metodología se realizó la propuesta de un Plan de Monitoreo, donde se utilizarán todos los resultados obtenidos para proponer los subplanes que darán soluciones a mediante cada medida en la siguiente manera:

Tabla 15. Matriz estructural del Plan de Manejo Ambiental

PMA	Medidas	Impacto	Tiempo de	Responsable	Indicadores	Medidas de	Frecuencia	Presupuesto	Observación
	Preventiva (P) Mitigación (M) Eliminación (E)								
		Negativo	Implementación			verificación	de ejecución		

FUENTE: Elaborado por: Autor, 2016

3.5.6. Tratamiento de los datos

Para determinar los efectos de los usos de suelo asociados a los esteros en estudio, se utilizó un ANOVA, un diseño completamente aleatorizado (DCA) de un solo factor (esteros), las variables de respuesta fueron índice de diversidad de Shannon, índice de dominancia de Simpson, abundancia, y puntuaciones de los índices BMWPCr, IBF. Pruebas de normalidad fueron realizadas, con un nivel de significancia de 0,05.

3.5.7. Recursos humanos y materiales

Tabla 16. Materiales a utilizar

DE CAMPO	DE OFICINA	DE LABORATORIO
Agenda para apuntes	Flash Memory	Los análisis se realizaron en el laboratorio de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Empalme. Aplicando los protocolos del método de referencia:
Lapicero	Hojas A4	
Cámara Fotográfica	Internet	
	Libros	
GPS	Ordenador	StandardMethods,Ed.22,2012

Elaboración: Autor (2016)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.Evaluación de impacto ambiental al camal y vertedero municipal del cantón El Empalme

4.1.1. Diagnóstico de las instalaciones y del proceso llevado a cabo en el camal municipal del cantón El Empalme

El camal municipal del cantón El Empalme se encuentra en funcionamiento desde el año 1971, con 37 años de servicio a la comunidad, ubicado en el sector urbano perteneciente a la ciudadela San Vicente. Con un área aproximada de 400 m², se encuentra distribuido en las siguientes áreas:

➤ Área de corrales

Cuenta con dos corrales de ganado bovino con una capacidad de 40 reses para reposo y 40 reses para sacrificio, dos corrales para ganado porcino con una capacidad de 120 cerdos para reposo y 120 para sacrificio.

➤ Área de sacrificio y faenamiento

Cuenta con 3 áreas divididas en áreas de vacas, cerdos y lavado de vísceras respectivamente

➤ Área de oficina

Cuenta con una oficina de administración

➤ Otras áreas

El camal municipal cuenta con otras áreas como bodegas para el almacenamiento de químicos y material de limpieza, una cisterna grande, duchas y vestidores

4.1.1.1. Equipos, maquinarias y herramientas

Dentro del camal se debe conocer el estado en el que se encuentra todas las instalaciones tanto equipos, maquinarias y herramientas, con la finalidad de verificar si se encuentran en buen estado y para no se presenten riesgos para los trabajadores.

➤ **Equipos**

El camal cuenta con plataformas operacionales, caldero, troles de proceso, escaldador de porcinos, puntilla española, mesa de lavado de vísceras, sistema de transporte elevado, todos se encuentran en funcionamiento y buen estado.

➤ **Maquinaria**

El camal cuenta con una bomba de agua que sirve para abastecer de agua a las dos cisternas, arreador eléctrico, balanza eléctrica la utilizan los dueños del producto cárnico para pesar las carnes antes de sacarlas del camal, hidrolavadora, sierra para dividir canales y sierra corta esternón.

➤ **Herramientas y vestimenta de trabajo**

Para las actividades que se realizan en el camal las herramientas principales son cuchillos, machetes, hachas y limas. Los trabajadores del camal cuentan con una vestimenta adecuada para las actividades de sacrificio y faenamiento que consta de delantal impermeable, cascos de protección y botas impermeables industriales.

➤ **Herramientas y vestimenta de trabajo**

Para las actividades que se realizan en el camal las herramientas principales son cuchillos, machetes, hachas y limas. Los trabajadores del camal cuentan con una vestimenta adecuada para las actividades de sacrificio y faenamiento que consta de delantal impermeable, cascos de protección y botas impermeables industriales.

➤ **Botiquín**

No tiene pero los mismos trabajadores han implementado ciertas cosas para cualquier emergencia.

4.1.1.1. Diagnóstico del proceso productivo

4.1.1.1.1. Servicios y beneficios del camal

El camal municipal del cantón El Empalme ofrece servicios de alojamiento de reses y cerdos en corrales, sacrificio y faenamiento, transporte del producto cárnico, además de las

instalaciones para cada actividad y abastecimiento de agua para el lavado de la carne y vísceras. También se paga una Tasa de Rastro de 2,50 dólares por res y 1 dólares por cerdo, a la Tesorería Municipal pero con la nueva ordenanza se establecieron nuevos valores de 17,73 dólares por res y 13,35 por cerdo.

4.1.1.1.2. Horario de trabajo

El funcionamiento del camal municipal del cantón El Empalme para el sacrificio y faenamiento de ganado vacuno y porcino se lo realiza de la siguiente manera:

- Lunes desde las 6:00 am hasta el martes 14:00 pm se realiza el vacío sanitario.
- Y el martes desde las 16:00 pm hasta el domingo 5:00 am se realiza el faenamiento.

4.1.1.1.3. Personal de trabajo

En el camal laboran alrededor de 8 personas bajo contrato con el municipio, integrados por: 2 veterinarios de los cuales 1 es administrador, 4 guardias y 2 auxiliares de limpieza. Cuenta además con un personal externo, que es contratado por los introductores del ganado vacuno y porcino para la realización del faenamiento. El personal asiste a seminarios y cuentan con el seguimiento de Agrocalidad sobre todos los procesos de faenamiento de acuerdo a las leyes.

4.1.1.1.4. Materia prima e insumos en el camal

Los procesos para el faenamiento de ganado vacuno y porcino son diferentes, a continuación se detalla a continuación:

➤ Ganado vacuno y porcino

Se considera materia prima a las reses y cerdos, las cuales provienen de los alrededores y de Santo Domingo.

En la tabla 17, se muestra el promedio anual de reses faenadas es de 6000, es decir que cada mes llegan aproximadamente 500 reses y diario un promedio de 17 reses.

Tabla 17. Promedio de reses y cerdos anual, mensual y diariamente

PROMEDIOS	RESES	CERDOS
Promedio anual	6000	7200
Promedio mensual	500	600
Promedio diario	17	20

Fuente: Información del Camal Municipal del cantón El Empalme

Elaborado: Autor

El promedio anual de cerdos faenados es de 7200, cada mes llegan aproximadamente 600 y diario un promedio de 20 cerdos.

➤ **Agua**

Anteriormente se obtenía de pozos mediante tuberías y en la actualidad se utiliza el agua de la planta de tratamiento de agua potable.

Es esencial en la producción y la calidad de los alimentos de manera rutinaria como elemento de limpieza, saneamiento o fines de fabricación o producción, lavado de instalaciones y equipos.

En el camal se cuenta con una cisterna con un diámetro de 4 m x 3 m y 5 m de profundidad, una bomba eléctrica.

➤ **Energía eléctrica**

La energía eléctrica es necesaria para iluminar cada una de las áreas que están distribuidas al interior del camal, también se la utiliza para el funcionamiento de los equipos y maquinarias en el sacrificio y faenamiento de reses y cerdos, peladoras, sierras eléctricas, tecles y balanzas.

La energía eléctrica para el Camal Municipal, se abastece de la red del Sistema Nacional Interconectado por medio de la Corporación Eléctrica del Ecuador CNEL, en caso de cortes de luz hay la ayuda inmediata de los técnicos en turno, que se trasladan de forma inmediata

al camal para solucionar los problemas de energía eléctrica y poder seguir con las actividades diarias de sacrificio y faenamiento.

➤ **Desinfectantes**

Se utilizan desinfectantes para pisos y carnes en mal estado, entre ellos están los siguientes: desinfectantes cuaternarios, yodo y cloro, todos son adquiridos por galones y se utilizan alrededor de 3 galones diarios para la limpieza y desinfección.

➤ **Aguas Residuales**

El agua residual es trasladada por canales hasta una cisterna de oxidación donde reposa todo el contenido luminal tanto de los cerdos y bovino.

Desde el mes de noviembre se obtuvo un separador de sólidos como tratamiento primario; el cual, es utilizado para separar lo sólido de lo líquido, y el segundo tratamiento se lo realiza mediante una bacteria que sirve para desnitrificar el líquido residual del primer tratamiento.

Una vez realizada la separación de los residuos sólidos, estos son depositados al recolector y llevados al botadero de la ciudad de Quevedo, por motivos de cierre del botadero del Empalme. Generalmente el tiempo de reposo es de 24 horas lo que mandan las normas y las leyes, pero no se cumple y se los tiene de 6 a 12 horas de reposo.

La limpieza de los corrales, se la realiza diariamente como lo indican las normas de Agrocalidad. Sólo cuando se decomisan animales en mal estado se los desnaturaliza y se utiliza creolina, yodo y cloro.

4.1.1.1.5. Descripción del proceso de faenamiento de ganado vacuno

El faenamiento, es el proceso ordenado sanitariamente para el sacrificio de un animal, con el objetivo de tener su carne en condiciones óptimas para el consumo humano. El

faenamiento se debe llevar a cabo siguiendo las normas sanitarias que fije el establecimiento (matadero).

El jefe de veterinarios del establecimiento público o privado, es la autoridad responsable de llevar a cabo el protocolo para el faenamiento, debe controlar exhaustivamente del proceso. Eso es una norma y una ley de Agrocalidad y se realiza con tarjetas antes-morten la cual se realiza a las 17 horas para destinar al animal en la noche para el consumo y pos-morten que se la realiza una vez faenado el animal para hacer las inspecciones respectivas.

Anteriormente no se consideraban las condiciones higiénicas de sacrificio de los animales, pero ahora se intenta realizar todos los procesos de faenamiento, como la limpieza total de los pisos y los rieles en la matanza, cabe especificar que hace falta un tecla y otras plataformas para realizarlo con el animal totalmente colgado.

4.1.1.1.5.1. Proceso

- **Recepción:** Se deberá ubicar a los animales que van a ser faenados en los corrales, para cumplir con las medidas sanitarias de prevención, durante el tiempo que determine la autoridad veterinaria.
- **Arreo y Duchado:** cumplido con los tiempos sanitarios acordados y habiéndose aceptado a los animales que van al faenamiento, se trasladan a los mismos al duchado, para someterlos a una higienización inicial.
- **Noqueo:** el noqueo del animal puede ser físico o eléctrico, se insensibiliza al animal a ser sacrificado para evitarles sufrimiento a la hora del degüello.
- **Izado:** se cuelga a los animales de los cuartos traseros, en un gancho adherido a un riel para facilitar su movilidad en el proceso de desangrado y posteriores pasos de la faena.
- **Sangrado y degüello:** se les produce un corte en las arterias del cuello del animal (estando boca abajo) para que el animal se desangre, la sangre es recogida en una canaleta especial, para su posterior aprovechamiento en la fabricación de embutidos (Morcilla).
- **Escaldado:** es el método empleado para separar los pelos y las cerdas del cuero del animal, principalmente de los porcinos.

- **Cortes de patas y cabeza:** se procede a cortar las patas y la cabeza del animal.
- **Insuflado o desollado:** es un procedimiento que se realiza aplicando aire a presión entre el cuero y la carnosidad, para facilitar el desollado del animal.
- **Depilado:** en esta etapa se procede a desprender la cerda, pelo o plumas de los animales, mediante un método manual o mecánico.
- **Eviscerado:** un operario procede a extraer los órganos internos de cada animal, llamados víscera.
- **Fisurado:** es la incisión longitudinal del esternón y la columna vertebral, que se realiza sobre el animal faenado, mediante una sierra eléctrica, neumática o en forma manual mediante una sierra de mano.
- **Inspección Veterinaria Post Mortem:** los animales faenados, son revisados por el veterinario para determinar su integridad orgánica y estado sanitario.
- **Higiene y desinfección de las partes comprometidas del animal:** es la aplicación de agua a presión y o ácido orgánico sobre las superficies corporales, para desinfectar al animal de posibles contaminaciones propias del manipuleo y el eviscerado.
- **Frío:** se debe mandar el producido del faenamiento al sector de frío para bajar la temperatura a 7 °C.

4.1.1.1.6. Procedimientos variables

Los procedimientos detallados pueden variar según el tipo de carne a tratar, existen establecimientos especiales para faenar aves de corral (carne blanca), establecimientos especiales para el faenamiento de pescado (carne blanca) y para los animales mayores, tal como los bovinos y los equinos (carnes rojas) y animales menores, ovinos, caprinos, porcinos (carne roja).

Carnes rojas: Bovinos, Ovinos, Caprinos, Equinos, Porcinos y Otros: animales exóticos tal como el ciervo o el jabalí.

Carnes blancas: Ave de corral y Pescado

- **Transporte y comercialización:** Antes de transportar la carne es pesada en una báscula, el transporte de la carne no es de forma adecuada, es decir se lo realiza en condiciones antigénicas ya que son depositados en unos triciclos y tricimotos y llevados sin protección hasta el mercado o a los puntos de ventas de carnes.

En caso de decomisar ejemplares, se los mantiene en resguardo y una vez que se hace la desnaturalización se los lleva el carro recolector del camal para su destino final (botadero).

4.1.1.1.7. Flujogramas del proceso

El proceso de faenamiento de ganado vacuno se observa en el gráfico 2, de forma detallada cada fase con sus entradas, salidas y disposición final.

Grafico 2. FLUJOGRAMA DE LOS PROCESOS DE FAENAMIENTO DE RESES



Elaborado por: Autor (2016)

En el área de influencia directa del camal se encuentra a 400 metros el estero La Parrilla, donde consta un descarga directa desde el camal de aguas residuales; razón por la cual, se muestreó el agua de este estero para evidenciar la alteración. A los resultados de los análisis fisicoquímicos del monitoreo de la calidad del agua del estero La Parrilla que se encuentra cerca del Camal Municipal, se los comparó con la normativa ambiental vigente Acuerdo Ministerial 097 – A, ANEXO 1. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua.

Tabla 18. Calidad de Agua del estero La Parrilla

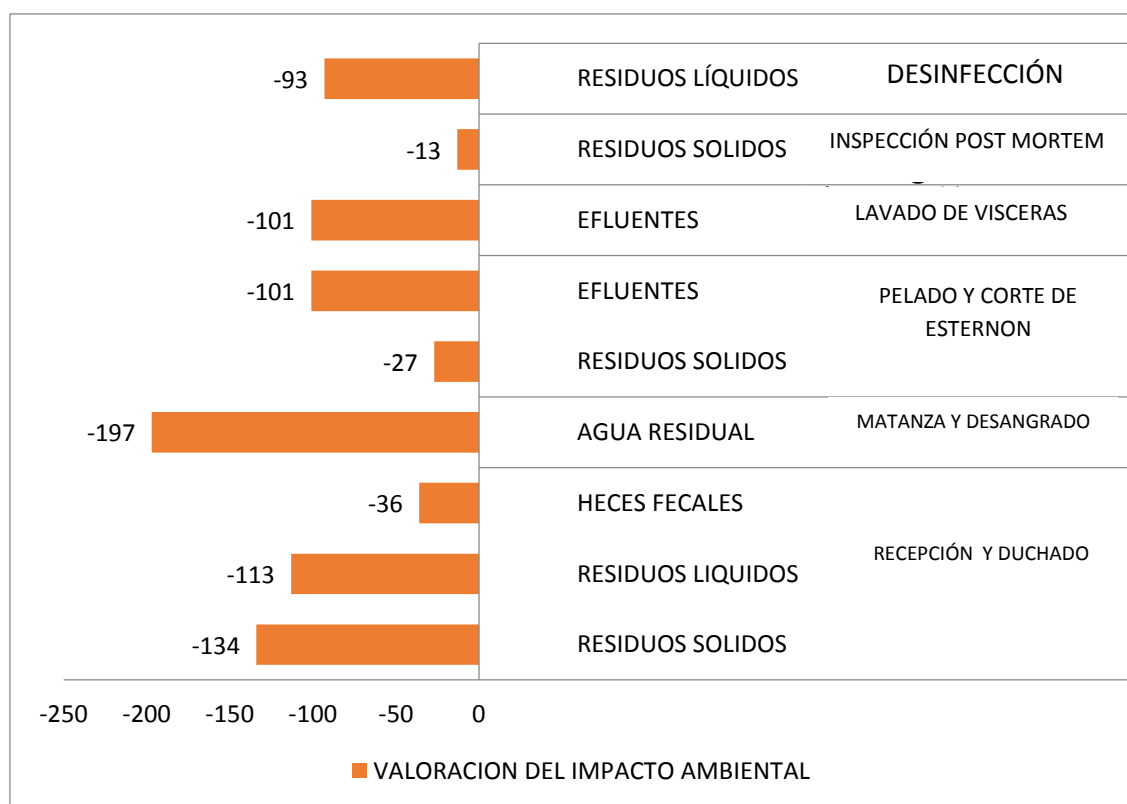
PARÁMETROS	M1			M2			M3			M4			ACUERDO 097A
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	
Nitratos ()	6,8	11,5	15,1	7,2	10,4	14,9	3,4	3,2	3,5	2,8	2,7	2,8	13
Nitritos	0,046	0,028	0,015	0,039	0,030	0,031	0,119	0,101	0,104	0,49	0,30	0,42	0,2
pH	7,21	7,10	7,01	7,25	7,21	7,18	7,47	7,07	6,96	7,40	7,25	7,10	6,5 - 9
Color	867	948	1453	889	970	1490	222	303	279	657	651	715	
Turbiedad	153	149	250	162	165	263	29,3	38,7	40,5	85,1	87,8	99,9	
Sólidos disueltos	221	224	255	224	233	267	147,5	141	145,5	99,6	98,8	107,3	
Sólidos suspensión	163	163	299	169	175	303	36	43	47	94	99	97	
Hierro	3,86	4,14	5,41	3,92	4,23	5,50	2,60	2,79	2,73	2,67	2,71	2,70	0,3
Conductividad eléctrica	459	464	524	462	4,68	5,29	312	304	313	223	218	235	
Salinidad	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
Coliformes fecales	4500	4700	4600	4600	4900	4700	2200	2700	2200	2000	2500	2500	
Coliformes Totales	5400	5600	5600	5500	5800	5700	3800	3900	3300	3500	2900	2800	
Aerobios Mesofilus	2800	3000	3000	2900	3200	3100	2100	2200	2000	2000	1000	1000	
Oxígeno Disuelto	0,20	0,20	0,20	0,90	0,85	0,88	2,90	2,83	2,92	5,14	5,04	5,64	>80
DBO	200	200	200	170	170	170	40	40	40	25	25	25	20
Temperatura	25,6	25,3	25,1	25,4	25,1	25,2	26,4	26,5	26,3	28,5	27,7	27,5	

Elaborado por: Autor (2017)

Según el análisis comparativo de cumplimiento de la normativa ambiental vigente, se destaca que los parámetros Nitritos (M4), Hierro (M1 y M2) y la DBO (M1, M2, M3 y M4)

sobrepasan los límites máximos permisibles, en los tres puntos de muestreo establecidos. El diagnóstico del camal municipal y los resultados del monitoreo sirvieron de base para evaluar los impactos generados mediante a la aplicación de la matriz de Leolpod, obteniéndose los siguientes resultados

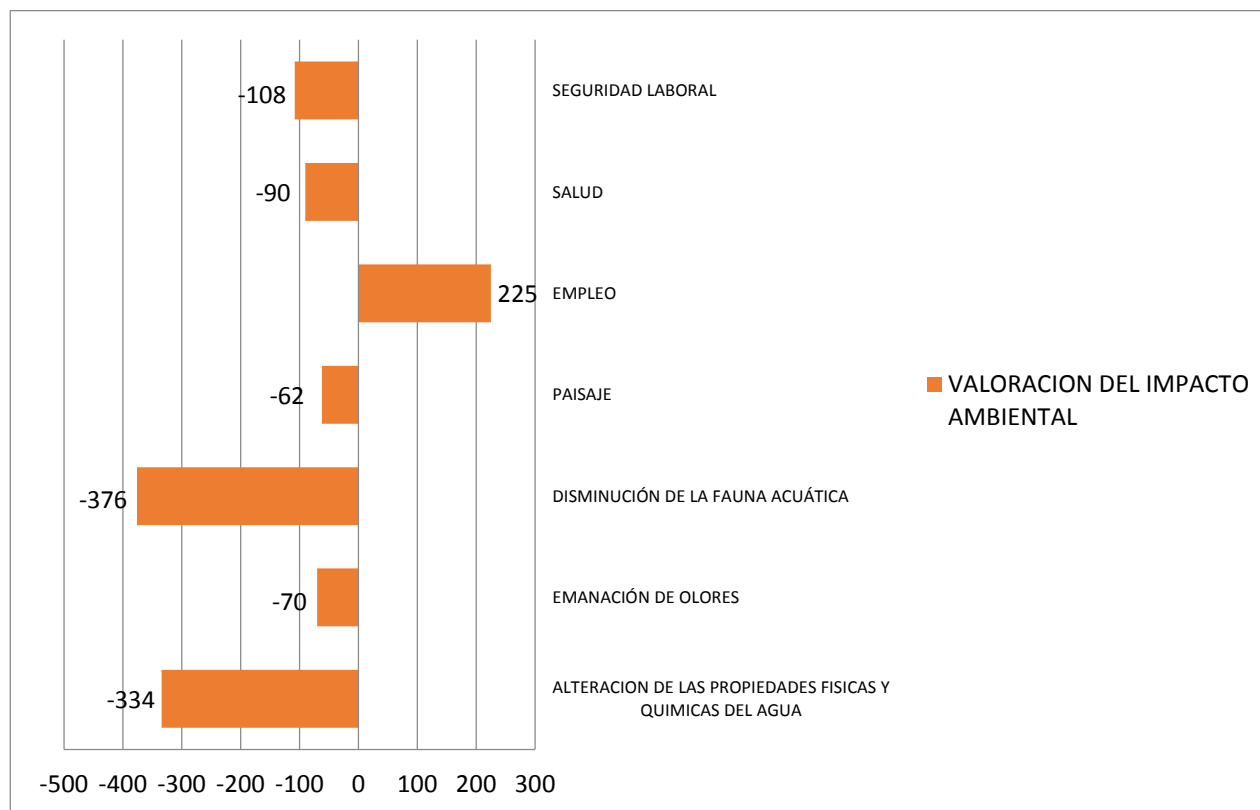
Grafico 3. ACTIVIDADES DEL CAMAL (GANADO VACUNO)



Elaborado: Autor (2017)

Las actividades del camal por el faenamiento de reses, que afectan al área de influencia directa, con la mayor generación de aguas residuales (AR) y residuos sólidos (RS) son Recepción y duchado (-134/RS) y Matanza y desangrado (-197/AR) como se muestra en el gráfico N° 4, mientras que el agua es el componente ambiental más afectado, y en este caso en particular el estero La Parrilla, por la alteración de las propiedades físicas y químicas (-334) y por la disminución de la fauna acuática (-376).

Grafico 4. COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS POR DEL CAMAL (GANADO VACUNO)



Elaborado: Autor (2017)

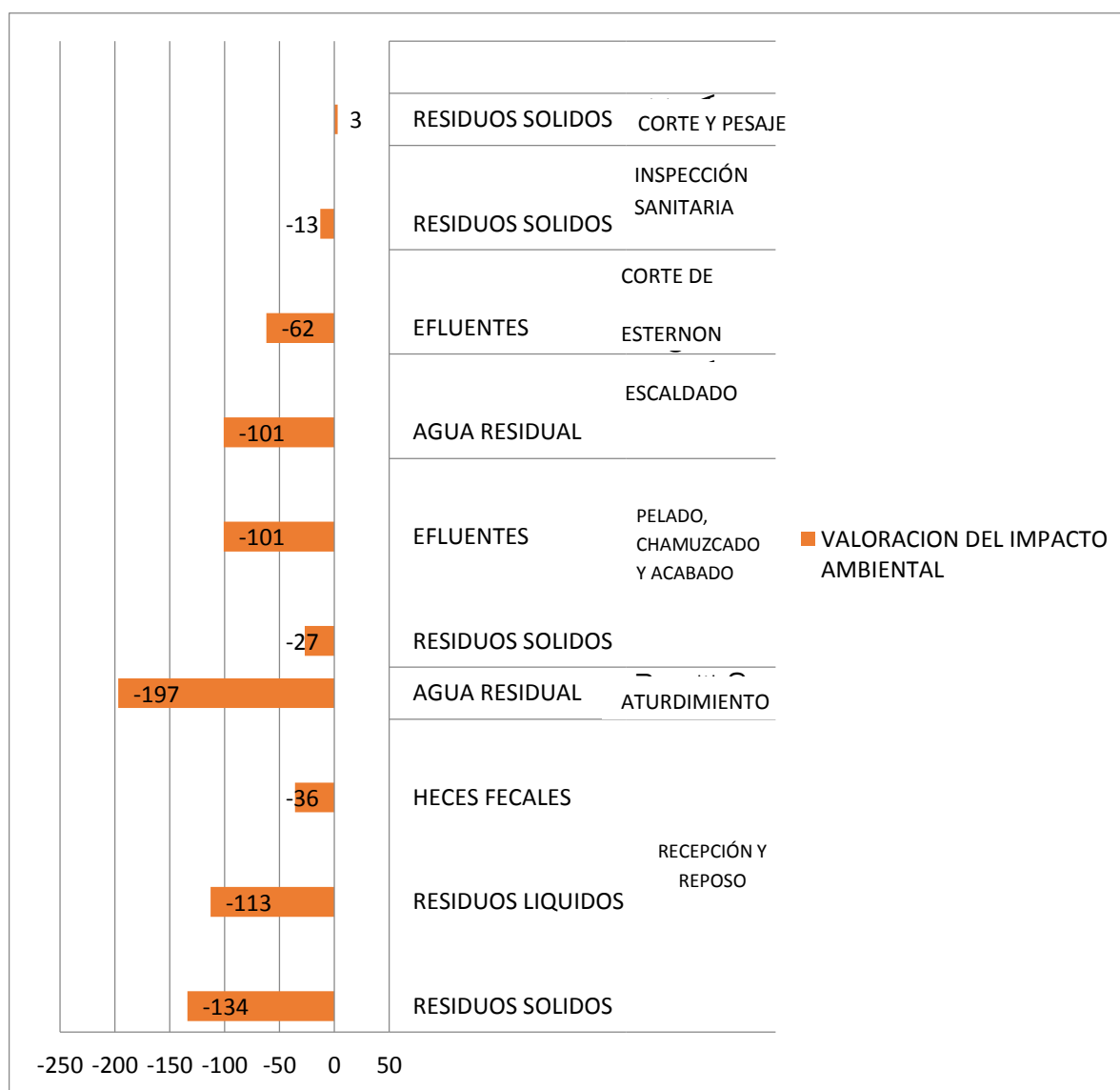
Grafico 5. FLUJOGRAMA DE LOS PROCESOS DE FAENAMIENTO DE GANADO PORCINO



Elaborado por: Autor (2016)

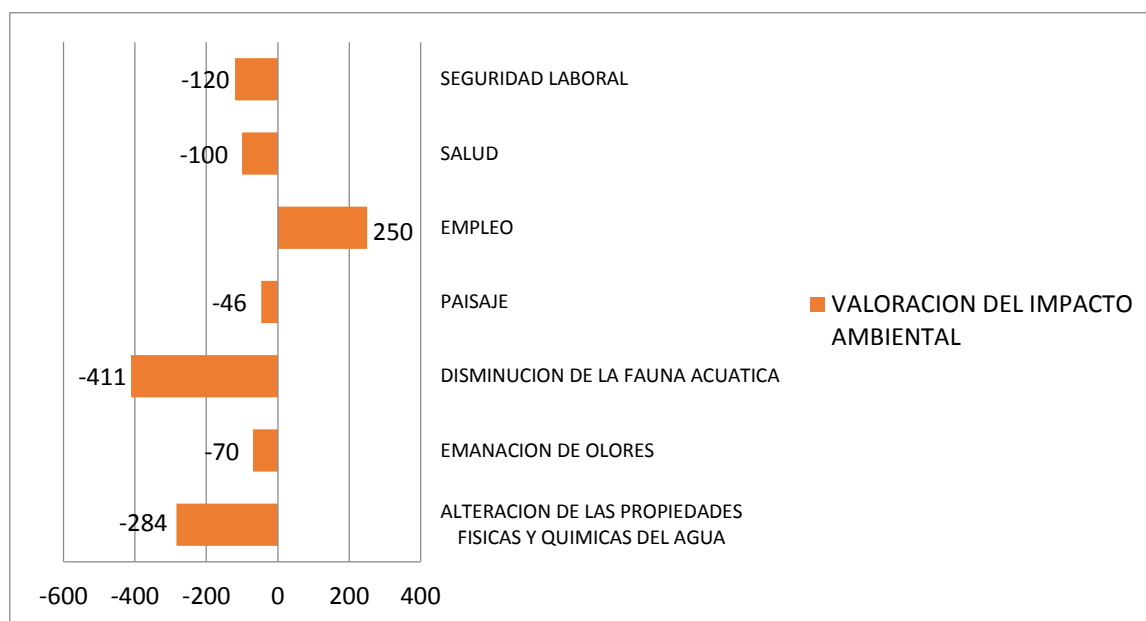
La observación de cada uno de los procesos del faenamiento del ganado porcino (Gráfico 6) que se desarrolla en el camal municipal, denota que a diferencia del proceso establecido para el ganado vacuno, en este incrementa la actividad de escaldado (tratamiento previo para depilar adecuadamente los cerdos, actividad de tirar agua caliente a la piel del animal). A este proceso, también se le aplicó la matriz de Leopold para conocer las actividades que generan más impactos y los componentes más afectados como se observa en los siguientes gráficos:

Gráfico 6. ACTIVIDADES DEL CAMAL (GANADO PORCINO)



Las actividades de recepción (-134) y el aturdimiento (-197) del ganado porcino son las de mayor afectación en el área de influencia directa, como se evidencia en el gráfico N°6, generando una fuerte alteración de las propiedades físicas y químicas (-284) del estero La Parrilla, porque es donde directamente se vierten las aguas residuales de estas actividades y causando una gran disminución de la fauna acuática (-411), ver gráfico N°7.

Grafico 7. COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS POR DEL CAMAL (GANADO PORCINO)



ELABORA: AUTOR (2017)

4.1.2. Diagnóstico de las instalaciones y del proceso llevado a cabo en el vertedero municipal del cantón El Empalme

Una vez realizada la observación técnica del área del vertedero municipal y se identificó que no se encuentra en funcionamiento, se aplicó la entrevista al técnico encargado Ing. Luis Cueva Barcia del vertedero municipal, donde manifestó lo siguiente:

4.1.2.1. Instalación

Precisamente el lugar de disposición final, donde se está ejecutando el cierre técnico, no tiene un valor ecológico; pero se tratará de encaminarlo a este objetivo. La zona aledaña existe flora y fauna, donde pude constatar especies animales silvestres, que inclusive estaba en la zona (Vertedero).

No existe riesgo de inundación o riadas, por cuanto la zona presenta pendientes, el agua circula libremente. En la zona de influencia, las personas se abastecen con tanqueros de agua. Existe permeabilidad en la zona, se trata de una zona cercana a los cursos de agua y con viviendas habitadas en la zona, se considera no se afecta a las vías de acceso y a la población.

4.1.2.2. Funcionamiento

No se llevan controles en cuanto a este tema. Acorde al Proyecto Mancomunado Mundo Verde, se ha ejecutado la Celda Emergente (Lugar de disposición final de desechos.), conjuntamente el Cierre Técnico del botadero, en vista de aquello se están revisando las debidas ordenanzas en cuanto a la gestión de desechos peligrosos, para que un Gestor Ambiental Autorizado, calificado, pueda proceder a laborar técnicamente en este asunto.

Al considerar que cuenta con el personal calificado como Gestor Ambiental, no promueven o ejecutan seminarios cursos para la capacitación para el personal. Al presentar inobservancias con la gestión del vertedero municipal, los técnicos deben aplicar el cierre técnico, puesto que no poseen un plan de control de posibles lixiviados o filtraciones; sin embargo, el Cantón El Empalme no va a proceder a tener otro botadero o vertedero a cielo. Se desea elaborar un plan de tratamiento de este material, manejado técnicamente. El compostaje que se obtendrá se lo utilizará para los respectivos Parques y Espacios Públicos de la Ciudad (Áreas verdes), acorde al proyecto mencionado anteriormente, el Plan del Gobierno, contempla también la inclusión laboral, de las personas que laboraban en vertedero a cielo abierto como recicladores; indirectamente se coordinara trabajos Municipio-Organización de Recicladores, Plan incluye a la Comunidad.

4.1.2.3.Clausura

El destino que se dará a este lugar, una vez subsanado, es de incorporarle una cobertura vegetal, (que sea un Pulmón verde). Para devolverle una zona ecológicamente amigable.

4.1.2.4. Evaluación de impactos generados por el vertedero municipal

En el área de influencia directa del camal se encuentra aproximadamente a 600 metros el estero La Caracas; razón por la cual, se muestreó el agua de este estero para evidenciar la alteración. A los resultados de los análisis fisicoquímicos del monitoreo de la calidad del agua del estero La Parrilla que se encuentra cerca del Camal Municipal, se los comparó con la normativa ambiental vigente Acuerdo Ministerial 097 – A, ANEXO 1. Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua.

Tabla 19. Resultado de Monitoreo Fisicoquímico y Microbiológico de “La Caracas”

PARÁMETROS	M1			M2			M3			M4			ACUERDO 097 ^a
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	
Nitratos (mg/l)	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	0,3	0,6	0,9	0,8	0,9	1,1	13
Nitritos(mg/l)	0,003	0,002	0,003	0,003	0,003	0,004	0,005	0,004	0,002	0,004	0,005	0,005	0,2
pH (pH)	7,73	7,58	7,53	7,68	7,55	7,53	8,05	8,19	7,79	7,49	7,52	7,50	6,5 - 9
Hierro (mg/l)	0,30	0,33	0,30	0,27	0,30	0,28	0,26	0,28	0,28	0,23	0,24	0,23	0,3
Oxígeno Disuelto (% de saturación)	6,09	6,18	6,25	6,13	6,05	6,17	7,06	7,14	7,12	6,75	6,80	6,81	>80
DBO (mg/l)	9	9	8	9	8	9	7	7	7	8	8	8	20

Elaborado por: Autor (2016)

Al observar los resultados de los análisis físicos y químicos se evidencia que solo se incumple con la normativa el Hierro con 0,33 en el mes de Noviembre, con respecto a los niveles máximos permisibles. En los demás resultados todos cumplen con la normativa.

Tabla 20. COMPARACION CON LA TABLA 9 LIMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE DEL ACUERDO MINISTERIAL 097

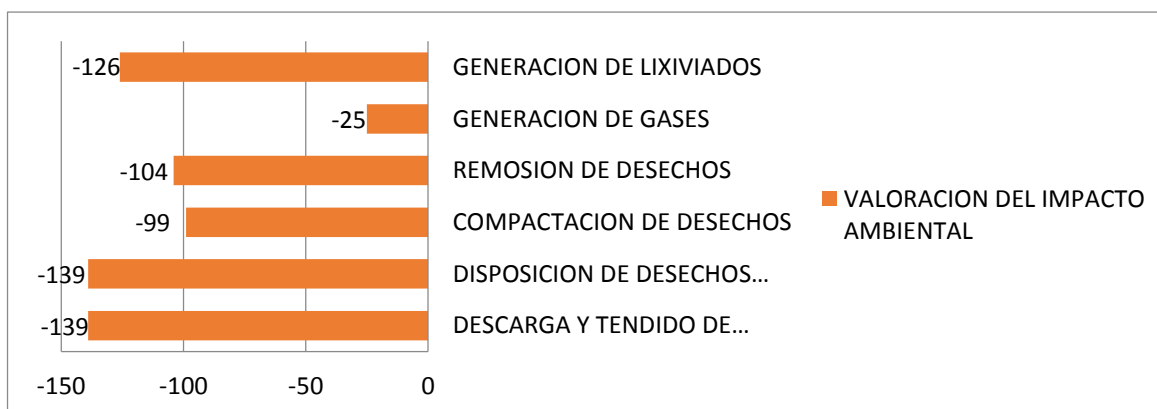
PARÁMETROS	M1			M2			M3			M4			OMS
pH	7,73	7,58	7,53	7,68	7,55	7,53	8,05	8,19	7,79	7,49	7,52	7,50	6 - 9
Hierro (mg/l)	0,30	0,33	0,30	0,27	0,30	0,28	0,26	0,28	0,28	0,23	0,24	0,23	10
DBO (mg/l)	9	9	8	9	8	9	7	7	7	8	8	8	100
Sólidos suspensión	6	7	7	8	7	8	19	18	20	22	24	25	130
Coliformes fecales	90	100	100	90	90	100	120	140	120	100	100	100	2000

Al comparar los resultados obtenidos en el monitoreo, se evidencia que todos los parámetros cumplen con la Tabla 9. LIMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE DEL ACUERDO MINISTERIAL 097.

4.1.2.5. Evaluación de impactos ambientales del vertedero municipal

Una vez realizado el monitoreo de la calidad del agua del estero La Caracas, se aplicó la evaluación de impactos ambientales mediante la matriz de Leopold, que al analizar los resultados obtenidos se puntualiza lo siguiente:

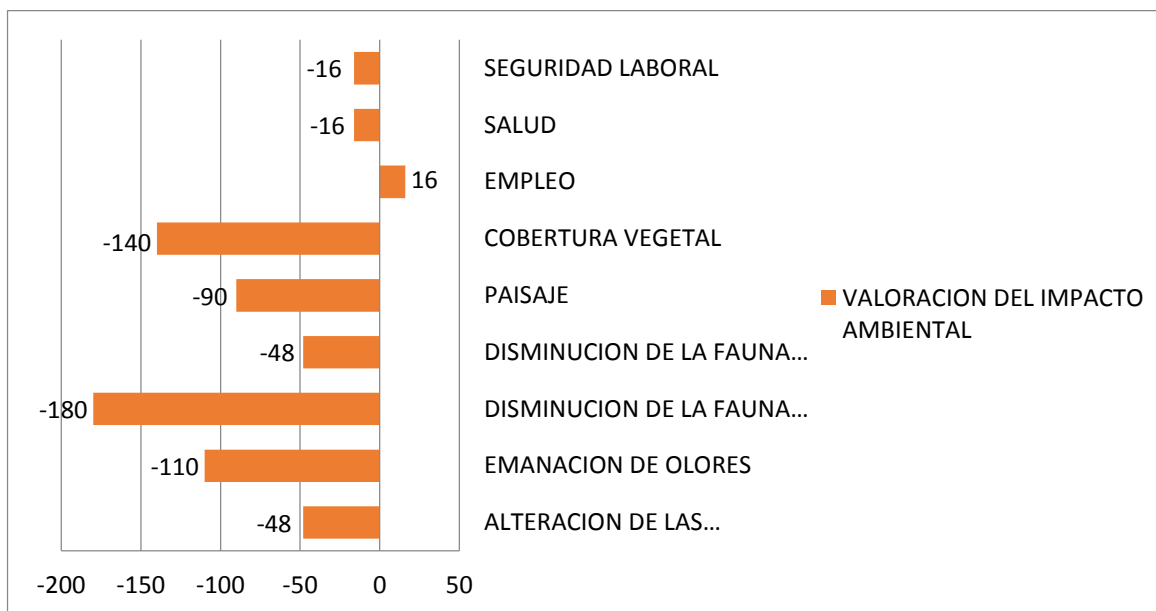
Grafico 8. ACTIVIDADES DEL VERTEDERO



Elaborado por: Autor (2017)

Las actividades que generan mayor afectación son la Descarga y tendido de desechos (-139), Disposición de desechos peligrosos (-139) y la generación de lixiviados (-126).

Grafico 9. COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS POR DEL VERTEDERO



Elaborado por: Autor (2017)

Entre los componentes más afectados se destacan la disminución de la fauna terrestre (-180), la cobertura vegetal (-140) y la emanación de olores (-110).

4.2. Determinación de la estructura de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos, en cuanto a la composición, abundancia, diversidad, riqueza y su distribución en los sustratos evaluados.

En tabla 21. Presencia, Ausencia, composición y abundancia se puede observar los principales órdenes y familias que se encontraron en el estudio de La Parrilla, afectado por la descargas de aguas residuales del Camal, el estero La Caracas que recibe la infiltración y lixiviación del vertedero municipal; así como, el estero La S que se estableció como punto de control.

Tabla 21. Presencia, Ausencia, Composición y Abundancia de los esteros La Parrilla, La Caracas y La S

ORDEN	FAMILIAS	PUNTOS DE MUESTREOS																															PRESENCIA Y AUSENCIA	TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA %				
		PUNTO 1					PUNTO 2															PUNTO 3																	
		La "S" (Control)					La Caracas (Vertedero)															La Parrilla (Camal)																	
		A					A					B					C					A					B					C					T 3		
M 1	M 2	M 3	M 4	T1	M 1	M 2	M 3	M 4	T P	M 1	M 2	M 3	M 4	T P	M 1	M 2	M 3	M 4	T P	T 2	M 1	M 2	M 3	M 4	T P	M 1	M 2	M 3	M 4	T P	M 1	M 2	M 3	M 4	T P	T 3			
TRICHOPTERA	Leptoceridae	10	8	6	5	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	29	2,89		
	Hydropsychidae	16	18	8	6	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	48	4,79		
	Hydrobiosidae	3	6	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	9	0,90		
	Glossosomatidae	7	6	4	3	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	20	1,99		
	Polycentropodidae	1	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0,30		
	Xiphocentronidae	5	7	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	12	1,20		
	philopotamidae	38	36	0	0	74	2	3	5	4	14	1	1	3	0	5	0	1	0	2	3	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	96	9,57	
	Lutrochidae	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,10		
	Dryopidae	13	16	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	29	2,89		
EPHEMEROPTERA	Leptophlebiidae	49	43	29	10	131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	131	13,06		
	Baetidae	2	4	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	0,60		
	Oligoneuriidae	2	3	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	0,50		
	Polymitarcyidae	3	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0,40		
	Leptohyphidae	0	0	11	3	14	2	0	3	2	7	1	0	2	0	3	2	1	0	0	3	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	27	2,69	
HEMIPTERA	Gerridae	2	1	1	0	4	0	0	2	4	6	0	0	2	3	5	0	0	3	5	8	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	23	2,29	
ODONATA	Aeshnidae	3	2	0	0	5	0	0	1	0	1	0	0	1	1	2	0	0	2	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	10	1,00	
	Coenagrionidae	14	16	5	1	36	2	4	6	5	17	1	0	3	2	6	0	0	1	2	3	26	1	0	2	3	6	0	0	0	2	2	0	0	0	1	19	71	7,08
	Libellulidae	25	22	8	2	57	7	5	4	5	21	2	1	3	4	10	1	3	4	2	10	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	98	9,77	
	Ceratopogonidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	0	5	0	0	0	0	5	2	5	0,50	
	Dolichopodidae	5	0	0	0	5	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7	0,70		
Rhynchoptera	Glossiphomiidae	15	18	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	33	3,29			
Basommatophora	Neritidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	57	20	16	153	48	34	15	13	110	25	22	14	12	73	336	33,50	
TOTAL		213	210	72	30	525	13	12	21	22	68	5	2	14	10	31	3	5	10	11	29	128	61	57	22	19	159	51	34	17	15	117	25	22	14	13	74	350	100,00

Elaborado por : Autor (2016 - 2017)

Al analizar la presencia y ausencia de las familias presentes en los esteros estudiados, se destaca el orden *Odonata* donde sobresalen *Coenagrionidae* (18) y *Libellulidae* (16); seguido del orden *Basommatophora* con *Neritidae* (12); durante todo el considerando los tres esteros y el tiempo de muestreo.

De la observación de los 6 órdenes y 22 familias por estero, mes y ubicación donde se las localizó, resulta que *Trichoptera* (247) es la familia más abundante del estudio, donde la mayor parte de la familias se presentaron en La S, *Hydropsychidae* (48), *Leptoceridae* (29), *Hydrobiosidae* (9), *Glossosomatidae* (20), *Polycentropodidae* (3), *Xiphocentronidae* (12), *Lutrochidae* (1), *Dryopidae* (29) y sólo *Philopotamidae* con la mayor cantidad de individuos (96) de este orden, 74 individuos en La S y los 22 restantes en La Caracas.

Ephemeroptera con 173 individuos, estuvo conformado por *Leptophlebiidae* (131) que representa el 13,06% de composición de los macroinvertebrados hallados, *Baetidae* (6), *Oligoneuriidae* (5), *Polymitarcyidae* (4) presentes exclusivamente en La S y solo *Leptohyphidae* (27) se encontró tanto en La S como en La Caracas; caso similar con el orden Hemiptera (23) con la familia *Gerridae* que también se presenta en ambos esteros.

El orden *Odonata* (191), *Aeshnidae* (10), *Coenagrionidae* (71), *Libellulidae* (98), *Dolichopididae* (7) fueron las familias que se hallaron los esteros La S y La Caracas, a diferencia de *Ceratopogonidae* (5) presente solo en La Parrilla; el orden *Rhynchohellidae* (33) estuvo constituido solo por *Glossiphomiidae* y hallado solo en el punto de control. Mientras que el orden *Basommatophora* (336) con la familia *Neritidae* que sólo fue hallado en La Parrilla y con mayor presencia en verano representando el 33,5%; siendo el valor más representativo del estudio. Para los esteros La S y La Parrilla la mayor presencia de individuos fue en verano; 423 y 246 respectivamente, a diferencia de La Caracas que se evidencia mayor cantidad en invierno (98).

Una característica que influye en la estructura de los macroinvertebrados acuáticos, son los tipos de sustratos y microhábitats presentes en cada estero, como se denota a continuación:

Tabla 22. Microhábitats y sustratos de los esteros La Parrilla, La Caracas y La S

ESTEROS	PUNTOS DE MUESTREO									
	1 (ANTES)				2 (EN EL PUNTO DE AFECTACIÓN)			3 (DESPUÉS)		
		Familias	Tipo de sustratos	Tipo de microhábitat	Familias	Tipo de sustratos	Tipo de microhábitat	Familias	Tipo de sustratos	Tipo de microhábitat
LA PARRILLA	VERANO	Coenagrionidae	Lodo	poca corriente	Ceratopogonidae	Lodo	poca corriente	Neritidae	Lodo	poca corriente
		Neritidae	Lodo	poca corriente	Neritidae	Lodo	poca corriente			
	INVIERNO	Coenagrionidae	Lodo	Corrientes moderadas	Coenagrionidae	Lodo	Corrientes moderadas	Coenagrionidae	Lodo	Corrientes moderadas
		Neritidae	Lodo	Corrientes moderadas	Ceratopogonidae	Lodo	Corrientes moderadas	Neritidae	Lodo	Corrientes moderadas
					Neritidae	Lodo	Corrientes moderadas			
LA CARACAS	VERANO	philopotamidae	Raíces	Corrientes moderadas	philopotamidae	Raíces	Corrientes moderadas	philopotamidae	Raíces	Corrientes moderadas
		Leptohyphidae	Raíces	Corrientes moderadas	Leptohyphidae	Raíces	Corrientes moderadas	Leptohyphidae	Raíces	Corrientes moderadas
		Gerridae	Raíces	Corrientes moderadas	Coenagrionidae	Raíces	Corrientes moderadas	Libellulidae	Raíces	Corrientes moderadas
		Coenagrionidae	Raíces	Corrientes moderadas	Libellulidae	Raíces	Corrientes moderadas			
		Libellulidae	Raíces	Corrientes moderadas						
	INVIERNO	philopotamidae	Raíces	Corrientes rápida	philopotamidae	Raíces	Corrientes rápida	philopotamidae	Raíces	Corrientes rápida
		Leptohyphidae	Raíces	Corrientes rápida	Leptohyphidae	Raíces	Corrientes rápida	Gerridae	Raíces	Corrientes rápida
		Gerridae	Raíces	Corrientes rápida	Gerridae	Raíces	Corrientes rápida	Aeshnidae	Raíces	Corrientes rápida
		Aeshnidae	Raíces	Corrientes rápida	Aeshnidae	Raíces	Corrientes rápida	Coenagrionidae	Raíces	Corrientes rápida
		Coenagrionidae	Raíces	Corrientes rápida	Coenagrionidae	Raíces	Corrientes rápida	Libellulidae	Raíces	Corrientes rápida
		Libellulidae	Raíces	Corrientes rápida	Libellulidae	Raíces	Corrientes rápida			
		Dolichopidae	Raíces	Corrientes rápida						
LA "S"	I 3	Leptoceridae	Troncos Y hojarasca	Corrientes moderadas						

		Hydropsychidae	Troncos Y hojarascas	Corrientes moderadas						
		Hydrobiosidae	Troncos Y hojarascas	Corrientes moderadas						
		Glossosomatidae	Troncos Y hojarascas	Corrientes moderadas						
		Polycentropodidae	Troncos Y hojarascas	Corrientes moderadas						
		Xiphocentronidae	Troncos Y hojarascas	Corrientes moderadas						
		philopotamidae	Troncos Y hojarascas	Corrientes moderadas						
		Lutrochidae	Troncos Y hojarascas	Corrientes moderadas						
		Dryopidae	Troncos Y hojarascas	Corrientes moderadas						
		Leptophlebiidae	Troncos Y hojarascas	Corrientes moderadas						
		Baetidae	Troncos Y hojarascas	Corrientes moderadas						
		Oligoneuriidae	Troncos Y hojarascas	Corrientes moderadas						
		Polymitarcyidae	Troncos Y hojarascas	Corrientes moderadas						
		Gerridae	Troncos Y hojarascas	Corrientes moderadas						
		Aeshnidae	Troncos Y hojarascas	Corrientes moderadas						
		Coenagrionidae	Troncos Y hojarascas	Corrientes moderadas						
		Libellulidae	Troncos Y hojarascas	Corrientes moderadas						
		Dolichopididae	Troncos Y hojarascas	Corrientes moderadas						
		Glossiphomiidae	Troncos Y hojarascas	Corrientes moderadas						
	INVIERNO	Leptoceridae	Troncos Y hojarascas	Corrientes rápida						
		Hydropsychidae	Troncos Y hojarascas	Corrientes rápida						
		Glossosomatidae	Troncos Y hojarascas	Corrientes rápida						
		Leptophlebiidae	Troncos Y hojarascas	Corrientes rápida						
		Leptohyphidae	Troncos Y hojarascas	Corrientes rápida						
		Gerridae	Troncos Y hojarascas	Corrientes rápida						
		Coenagrionidae	Troncos Y hojarascas	Corrientes rápida						
		Libellulidae	Troncos Y hojarascas	Corrientes rápida						

Elaborado por: Autor (2016 - 2017)

Al analizar los tipos de sustratos y microhábitats en cada área de estudio para verano e invierno se observa lo siguiente:

El lodo fue el tipo de sustrato que permite la presencia de las dos únicas familias Coenagrionidae y Neritidae en La Parrilla, estero afectado por las descargas de aguas residuales del camal. La distribución de familias en La Caracas que tuvo por sustrato solo raíces por los árboles presentes en las orillas, demostró que las familias Philopotamidae, Coenagrionidae, Libellulidae y Leptohyphidae se mantienen en ambas épocas y antes, durante y después del área de infiltración de lixiviados del vertedero municipal; lo que no ocurre con Leptohyphidae y Aeshnidae que sólo se presentan en la época de invierno en los tres puntos. Gerridae posee la particularidad de que se presenta en verano solo antes del área afectada y en verano se la halló en los tres puntos, mientras que Dolichopididae solo se presentó en invierno antes de la zona de afectación.

En La S, los únicos sustratos identificados fueron los troncos y hojarascas para la época de verano e invierno. La mayor diversidad se evidencia en verano con 19 familias, por la presencia de Hydrobiosidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae, philopotamidae, Lutrochidae, Dryopidae, Baetidae, Oligoneuriidae, Polymitarcyidae, Aeshnidae y Dolichopididae; puesto que, Leptoceridae, Hydropsychidae, Glossosomatidae, Leptophlebiidae, Leptohyphidae, Gerridae, Coenagrionidae y Libellulidae fueron familias que se mantuvieron en ambas épocas.

Para los tipos de microhábitats, en La Parrilla para verano predominó *Poca corriente* en todos los puntos establecidos, mientras que en invierno se presentaron *Corrientes Moderadas*. En La Caracas, para verano la corriente se mantuvo moderada y en invierno rápidas; realidad que se presentó para La S de la misma manera.

La riqueza y abundancia de los macroinvertebrados acuáticos hallados en los biomonitoreos ejecutados durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero se presentan en la siguiente tabla N°23, con un total de 1003 individuos, conformados por órdenes y familias

Tabla 23. Riqueza de especies y abundancia de las especies más importantes.

Esteros			La Parrilla			La Caracas			La S												
Abundancia Y Variedad Por Esteros	Individuos Por Estero		350			128			525												
	Ordenes Mas Abundantes	Basommatophora	Odonata	Diptera	Odonata	Trichoptera	Diptera	Trichoptera	Ephemeroptera	Odonata											
		336	9	5	72	22	19	195	160	98											
	Familias Mas Abundantes	Neritidae	Coenagrionidae	Ceratopogonidae	Libellulidae	Coenagrionidae	Philopotamidae	Leptophlebiidae	Philopotamidae	Libellulidae											
336		9	5	41	26	22	131	74	57												
Abundancia Y Variedad Por Punto De Monitoreo	A	M1	TOTAL	61	Odonata (1)	Coenagrionidae (1)	TOTAL	13	Odonata (9)	Libellulidae (7)	TOTAL	213	Trichoptera(80)	Philopotamidae (38)							
					Basommatophora (60)	Neritidae (60)			Trichoptera (2)	Philopotamidae (2)			Ephemeroptera(56)	Leptophlebiidae(49)							
					Basommatophora (57)	Neritidae (57)			Ephemeroptera (2)	Leptohyphidae (2)			Odonata (42)	Libellulidae (25)							
						Basommatophora (20)			Neritidae (20)	Odonata (9)			Libellulidae (5)	Trichoptera(83)	Philopotamidae (36)						
					Odonata (2)				Coenagrionidae (2)	Tricoptera (3)			Philopotamidae (3)	Ephemeroptera(51)	Leptophlebiidae(43)						
						Basommatophora (16)			Neritidae (16)	Coenagrionidae (6)			Libellulidae (4)	Odonata (40)	Libellulidae (22)						
					Odonata (3)				Coenagrionidae (3)	Odonata (11)			Coenagrionidae (6)	Ephemeroptera(40)	Leptophlebiidae(29)						
						Basommatophora (16)			Neritidae (16)	Tricoptera (5)			Philopotamidae (5)	Trichoptera(18)	Hydropsychidae(8)						
	B	M2	159	57	Basommatophora (16)		Neritidae (16)	68	21	Odonata (11)	Coenagrionidae (6)	525	72	Odonata (13)	Libellulidae (8)						
					Odonata (2)	Coenagrionidae (2)	Tricoptera (5)			Philopotamidae (5)	Trichoptera(14)			Hydropsychidae(6)							
					Basommatophora (48)	Neritidae (48)	Odonata (11)			Coenagrionidae (6)	Ephemeroptera(13)			Leptophlebiidae(10)							
					Diptera (3)	Ceratopogonidae (3)	Tricoptera (5)			Philopotamidae (5)	Odonata (3)			Libellulidae (2)							
					Basommatophora (34)	Neritidae (34)	Odonata (3)			Libellulidae (2)											
						Basommatophora (15)	Neritidae (15)			Trichoptera (1)	Philopotamidae (1)										
					Diptera (2)		Ceratopogonidae (2)			Ephemeroptera (1)	Leptohyphidae (1)										
						Basommatophora (13)	Neritidae (13)			Odonata (1)	Libellulidae (1)										
	Odonata (2)	Coenagrionidae (2)	Tricoptera (1)	Philopotamidae (1)																	
		C	M3	117	17	Basommatophora (13)	Neritidae (13)	31	14	Odonata (7)	Coenagrionidae (3)		30								
	Basommatophora (25)					Neritidae (25)	Libellulidae (3)			Philopotamidae (3)											
						Basommatophora (22)	Neritidae (22)			Libellulidae (3)	Philopotamidae (3)										
	Basommatophora (14)						Neritidae (14)			Libellulidae (4)	Philopotamidae (1)										
						Basommatophora (12)	Neritidae (12)			Aeshnidae(2)	Libellulidae (4)										
	Odonata (1)						Coenagrionidae (1)			Hemipetera (3)	Guerridae (3)										
						Odonata (4)	Libellulidae (2)			Hemipetera (5)	Guerridae (5)										
Trichoptera (2)	Philopotamidae (2)						Odonata (5)			Libellulidae (2)											
	Verano	A	250	118	Basommatophora (246)	Neritidae (246)	40	25	Odonata (26)	Libellulidae (19)	423	423	Ephemeroptera(107)	Leptophlebiidae(92)							
85						7									Odonata (47)	Coenagrionidae (17)	Libellulidae (21)	102	102	Ephemeroptera(53)	Leptophlebiidae(39)
47						8															
41						43															
32						24															
27						21															
Invierno	B	100	41	Basommatophora (90)	Neritidae (90)	88	25	Odonata (47)	Coenagrionidae (17)	Libellulidae (21)	102	102	Ephemeroptera(53)	Leptophlebiidae(39)							
					85										7						
					47										8						
					41										43						

Elaborado por: Autor (2016 - 2017)

Al analizar los resultados obtenidos en el biomonitoreo, se destacan los siguientes datos:

- En el punto de control La S (C), se encontró la mayor cantidad de individuos (525) y a pesar que el estero La Parrilla (A) es el más afectado por las descargas de aguas residuales del camal municipal se encontró mayor cantidad de individuos (350) que en el estero La Caracas (B) con 128 individuos.
- A continuación se detallan los órdenes y familias más abundantes en los tres esteros. Odonata (179) con 98 individuos de Libellulidae (57 A y 41 B), 35 Coenagrionidae (26 B y 9 C); Ephemeroptera (160) con 131 Leptophlebiidae (C); Trichoptera con 217 individuos de la familia Philopotamidae (74 C y 22 B); del orden Basommatophora con 336 individuos de la familia Neritidae (A); del orden Hemiptera con 24 individuos, con la familia Guerridae (5 A) y del orden Diptera con 5 individuos de la familia Ceratopogonidae (A).
- Por épocas, los órdenes más representativos por esteros con sus respectivas familias, para el verano correspondientes a los meses de Noviembre y Diciembre son Basommatophora con 246 individuos de Neritidae (A), Odonata con 26 individuos, de los cuales 19 pertenecen a Libellulidae (B) y 423 en la S divididos en 107 Ephemeroptera de los cuales 92 son Leptophlebiidae y 163 Trichoptera con 74 Philopotamidae (C). En el invierno de los meses Enero y Febrero, los órdenes y las familias más abundantes fueron Basommatophora con 90 individuos de Neritidae (A), Odonata con 47 individuos, de los cuales 17 pertenecen a Coenagrionidae y 21 Libellulidae (B) y 102 en la S divididos en 53 Ephemeroptera de los cuales 39 son Leptophlebiidae (C).

Una vez realizado el análisis de la composición y estructura de los macroinvertebrados, se aplicó la determinación de los siguientes índices biológicos:

Para obtener un mayor análisis de la composición y estructura, a continuación se describen los resultados de los índices biológicos, como se observa en la tabla 24:

Tabla 24. Composición, estructura y diversidad de macroinvertebrados

ESTEROS INFORMACIÓN	La S		La Caracas		La Parrilla	
TAXA	20		7		3	
	V	I	V	I	V	I
	19	8	4	7	3	3
ÍNDICES BIOLÓGICOS						
Riqueza de Margalef	3,03		1,24		0,34	
	V	I	V	I	V	I
	3,36	1,78	1,58	2,23	0,54	0,71
Diversidad de Shannon-Weaver	2,44		1,70		0,19	
	V	I	V	I	V	I
	2,43	1,78	1,27	1,75	0,09	0,38
Dominancia de Simpson	0,12		0,21		0,92	
	V	I	V	I	V	I
	0,12	0,21	0,32	0,19	0,91	0,82
Simpson_1-D	0,88		0,79		0,08	
	V	I	V	I	V	I
	0,88	0,79	0,68	0,81	0,03	0,18

Elaborado por: Autor (2017)

Al analizar parte de la ecología de los esteros a través de la taxa y diferentes índices biológicos, se observa que La S, punto de control de la investigación sirve de referencia al poseer la mayor cantidad de familias (20); así como, los valores más altos en la riqueza de Margalef (3,36 – verano), Diversidad de Shannon – Weaver (2,43 – verano) y el índice de Simpson _1-D (0,88 - verano), evidenciando que en La Caracas y La Parrilla existe un incremento en los valores destacados en la época de invierno. Sin embargo, entre los dos esteros afectados el de menor presencia de individuos es el estero La Parrilla y por ende el de mayor dominancia tanto en verano (0,91) e invierno (0,82).

Con la finalidad de fortalecer el análisis de la tabla 18, se aplicó el análisis estadístico ANOVA y la prueba de Tuckey para mostrar las diferencias significativas de dominancia y diversidad por estero:

Al aplicar el ANOVA a la Dominancia de Simpson, se observa lo siguiente:

Tabla 25. ANOVA para Dominancia Simpson por Estero

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	2,07875	2	1,03938	29,81	0,0000
Intra grupos	0,871672	25	0,0348669		
Total (Corr.)	2,95043	27			

De acuerdo al resultado obtenido, si existen diferencias en dominancia entre los esteros ($p=0,0001$).

Tabla 26. Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Estero</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
La Parrilla	12	0,0962375	X
La Caracas	12	0,669542	X
La S	4	0,833575	X

La aplicación de la prueba Tuckey denota que La Parrilla posee mayor dominancia. Con la finalidad de obtener la Diversidad de Shannon por estero se aplicó el Anova, como se muestra a continuación:

Tabla 27. ANOVA para Diversidad Shannon por Estero

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Entre grupos	13,2674	2	6,63372	74,42	0,0000
Intra grupos	2,22858	25	0,0891434		
Total (Corr.)	15,496	27			

En la Tabla 27. Se demuestra que existen diferencias en la diversidad de macroinvertebrados entre los esteros ($p=0,0001$). Además, se aplicó la prueba de Tuckey para resaltar cuál de los esteros sobresalen:

Tabla 28. Método 95,0 porcentaje Tukey HSD

<i>Estero</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
La Parrilla	12	0,172854	X
La Caracas	12	1,23841	X
La S	4	2,07775	X

Al obtener los resultados de la prueba de Tuckey, se evidencia que La S es el más diverso.

4.2.1. Establecimiento de la calidad del agua mediante la aplicación de los índices BMWP-Cr, BMWP-Col, IBF-Sv y ICA Dinius.

La aplicación de los índices seleccionados para determinar la calidad del agua en los tres esteros se obtuvieron las determinaciones que se expresan en la siguiente tabla:

Tabla 29. Resultados de los Índices de calidad de agua

ICA's Esteros			BMWP-Cr	BMWP-Col	IBF	DINIUS
La Parrilla	Punto 1	M1	4 Muy Mala	16 Crítica	0,1475 Excelente	119 Muy Mala
		M2	0 Muy Mala	7 Muy Crítica	0 Excelente	19 Muy Mala
		M3	4 Muy Mala	16 Crítica	0,8182 Excelente	21 Muy Mala
		M4	4 Muy Mala	16 Crítica	1,421 Excelente	21 Muy Mala
	Punto 2	M1	4 Muy Mala	11 Muy Crítica	0,471 Excelente	18 Muy Mala
		M2	0 Muy Mala	7 Muy Crítica	0 Excelente	19 Muy Mala
		M3	4 Muy Mala	11 Muy Crítica	0,941 Excelente	21 Muy Mala
		M4	4 Muy Mala	16 Crítica	1,2 Excelente	22 Muy Mala
	Punto 3	M1	0 Muy Mala	7 Muy Crítica	0 Excelente	18 Muy Mala
		M2	0 Muy Mala	7 Muy Crítica	0 Excelente	18 Muy Mala
		M3	0 Muy Mala	7 Muy Crítica	0 Excelente	21 Muy Mala
		M4	4 Muy Mala	16 Crítica	0,692 Excelente	22 Muy Mala
La Caracas	Punto 1	M1	22 Mala	31 Crítica	6,69 Pobre	25 Muy Mala
		M2	17 Mala	24 Crítica	7,16 Pobre	26 Muy Mala
		M3	34 Mala	46 Dudosa	6,57 Pobre	25 Muy Mala
		M4	30 Mala	45 Dudosa	6,64 Pobre	26 Muy Mala
	Punto 2	M1	22 Mala	31 Crítica	6,6 Pobre	26 Muy Mala
		M2	13 Muy Mala	15 Muy Crítica	6 Regular pobre	26 Muy Mala
		M3	34 Mala	46 Dudosa	6,36 Regular pobre	25 Muy Mala
		M4	29 Mala	30 Crítica	6,8 Pobre	26 Muy Mala
	Punto 3	M1	11 Muy Mala	13 Muy Crítica	5,67 Regular	26 Muy Mala
		M2	18 Mala	22 Crítica	6,2 Regular pobre	26 Muy Mala
		M3	22 Mala	30 Crítica	6,3 Regular pobre	26 Muy Mala
		M4	21 Mala	32 Crítica	6,55 Pobre	26 Muy Mala
La S	Punto 1	M1	106 Excelente	134 Muy Buena	4,72 Buena	61 Regular
		M2	109 Excelente	134 Muy Buena	4,63 Buena	62 Regular
		M3	48 Mala	55 Dudosa	5,21 Regular	58 Regular
		M4	44 Mala	47 Dudosa	4,7 Buena	58 Regular

Elaborado por: Autor (2017)

Los resultados obtenidos de los cuatro índices de calidad de agua expresan lo siguiente:

Para el estero La Parrilla, el 100% los resultados del **BMWP-Cr** en los tres puntos durante el periodo de verano (V) y el invierno (I), se obtuvieron como nivel de calidad de agua *Aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminadas*. Con respecto al **BMWP-Col**, se observa que el punto 1 (P1) antes de la descarga puntual de aguas residuales del camal, presentó *Aguas de calidad mala, muy contaminadas* para ambos periodos, lo que varía para el punto 2 (P2) ubicación de la descarga y en el punto 3 P3 después de la descarga, donde el nivel corresponde *Aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminadas*. En el **IBF**, a diferencia de los demás índices aplicados, la calidad del agua la determina como EXCELENTE, debido que al calificar las familias en la tabla, no se encontró valor para el orden Mollusca, familia Neritidae.

En La Caracas, el **BMWP-Cr** determinó *Agua de calidad mala, muy contaminadas* al P1 tanto para verano como invierno, en P2 y P3 en V, en el mes de Noviembre *Agua de calidad mala, muy contaminadas* mientras que en Diciembre *Aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminadas*; en I la calidad fue *Agua de calidad mala, muy contaminadas*. El **BMWP-Col**, en P1 para verano se obtuvo *Aguas de calidad mala, muy contaminadas* mientras que en invierno *Aguas de calidad mala, contaminadas*. El P2 para verano presentó *Aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminadas* en Diciembre; sin embargo, que en invierno mejoró levemente sólo en Enero como *Aguas de calidad mala, contaminadas* con respecto de Diciembre y el P3 solo en el mes de Noviembre determinó *Aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminadas*, mientras que los demás meses de monitoreo se mantuvieron en *Aguas de calidad mala, muy contaminadas*. El **IBF**, en P1 todas las épocas evidenció calidad POBRE con una contaminación muy sustancial probable. En P2, en Noviembre y en Febrero presentó calidad POBRE y en Diciembre y Enero REGULAR POBRE. En P3, para Noviembre fue REGULAR, pero mantuvo los mismos resultados en los tres últimos meses del P2.

El Punto de referencia “La S”, posee mejores resultados en la calidad. El **BMWP-Cr** (V) mostró *Aguas de calidad buena, no contaminadas alteradas de manera sensible* y en invierno bajó a *Aguas de calidad mala, contaminadas*. El **BMWP-Col**, en V reportó *Aguas*

de calidad excelente; sin embargo, la calidad disminuyó a *Aguas de calidad mala, contaminadas* en invierno. El **IBF**, describió el agua de BUENA calidad, excepto en el mes de enero que la determinó como REGULAR.

La calidad del agua de acuerdo al índice de **DINIUS** (basado en análisis fisicoquímicos y microbiológicos del laboratorio), fue determinado como *Muy Mala* para los esteros La Parrilla y La Caracas en ambas épocas mientras que en el punto de control La S, los rangos obtenidos establecieron la calidad del agua como *Regular*.

Para reforzar los resultados de la tabla 30. Resultados de los Índices de la calidad de agua, se aplicó el análisis estadístico ANOVA y la prueba de Tuckey para mostrar las diferencias significativas de calidad de agua por estero, como se muestra a continuación:

Tabla 30. ANOVA de índices de calidad de agua por Estero

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Índice de calidad de agua BMWP-Cr					
Entre grupos	16636,0	2	8318,02	46,42	0,0000
Intra grupos	4479,67	25	179,187		
Total (Corr.)	21115,7	27			
Índice de calidad de agua BMWP-Col					
Entre grupos	19734,6	2	9867,3	29,09	0,0000
Intra grupos	8478,83	25	339,153		
Total (Corr.)	28213,4	27			
Índice de calidad de agua IBF					
Entre grupos	221,316	2	110,658	562,34	0,0000
Intra grupos	4,91956	25	0,196783		
Total (Corr.)	226,236	27			
Índice de calidad de agua DINIUS					
Entre grupos	3714,86	2	1857,43	5,15	0,0134
Intra grupos	9025,25	25	361,01		
Total (Corr.)	12740,1	27			

Se evidencia que existen diferencias en la calidad del agua entre los esteros en para todos los índices de calidad de agua aplicados ($p=0,0001$).

Tabla 31. Método: 95,0 porcentaje Tukey HSD por Estero

Estero	Casos	Media	Grupos Homogéneos	Interpretación
Índice de calidad de agua BMWP-Cr				
La Parrilla	12	2,33333	X	Se formaron tres grupos homogéneos, el estero La S tiene la mejor calidad del agua (76,75).
La Caracas	12	22,75	X	
La S	4	76,75	X	
Índice de calidad de agua BMWP-Col				
La Parrilla	12	11,4167	X	Se formaron tres grupos homogéneos, el estero La S tiene la mejor calidad del agua (92,5).
La Caracas	12	30,4167	X	
La S	4	92,5	X	
Índice de calidad de agua IBF				
La Parrilla	12	0,47425	X	Se formaron tres grupos homogéneos, el estero La Caracas tiene el valor más alto del índice IBF de mala calidad (6,46167); mientras la mejor calidad del agua la presentó el estero La Parrilla (0,47425)
La S	4	4,815	X	
La Caracas	12	6,46167	X	
Índice de calidad de agua DINIUS				
La Caracas	12	25,75	X	Se forman dos grupos homogéneos, en donde el estero La S 59,75 (regular), mientras el estero La Caracas presentó una media de 25,75 (mala).
La Parrilla	12	28,25	X	
La S	4	59,75	X	

Elaborado por: Autor (2017)

Al analizar los resultados de la prueba de Tuckey, se evidencia que La S posee la mejor calidad del agua según BMWP-Cr y BMWP-Col, a diferencia del IBF que sobresale La Caracas con mala calidad y la parrilla con aguas de excelente calidad. Sin embargo, DINIUS determina al punto de control (La S) como regular y a La Caracas de mala calidad. En vista que DINIUS es el único índice basado exclusivamente del análisis de parámetros fisicoquímico y microbiológico se realizó una correlación con cada índice biológico aplicado en el estudio como se muestra a continuación:

- **CORRELACIÓN ENTRE DINIUS VS BMWP-CR**

Existe una correlación estadísticamente significativa entre los índices de calidad Dinius y BMWP-CR ($p=0,0001$), los resultados se ajustaron mejor a un modelo inverso-Y. El estadístico R-Cuadrado indica que el modelo ajustado explica 49,6057% de la variabilidad en Dinius. El coeficiente de correlación es igual a -0,7043, indicando una relación entre las variables, la ecuación del modelo ajustado es $DINIUS = 1/(0,0461605 - 0,000325025 \cdot BMWP-Cr)$ indicando que a mayor contaminación físico química del agua menor calidad ecológica del agua.

- **CORRELACIÓN ENTRE DINIUS VS BMWP-COL**

Existe una correlación estadísticamente significativa entre los índices de calidad Dinius y BMWP-COL ($p=0,0001$), los resultados se ajustaron mejor a un modelo curva-S. El estadístico R-Cuadrado indica que el modelo ajustado explica 54,7276% de la variabilidad en Dinius. El coeficiente de correlación es igual a -0,739781, indicando una relación entre las variables, la ecuación del modelo ajustado es $BMWP-CI = \exp(4,93661 - 47,5318/DINIUS)$ indicando que a mayor contaminación físico química del agua menor calidad ecológica del agua.

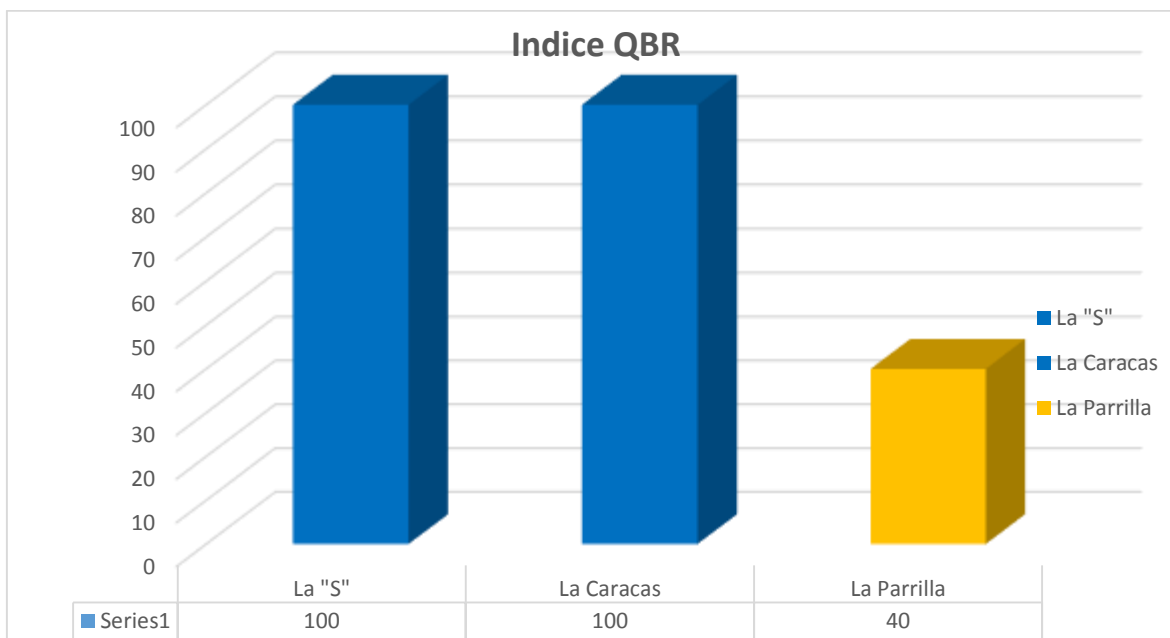
- **CORRELACIÓN ENTRE DINIUS VS IBF**

No existe una correlación estadísticamente significativa entre los índices de calidad Dinius y IBF ($p=0,9197$), los resultados se ajustaron mejor a un modelo Y-cuadrada X-inversa. El estadístico R-Cuadrado indica que el modelo ajustado explica 9,72937%% de la variabilidad en Dinius. El coeficiente de correlación es igual a -0,311919, indicando una relación entre las variables, la ecuación del modelo ajustado es $IBF = \sqrt{40,2086 - 479,001/DINIUS}$.

4.2.2. Índice QBR

Los resultados obtenidos de la aplicación del Índice QBR en los tres esteros de la investigación, para evaluar la calidad de la cobertura son los siguientes:

Grafico 10. Porcentaje de calidad de agua por esteros



Elaborado por: Autor (2017)

Al observar el gráfico 10 se evidencia que La Caracas posee Muy buena calidad de cobertura al igual que estero de referencia en calidad La S que también obtuvo una calificación de 100. Sin embargo, La Parrilla que es el estero más afectado, posee un resultado acorde al tener una puntuación de 40 que se la categoriza como de mala calidad de cobertura, lo que está en correspondencia con la mala calidad del agua.

4.2.3. Propuesta un plan de manejo ambiental para los esteros “La Parrilla” y “La Caracas” del cantón El Empalme

Al considerar los resultados del diagnóstico, la evaluación de los impactos ambientales y la evaluación de la calidad del agua afectados por las actividades del Camal y el vertedero municipal, se presenta una propuesta de Plan de Manejo Ambiental, con la finalidad de contribuir a la solución de la pérdida de ecosistemas acuáticos, áreas de recreación y fuentes de agua; a través de las medidas de mitigación de los impactos encontrados, y planteadas en la Tabla 32, que contiene el tipo de programa requerido, con su respectivo tiempo de implementación, responsables, indicadores para verificar el avance o logros de lo planteado y el presupuesto necesario para ejecutarlo.

Tabla 32. Matriz estructural del Plan de Manejo Ambiental

PMA	Medidas	Impacto Negativo	Tiempo de Implementación	Responsable	Indicadores	Medidas de verificación	Frecuencia de ejecución
Mitigación	Tratamientos de Aguas Residuales del Camal	Pérdida de ecosistemas acuáticos	Inmediato	GAD Municipal del cantón El Empalme.	Sistema de Tratamiento de Aguas residuales en el camal, para el 2018	Informe de resultados de monitoreo de la calidad de descargas al estero La Parrilla	Mensual
	Cierre técnico y Tratamientos de Lixiviados del vertedero				Cierre técnico del vertedero municipal, 2017	Informes de ejecución del cierre técnico, validado por el MAE	Una sola vez
Reforestación	Manejo de riberas de esteros según la normativa forestal vigente.	Suelos degradados y pérdida de biodiversidad	6 meses	GAD Municipal del cantón El Empalme. Prefectura de la Provincia del Guayas Ministerio del Ambiente (MAE).	# has reforestadas según la normativa forestal vigente/ # has riberas que se deben proteger	Facturas de compras de semillas para Protección de Riberas	1 vez
Educación Ambiental	Implementación de Proyecto PRO-AMBIENTAL "Ríos y esteros protegidos te dan vida a TI"	Baja calidad de vida de la población	Permanente	GAD Municipal del cantón El Empalme. MAGAP Instituciones Educativas Locales.	# ciudadanos voluntarios al cuidado de los ríos y esteros del El Empalme/# total de ciudadanos del cantón	Informe final de ejecución del proyecto	Diario

Relaciones Comunitarias	Proyecto de manejo integral de ríos y esteros	Afectación a la salud de la comunidades cercanas, pérdida de la biodiversidad, baja calidad del suelo agrícola	2 años	Juntas parroquiales GAD Municipal del cantón El Empalme	# de planes de manejo implementados satisfactoriamente en las comunidades /# total de comunidades en el área de influencia directa del proyecto	Informe de los resultados del proyecto	Diario
Monitoreo de la Calidad del Agua	Proyecto de Calidad de Agua de los principales ríos y esteros de El Empalme		Permanente	GAD Municipal del cantón El Empalme Ministerio del ambiente UTEQ	# monitoreos fisicoquímicos, microbiológicos y uso de macroinvertebrados acuáticos en los ríos en estudio/12 monitoreos fisicoquímicos, microbiológicos y uso de macroinvertebrados acuáticos en el 2018	Informes de resultados de monitoreo	Una vez al mes
Protección y conservación de la biodiversidad	Conservación In Situ de especies endémicas del cantón El Empalme		Permanente		# de especies protegidas en áreas de influencia a los esteros y ríos en estudio/# total de especies determinadas para la conservación en el proyecto	Informes de resultados de conservación de especies	A diario

Elaborado por: Autor.

4.3. DISCUSIÓN

Los resultados del diagnóstico en el vertedero y en la camal municipal, denotó que no se aplican medidas técnicas en el manejo de los residuos sólidos, aguas residuales (camal) y lixiviados (vertedero), lo que genera fuentes de contaminación directas e indirectas a los esteros en estudio “La Parrilla” y “La Caracas”. Tal es el caso, que en la evaluación de impacto ambiental para ambas empresas públicas, las actividades que afectan al área de influencia directa, Recepción y duchado; así como, Matanza, desangrado y el aturdimiento en el faenamiento de ganado vacuno y porcino, por la alteración de las propiedades físicas y químicas y por la disminución de la fauna acuática por el Camal. Mientras que la valoración de impactos fue alta para las actividades de Descarga y tendido de desechos, disposición de desechos peligrosos y la generación de lixiviados, afectando gravemente la fauna terrestre y la cobertura vegetal. Lo que concuerda, con lo evidenciado por Guerrero & Ramírez (2004), en la ausencia de medidas de manejo ambiental en mataderos de pequeños municipios (24) y Ramos (2016), que sugiere la implementación de Buenas prácticas ambientales con procedimientos estandarizados de sanitización en el camal de Ventanas (25).

La caracterización fisicoquímica y microbiológica, demostró que los parámetros nitratos, nitritos, hierro y DBO; no cumplen con los límites máximos permisibles con respecto a la tabla 2. Criterio de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y estuarios del Acuerdo Ministerial 097-A, Anexo 1, resultado que coincide con el estudio de Mirna & Guevara; sobre la contaminación de acuíferos por efectos de lixiviados, en el área adyacente al vertedero de desechos sólidos la Guásima, Municipio Libertador, Estado Carabobo, en el cual, los niveles de hierro sobrepasan en los resultados del monitoreo de la calidad del agua (26).

En La S con sustrato de hojarasca, se encontró la mayor cantidad de individuos (525) área no intervenida; a pesar que el estero La Parrilla (lodo como sustrato); es el más afectado por las descargas de aguas residuales del camal municipal, se encontró mayor cantidad de individuos (350) que en el estero La Caracas (raíces como sustrato), afectado por los

lixiviados del vertedero municipal con 128 individuos. Lo que no concuerda con el estudio de Morelli & Verdi, quienes indican que los esteros con sustratos arenosos albergan pocas especies o escasos individuos por especie (27). y el estudio **Effect of streambed sediment on benthic ecology**; la ausencia de plantas acuáticas esenciales sobre el sustrato reduce la abundancia total y la biodiversidad de invertebrados (28); así como que concluyeron que lluvias y tormentas tropicales sumado a las actividades antropogénicas afectan la abundancia de macroinvertebrados (29).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Los resultados denotan la inadecuada aplicación del Plan de ordenamiento territorial en el cantón, al encontrarse el camal municipal en una zona urbana y sin la aplicación de un manual de buenas prácticas ambientales con procedimientos de sanitización; así como, el vertedero municipal con inobservancias en el manejo, con respecto al Acuerdo Ministerial 097 A. Además de la inexistencia de la aplicación de proyectos ambientales que integren la educación ambiental para incrementar la cultura sostenible de la población.

La caracterización fisicoquímica evidenció que el estero La Parrilla presentó características anóxicas y paralelamente elevada DBO, nitritos y hierro por el gran aporte de las descargas residuales con materia orgánica, heces y sangre directamente al río. Por lo que se concluye, que el fuerte impacto urbano ha generado un detrimento ambiental y ecológico; propiedades tolerables para la familia Neritidae (336) que representa el 33,50% de abundancia relativa que corresponde a este estero, por lo cual se presenta un 0,91% de dominancia.

El estero La Caracas, a pesar de poseer una denominación de Bosque de ribera sin alteraciones, estado natural; similar al estero referencia La S con una calificación de 100%, para la época de verano mostró abundante presencia de lechuguines o jacintos de agua, los mismos que se asocian a los altos de contenidos de nitrógeno en el agua y a bajo contenido de oxígeno disuelto; tal como se mostró en el incumplimiento con los niveles máximos permisibles. Sin embargo, el incremento de caudal en la época de invierno mejoró la hidrología y capacidad de autodepuración lo que incrementó la recolonización de organismos bentónicos.

La S, como punto de referencia evidencia alta diversidad con mayor énfasis en verano.

La riqueza de macroinvertebrados del estudio fluctuó desde 20 a 3 taxones, y demostró una distribución espacial y temporal influenciada por las alteraciones antrópicas, las características del ecosistema (época seca e invernal) en las que sobresalen las familias según su tolerancia a las afectaciones antrópicas, como se detalla a continuación:

Leptoplhedae y Glossiphomidae sólo se encontraron en áreas no intervenidas.

Leptohyphidea pueden tolerar niveles bajos de alteración.

Gerridae, Coenagrionidae y Neritidae se hallaron en los ecosistemas afectados gravemente por las actividades antrópicas.

Al comparar los resultados de la caracterización fisicoquímica y microbiológica con la tabla 2 Criterio de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y estuarios del Acuerdo 097-A Anexo 1, se evidencia el incumplimiento de los límites máximos permisibles para nitratos, nitritos, hierro y DBO, lo que concuerda con los resultados de los índices de la calidad del agua aplicados en los esteros La Parrilla y La Caracas, determinando de MALA calidad el agua que se encuentra afectada por el Camal y el vertedero municipal.

El Índice IBF, denotó EXCELENTE calidad de agua en La Parrilla, al no asignarle una valoración a la familia Neritidae del orden Mollusca, que en algunos estudios de calidad de agua y con otros índices se encontró el valor entre 6 – 8. Y que es de vital importancia para asociar estas familias a esteros con alto grado de contaminación.

De los índices aplicados, el de mayor exigencia en la calidad del agua se evidenció a DINIUS; sin embargo, con ligera variabilidad la mayoría coincidió sobre el tipo de calidad de agua para uno de los esteros monitoreados. Resultados que tienen correspondencia con la evaluación de impactos ambientales aplicada al camal y al vertedero municipal, donde las principales afectaciones están vinculadas a la alteración de las características del agua y a la pérdida de fauna acuática y terrestre.

5.2. RECOMENDACIONES

El inadecuado manejo de los residuos sólidos y líquidos en el camal y el vertedero municipal, genera fuentes de contaminación a los esteros aledaños como La Parrilla, por la descarga directa y los lixiviados del vertedero en La Caracas; por lo que se requiere con urgencia, la implementación con Sistemas de Gestión Ambiental o Buenas prácticas ambientales que aporten a la solución de la pérdida de efluentes en zonas urbanas drásticamente afectados o afectados por las fuertes lluvias asociadas al cambio climático.

Realizar un estudio de calidad de agua de los esteros afectados y seleccionados para estudio, con mayor periodo de monitoreo fisicoquímico y microbiológico; así como, de biomonitoreo de macroinvertebrados que permitan obtener resultados más consistentes.

Realizar un estudio avanzado sobre las familias de macroinvertebrados acerca de la distribución espacial y temporal, que sirva para proponer un Índice de calidad de agua para las características de la zona costera y tropical de la zona 5.

Bibliografía

1. Alba T. Macroinvertebrados acuáticos y calidad del agua en los ríos. IV ed. Almería España; 1996.
2. SNET.. Cálculo del Índice de la Calidad de Agua en El Salvador. [Online].; 2009. Available from: [en El Salvador. \(en línea\). El Sa
www.snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/ calculo ICA.pdf](http://www.snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/ calculo ICA.pdf).
3. Sierra RC. Calidad de Agua. Conocimientos a su alcance ed. Medellín: Universidad De Medellín; 2011.
4. American P. Guías para la calidad del agua potable; 1988.
5. Auquilla R. Uso del suelo y calidad del agua en quebradas de fincas son sistemas silvopastoriles en la subcuenca del Río Jabona Turrialba; 2005.
6. Moun C, Moulton P.
<http://www.co.pierce.wa.us/.Optimal%20Water%20Quality%20Standard%20for%20Aquatic%20Ecosyst>. [Online].; 1991.
7. Lenntech.. Agua residual & purificación del aire Holding B. V. TDS y conductividad eléctrica. [Online].; 2009. Available from: <http://www.lenntech.es>.
8. Heinke G, Glynn H. INGENIERIA AMBIENTAL. Segunda ed. México: Pearson Prentice Hall; 1999.
9. Willard JJ. Programa de formación continua en educación ambiental para profesores y asesores: Los libros de la Catarata; 1996.
10. Sánchez O, Herzig M, Peters E, Marquez R, Zambrano L. Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México México: Instituto Nacional de Ecología; 2007.
11. Thor J, Covich A. Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates. 2nd ed. Orlando : Academic Press.; 2001.
12. Brown A. Freshwater Ecology London: Heinemann Educational Books; 1987.
13. Mafla M. Guía para Evaluaciones Ecológicas Rápidas con Indicadores Biológicos en

- . Rios de tamaño Mediano. Primera ed. Costa Rica: Talamanca; 2005.
- 14 Gamboa , Reyes R, Arrivillaga. Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de . salud ambiental. Bol Mal Salud Amb. 2008 Diciembre; 48 1690-4648.
 - 15 Rosenberg D, Resh V, King R. An Introduction to the Aquatic Insects of North . America. 4th ed. Merritt: Kendall Hunt Publishers; 2008.
 - 16 Richan P. Tratamiento de aguas residuales industriales Barcelona: Fundacion . universitaria iberoamericana; 2003.
 - 17 Roldán G. Bioindicación de la calidad del agua en colombia Antioquia; 2003.
 - .
 - 18 Hilsenhoff W. Rapid fiel assessment of organic pollution with a family-level . bioticindex. Madison Wisconsin: University of Wisconsin; 1998.
 - 19 Conesa V. GUIA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO . AMBIENTAL Madrid: Ediciones Mundi - Prensa; 2010.
 - 20 Navarro. Abundancia relativa y distribución de los indicios de las especies de mamíferos . medianos. Tesis. Colombia: Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias; 2015.
 - 21 Garcia. Aportaciones sobre las distribuciones del Basto Roto y de Pielou. Tesis. . Universidad de Salamanca, Departamento de Estadística; 2014.
 - 22 González V, Caicedo O, Aguirre N. Aplicación de los índices de calidad de agua NSF. . DINIUS Y BMWP. [Online].; 2013 [cited 2017 Enero. Available from: <http://www.bdigital.unal.edu.co/33902/1/33863-170537-1-PB.pdf>.
 - 23 Torres P, Cruz C, Patiño P. índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas . en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica. [Online].; 2009 [cited 2017 Enero. Available from: <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n15s1/v8n15s1a09.pdf>.
 - 24 Guerrero J RI. Manejo ambiental de residuos de matadero de pequeños municipios. . Redalyc. 2004.
 - 25 Ramos V. Proceso operativo estandarizado de sanitizacion para el fainamiento de . ganado vacuno y porcino en el camal municipal del canton Ventanas. UTEQ; 2016.

- 26 Mirna Polo EG. Contaminacion de acuíferos por efecto de los lixiviados en el área
. adyacente al vertedero de desechos sólidos la Guasima, Municipio Libertador, estado
. cara bobo. Redalyc. 2001.
- 27 Enrique Morelli AV. Diversidad con macroinvertebrados acuáticos en cursos de agua
. dulces con vegetación ribereña nativa de Uruguay. Revista mexicana de biodiversidad.
. 2014.
- 28 Xuehwa Duan ZW. Effect of streambed sediment on benthic ecology. Science Direct.
. 2009.
- 29 Marie Eurie KL. Assessment and analysis of ecological quality, macroinvertebrate
. communities and diversity in river of a multifunctional tropical island. 2017.
- 30 Avila PG. Agua, medio ambiente y desarrollo en el siglo XXI Mexico: Colegio de
. michoacan; 2003.
- 31 Baird C, Cann M. Química Ambiental Barcelona: Reverté, S. A; 2014.
. .
- 32 Perez GR. Bioindicación de la calidad Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia;
. 2003.
- 33 Auquilla R. Uso del suelo y calidad del agua en quebradas de fincas son sistemas
. silvopastoriles en la subcuenca del Río Jabona Turrialba; 2005.
- 34 Perevochtchikova M. Redalyc. [Online].; 2013 [cited 2017 01 17. Available from:
. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13328943001>.
- 35 Morelli E, Verdi A. Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en cursos de agua
. dulce con vegetación ribereña nativa de Uruguay. Revista Mexicana de Biodiversidad.
. 2014; 85: 1160-1170. .
- 36 Forero Céspedes AM, Reinoso Flórez G. Evaluación de la calidad del agua del río Opia
. (Tolima-Colombia) mediante macroinvertebrados acuáticos y parámetros
. fisicoquímicos. Caldasia 2013: 35 (2):371-387. .
- 37 Arango C, Álvarez F, Arango A, Torres O, Monsalve A. calidad del agua de las
. quebradas La Cristalina y La Risaralda, San Luis, Antioquia. Revista EIA 2008; 1794 -

1237 (9): 121-141 . .

38 Endara A. Identificación de macro invertebrados bentónicos en los ríos: Pindo Mirador, . Alpayacu y Pindo Grande; determinación de su calidad de agua. Enfoque UTE. 2012; 3(2):33-41. .

39 Mafla M. issuu. [Online].; 2005. Available from: . <https://issuu.com/anaicr/docs/guiadeevaluacionesecologicasrapidasenrios>.

ANEXOS

Anexo 1. Punto de descarga de aguas residuales provenientes del camal municipal hacia el estero la parrilla



Anexo 2. Tubo de descarga



Anexo 3. Estero la Parrilla aguas abajo



Anexo 4. Letreros colocados después del estudio



Anexo 6. Letrero de prohibido jugar cerca del estero



Anexo 5. Letrero de precaución y profundidad del estero



Anexo 8. Tubos de descargas de aguas de uso domestico



Anexo 7. Canales donde se vierten las aguas residuales del camal



Anexo 10. Sala de lavado de viceras



Anexo 9. Cisterna de oxidación



Anexo 12. Canales para corta esternón



Anexo 11. Corrales de reposo



Anexo 14. Vertedero municipal parte alta



Anexo 13. Vertedero municipal parte baja



Anexo 16. Lechuguines presentes en el estero La Caracas



Anexo 15. Material orgánico estancado por presencia de lechuguines



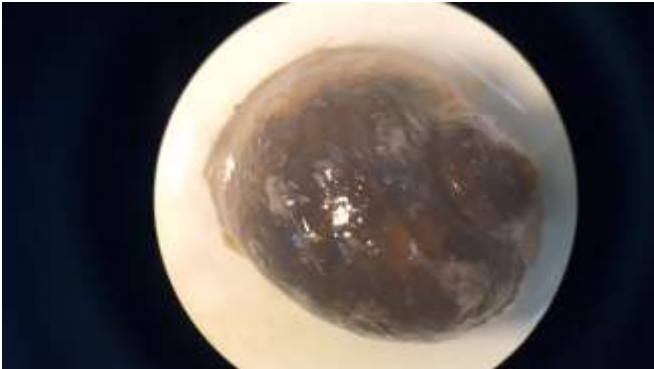
Anexo 18. Estero La Caracas



Anexo 17. Fase de laboratorio



Anexo 20. Macroinvertebrados identificados en el microscopio **Neritidae**



Anexo 19. Macroinvertebrados identificados en el microscopio **Hydrobiosidae**



Anexo 22. Macroinvertebrados identificados en el microscopio **Coenagrionidae**



Anexo 21. Macroinvertebrados identificados en el microscopio **Libellulidae**

