



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

Proyecto de Investigación previo a la
obtención del Título de Ingeniero en
Gestión Ambiental

**TÍTULO DEL PROYECTO DE
INVESTIGACIÓN:**

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL ESTERO LA
CARACAS, CANTÓN EL EMPALME, PROVINCIA DEL GUAYAS,
AÑO 2016”**

AUTOR:

RAUL SILFRIDO LOOR VERA

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

ING. ÁNGEL JOEL YÉPEZ ROSADO MSc.

QUEVEDO - ECUADOR

2019



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Raúl Silfrido Loor Vera, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que las consultas y referencias bibliográficas están incluidas en este documento, para que se haga el uso que se estime pertinente con el proyecto de investigación; siendo exclusiva responsabilidad del autor.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

f.

Raúl Silfrido Loor Vera

C.C. 130988740-2



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE
INVESTIGACIÓN

El suscrito, Ing. Ángel Joel Yépez Rosado MSc. Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante: Sr. Raúl Silfrido Loor Vera, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL ESTERO LA CARACAS, CANTÓN EL EMPALME, PROVINCIA DEL GUAYAS, AÑO 2016”, previo a la obtención del título de Ingeniero en Gestión Ambiental, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

.....

Ing. Ángel Joel Yépez Rosado MSc.

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



Quevedo, 6 de Marzo 2019

Ing.

Mercedes Carranza Patiño, MSc.

DECANA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES, UTEQ

De mis consideraciones:

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL ESTERO LA CARACAS, CANTÓN EL EMPALME, PROVINCIA DEL GUAYAS, AÑO 2016” me permito manifestar a usted y por su intermedio a los miembros del tribunal:

Que, el estudiante RAÚL SILFRIDO LOOR VERA, egresado de Ingeniería en Gestión Ambiental, ha cumplido con las correcciones de su proyecto de investigación de acuerdo al reglamento de Graduación de Pregrado de la UTEQ, y se ha subido su proyecto de grado al sistema URKUND. En este sentido, tengo a bien certificar la información reflejada en el sistema, con un porcentaje del 10%

ING. ÁNGEL YEPEZ ROSADO MSc.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL
PROYECTO DE INVESTIGACION

Título:

“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL ESTERO LA CARACAS, CANTÓN EL EMPALME, PROVINCIA DEL GUAYAS, AÑO 2016”.

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

Aprobado por:

ING. CAROLINA TAY - HING CAJAS, MSc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS

BLGO. JUAN PABLO URDANIGO, MSc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

ING. NORMA GUERRERO CHUEZ, MSc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

QUEVEDO – ECUADOR

2019

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, fuente de amor, bondad y sabiduría. Por permitirme cumplir esta meta en mi vida que constituye escalar un peldaño más hacia la superación personal.

A mi amada esposa Ing. María Eugenia Suarez Baren por su compañía, apoyo y paciencia durante este periodo de tiempo.

A cada uno de los docentes que impartieron sus conocimientos, en especial a la Ing. Carolina Tay-Hing Cajas, Ing. Ángel Joel Yépez Rosado Ing. Julio Pazmiño y al Ing. Jorge Neira.

A mis padres por creer en mí en que llegaría a cumplir mis objetivos.

Y a cada una de las personas que aportaron de manera directa e indirecta para que este trabajo sea una realidad.

Raúl Silfrido Loor Vera

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mi esposa María Eugenia por ayudarme en todo momento de su vida.

A mis padres Ángel Loor Sornoza y Sergia Vera Pazmiño por su amor y cariño

A mis hermanos Luis Alberto Loor Vera y Ana Loor por todo su apoyo.

A mi tía Matilde Vera por su amor y compañía.

Raúl Silfrido Loor Vera

RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES

La investigación para evaluar la calidad del agua del estero La Caracas en el cantón El Empalme Provincia del Guayas del año 2016 se realizó a través de análisis estadísticos de los parámetros físicos-químicos e índices de calidad de agua; con el fin de proponer un plan de mitigación para prevenir la contaminación del agua por filtración y escorrentía de agentes contaminante provenientes del vertedero municipal. Para su avance se realizó un diagnóstico del estado del estero La Caracas, La calidad del agua de acuerdo al índice de DINIUS, fue de buena calidad para el estero La Caracas, a excepción de dos muestras ubicadas aguas arriba y aguas abajo del vertedero municipal (punto de referencia), donde su calidad para uso general disminuyó a Regular. Los resultados fueron similares a los registrados con el índice NSF a excepción de que solo aguas arriba del punto de referencia durante el segundo muestreo su calidad disminuyó de buena a regular. Se concluye que en las comparaciones de las concentraciones de los parámetros físicos, químicos realizados en el estero La Caracas en sus diferentes sitios que se obtuvo las muestras del agua se pudo determinar que el agua es de buena calidad. Además se identificaron que los principales problemas relacionados con la degradación de este cuerpo hídrico es la carencia de un plan de control de lixiviados o filtraciones; y la falta de capacitaciones al personal para el manejo de lo mismo. Sin embargo el panorama actual es favorecedor, ya se está construyendo una celda emergente, conjuntamente con el cierre técnico del vertedero municipal, y se proyecta, a través de la contratación de un Gestor Ambiental Autorizado para la gestión adecuada de los residuos peligrosos.

Palabras claves: Calidad del agua, filtración, vegetación, análisis físico, químico

ABSTRACT AND KEYWORDS

The investigation to evaluate the water quality of the La Caracas estuary in the province of El Empalme Provincia del Guayas in 2016 was carried out through statistical analysis of the physical-chemical parameters and water quality indexes; in order to propose a mitigation plan to prevent the contamination of water by filtration and runoff of polluting agents from the municipal landfill. For its progress, a diagnosis of the state of the La Caracas estuary was made. The water quality according to the DINIUS index was of good quality for the La Caracas estuary, with the exception of two samples located upstream and downstream from the municipal landfill (benchmark), where its quality for general use decreased to Regular. The results were similar to those registered with the NSF index except that only upstream of the reference point during the second sampling did its quality decrease from good to regular. It is concluded that in the comparisons of the concentrations of the physical, chemical parameters carried out in the La Caracas estuary in its different sites that obtained the samples of the water it was possible to determine that the water is of good quality. In addition, it was identified that the main problems related to the degradation of this water body is the lack of a leachate or leachate control plan; and the lack of training for personnel to handle the same. However, the current scenario is favorable, an emerging cell is already being built, together with the technical closure of the municipal landfill, and it is projected, through the hiring of an Authorized Environmental Manager for the adequate management of hazardous waste.

Keywords: Water quality, filtration, vegetation, physical analysis, chemical

CÓDIGO DUBLIN

Título:	“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL ESTERO LA CARACAS, CANTÓN EL EMPALME, PROVINCIA DEL GUAYAS, AÑO 2016”.
Autor:	Loor Vera Raúl Silfrido
Palabras clave:	Calidad del agua , filtración, vegetación, análisis físico, químico
Fecha de publicación:	20 de junio 2019
Editorial:	
Resumen:	<p>Resumen.- La investigación para evaluar la calidad del agua del estero La Caracas en el cantón El Empalme Provincia del Guayas del año 2016 se realizó a través de análisis estadísticos de los parámetros físicos-químicos e índices de calidad de agua; con el fin de proponer un plan de mitigación para prevenir la contaminación del agua por filtración y escorrentía de agentes contaminante provenientes del vertedero municipal. Para su avance se realizó un diagnóstico del estado del estero La Caracas, La calidad del agua de acuerdo al índice de DINIUS, fue de buena calidad para el estero La Caracas, a excepción de dos muestras ubicadas aguas arriba y aguas abajo del vertedero municipal (punto de referencia), donde su calidad para uso general disminuyó a Regular. Los resultados fueron similares a los registrados con el índice NSF a excepción de que solo aguas arriba del punto de referencia durante el segundo muestreo su calidad disminuyó de buena a regular. Se concluye que en las comparaciones de las concentraciones de los parámetros físicos, químicos realizados en el estero La Caraca en sus diferentes sitios que se obtuvo las muestras del agua se pudo determinar que el agua es de buena calidad. Además se identificaron que los principales problemas relacionados con la degradación de este cuerpo hídrico es la carencia de un plan de control de lixiviados o filtraciones; y la falta de capacitaciones al personal para el manejo de lo mismo. Sin embargo el panorama actual es favorecedor, ya se está construyendo una celda emergente, conjuntamente con el cierre técnico del vertedero municipal, y se proyecta, a través de la contratación de un Gestor Ambiental Autorizado para la gestión adecuada de los residuos peligrosos.</p> <p>Abstract. - The investigation to evaluate the water quality of the La Caracas estuary in the province of El Empalme Provincia del Guayas in 2016 was carried out through statistical analysis of the physical-chemical parameters and water quality indexes; in order to propose a mitigation plan to prevent the contamination of water by filtration and runoff of polluting agents from the municipal landfill. For its progress, a diagnosis of the state of the La Caracas estuary was made. The water quality according to the DINIUS index was of good quality for the La Caracas estuary, with the exception of two samples located upstream and downstream from the municipal landfill (benchmark), where its quality for general use decreased to Regular. The results were similar to those registered with the NSF index except that only upstream of the reference point during the second sampling did its quality decrease from good to regular. It is concluded that in the comparisons of the concentrations of the physical, chemical parameters carried out in the La Caracas estuary in its different sites that obtained the samples of the water it was possible to determine that the water is of good quality. In addition, it was identified that the main problems related to the degradation of this water body is the lack of a leachate or leachate control plan; and the lack of training for personnel to handle the same. However, the current scenario is favorable, an emerging cell is already being built, together with the technical closure of the municipal landfill, and it is projected, through the hiring of an Authorized Environmental Manager for the adequate management of hazardous waste.</p>
Descripción:	83 hojas: dimensiones 21x29.7cm. + CD – ROM 6162
URI:	

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	xv
CAPITULO I.....	1
MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Problema de investigación.....	2
1.1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.1.2 Formulación del problema.....	3
1.1.3 Sistematización del problema.....	3
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo General.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos.....	3
1.3 Justificación.....	4
CAPITULO II.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Fundamentación teórica.....	6
2.1.1 La Calidad del Agua.....	6
2.1.2 Parámetros de calidad de aguas.....	6
2.1.3 Fuentes de contaminación natural y antrópica.....	13
2.1.4 Bioindicador.....	16
2.1.5 Efectos Adversos de la Contaminación.....	17
2.1.6 Enfermedades producidas por la contaminación del agua.....	18
CAPITULO III.....	20
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
3.1 Localización del área de Estudio.....	21
3.1.1 Identificación puntos de muestreo.....	21
3.2 Tipo de Investigación.....	22
3.2.1 Investigación descriptiva.....	22
3.2.2 Investigación diagnostica.....	23
3.2.3 Investigación exploratoria.....	23

3.3	Métodos de investigación.....	23
3.4	Fuentes de recopilación de información.	24
3.5	Diseño de la investigación.	24
3.5.1	Recolección de muestras de agua y análisis de los parámetros Físicoquímico básicos.	24
3.6	Tratamiento de Datos.	28
3.6.1	Diagnóstico del estado actual de las aguas del estero La Caracas	28
3.6.2	Parámetros físicos-químicos indicadores de la calidad de agua del estero La Caracas.	29
3.6.3	Calidad del agua del estero La Caracas aplicando índices de calidad.	29
3.6.4	Plan de manejo ambiental para el estero La Caracas.	29
3.6.5	Aplicación de funciones de transformación.....	30
3.7	Materiales y Equipos.....	30
	CAPITULO IV	31
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1	Diagnosticar la situación actual de la calidad del agua del estero La Caracas	32
4.2	Análisis de parámetros fisicoquímicos del estero La Caracas.	32
4.2.1	Tabulación e interpretación de análisis estadístico.	33
4.3	Índices de calidad de agua.....	36
4.4	Plan de manejo ambiental para el estero “La Caracas”.....	37
4.4.1	Diagnóstico del vertedero municipal del cantón El Empalme.	37
4.4.2	Propuesta.....	39
4.5	Discusión de resultados.....	42
	CAPITULO V	44
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
5.1	Conclusiones.	45
5.2	Recomendaciones.....	47
	CAPITULO VI.....	48
	BIBLIOGRAFÍA	48
6.1	Referencias Bibliográficas	49

CAPITULO VII.....	52
ANEXOS	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Principales sustancias contaminantes del sector industrial	14
Tabla 2.	Riesgos de calidad del agua.....	18
Tabla 3.	Coordenadas puntos de muestreo	22
Tabla 4.	Modelo de preservación de la muestra	25
Tabla 5.	Comparación de parámetros fisicoquímicos básicos.....	26
Tabla 6.	Pesos relativos asignados a los parámetros que conforman los ICA.....	27
Tabla 7.	Rangos de clasificación del ICA. Multiplicativo en función del uso del agua...	28
Tabla 8.	Materiales y equipos utilizados en la investigación	30
Tabla 9.	Valores de análisis fisicoquímicos básicos del estero Las Caracas.....	32
Tabla 10.	Varianza total explicada. Método de extracción: análisis de componentes principales.	34
Tabla 11.	Matriz de componente rotado.....	34
Tabla 12.	Resultados de los Índices de calidad de agua.....	36
Tabla 13.	Matriz estructural del plan de manejo ambiental	40

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.	Complejidad biológica vs respuesta biológica	17
Ilustración 2.	Mapa de localización de los puntos de muestreo	21
Ilustración 3.	Mapa de localización de los puntos de muestreo	22

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Componente en espacio rotado.....	35
Gráfico 2.	Dendrograma	36

INTRODUCCIÓN

Uno de los recursos más valiosos con los que cuenta el ser humano es el agua y ésta sin duda alguna constituye un elemento esencial para la vida en el planeta. Actualmente, la administración racional del agua ha alcanzado una importancia de dimensión mundial; sin embargo, este recurso cada vez es más escaso, ya que tanto en las ciudades como en las comunidades rurales se consumen grandes cantidades de agua potable y sólo una poca cantidad de agua residual es tratada. La protección de la salud pública es el propósito fundamental del tratamiento de residuos tanto sólidos como líquidos y le sigue en orden de importancia la protección del ambiente. Por tanto, es responsabilidad de los ingenieros proyectistas, investigadores y gestores públicos involucrados, asegurar que los sistemas de tratamiento logren esta meta [1].

El creciente deterioro de los cuerpos de agua dulce, ha conducido al desarrollo de normas de calidad de aguas superficiales para la protección de las comunidades acuáticas. Estas se basan en la determinación de concentraciones máximas permisibles de agentes químicos individualmente. Sin embargo, estas normas, no permiten determinar el efecto que estos contaminantes pueden tener sobre los organismos acuáticos. Para ello se han propuesto el uso de herramientas que consisten en analizar las características hídricas, fisicoquímicas y biológicas de los cuerpos de agua [2].

El uso de los parámetros (físicos, químicos y biológicos) como indicadores de calidad del agua, ofrece múltiples ventajas tales como: la presencia en la mayoría de los sistemas acuáticos continentales, la naturaleza sedentaria de los organismos, la simplicidad metodológica y una alta confiabilidad. Lo que hace de estos métodos una herramienta idónea para la vigilancia rutinaria del estado ecológico en las cuencas y ríos en general [3].

El estero La Caracas, ubicado en el cantón El Empalme, Provincia del Guayas, se utiliza con fines agrícolas, ganaderos e incluso recreativos. Uno de los principales inconvenientes es la proximidad y la inadecuada gestión del vertedero municipal, cuyos lixiviados escorren en el cauce del mismo. Por lo anterior, la calidad de las aguas y los productores primarios están siendo afectados, lo que se ve reflejado en cambios en la estructura de la comunidad e inhibición en el crecimiento de micro algas.

Por ello esta investigación tiene como objetivo evaluar la calidad del agua del estero La Caracas, a través de análisis estadísticos de los parámetros físicos-químicos e índices de calidad de agua; con el fin de proponer un plan de mitigación para prevenir la contaminación del agua por filtración y esorrentía de agentes contaminante provenientes del vertedero municipal.

CAPITULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Problema de investigación

1.1.1 Planteamiento del problema.

El estero La Caracas es una de las principales fuentes hídricas del Cantón El Empalme, y del micro cuenca de río Macul, indispensable en el proceso de captación de sistema de tratamiento de agua potable. El problema principal consiste que las riberas del mismo se encuentran próximas al vertedero municipal de residuos sólidos, el cual desprende una serie de sustancias volátiles y lixiviadas producto de la descomposición de materias orgánicas, las cuales estarían filtrándose y causando una posible contaminación del afluente. Además, existen vertidos directos de hidrocarburos, debido a que muchos ciudadanos acuden a lavar vehículos motorizados en las orillas del río. [4].

1.1.1.1 Diagnóstico.

La calidad de las fuentes hídricas del estero La Caracas repercute de gran manera en la salud de la población y del ecosistema acuático, por décadas este se ha convertido en un sumidero de desechos domésticos, comerciales e industriales. Una de las principales causas es el incumplimiento de la legislación vigente, la carencia del servicio de alcantarillado en los sectores aledaños, la cercanía del vertedero, la mala disposición y tratamiento de los residuos sólidos que causan problemas de escorrentía e infiltración de lixiviados, convirtiéndose este último en el principal efluente que desemboca en río Macul.

El problema principal radica en la escasa cultura y la poca colaboración del Municipio, cuya deficiencia ha generado que la riqueza natural del estero La Caracas se esté degradando lentamente sin que el Municipio o la Prefectura se manifiesten ante este problema ambiental.

El vertedero municipal del cantón El Empalme, es la principal fuente de contaminante del estero Las Caracas, esto causa degradación de este cuerpo hídrico por lixiviados o filtraciones; falta de capacitaciones al personal para el manejo de basura causa que no se separe los residuos sólidos aprovechables para reducir la contaminación. Desconocimiento para ejecutar un plan de recuperación del material reciclable y elaboración del compostaje que se podría utilizar como abono natural en Parques y Espacios Públicos.

La inexistencia de un Plan de Manejo Ambiental para remediar y revertir la pérdida de ecosistemas acuáticos, espacios verdes y fuentes hídricas; a través de plan de mitigación y prevención de los impactos generados.

1.1.1.1. Pronóstico.

En caso de existir algún tipo de contaminación en el afluente, se determina el tipo de sustancias que están generando dicha alteración, para proponer alternativas de mitigación y remediación del impacto antrópico que lo provoca, así como una serie de acciones que permitan a la comunidad seguir disfrutando de las bondades de la naturaleza a través de este recurso hídrico.

1.1.2 Formulación del problema.

¿Cuáles son los efectos de las actividades antropogénicas realizadas cerca del estero La Caracas que afectan directa e indirectamente la calidad del agua?

1.1.3 Sistematización del problema.

¿Existe parámetros químicos y físicos que indiquen la calidad del agua del estero La Caracas?

¿Existen indicadores de calidad del agua que proporcionen información o describan el estado de la calidad del Estero La Caracas?

¿Se puede mejorar la calidad del agua del estero?

1.2 Objetivos.

1.2.1 Objetivo General.

Evaluar la calidad del agua del estero La Caracas en el cantón El Empalme Provincia del Guayas del año 2016.

1.2.2 Objetivos Específicos.

- Determinar el diagnóstico del estado actual de las aguas del estero La Caracas

- Establecer los parámetros físicos-químicos indicadores de la calidad de agua del estero La Caracas.
- Determinar la calidad del agua del estero La Caracas aplicando índices de calidad.
- Proponer un plan de manejo ambiental para el estero La Caracas.

1.3 Justificación

La presente investigación tiene como propósito diagnosticar el estado actual de la calidad de agua del estero La Caracas y determinar el grado de contaminación que este presenta, producida por actividades antropogénicas, teniendo un marco de referencia como es normativa vigente (EPA, Acuerdo Ministerial 97-A, OMS, Constitución Del Ecuador). Para esto se realizarán prácticas de campo y laboratorio que permitió identificar y analizar parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

Este cuerpo de agua amparan diversidad de organismos que necesitan de sus condiciones naturales para poder subsistir, un estero limpio conlleva a la existencia de vida acuática, a un consumo sano y apto para los seres vivos y a una mejora del entorno natural, agregándole un factor económico significativo a las poblaciones que viven cerca del estero. Entonces, llegar a conocer los cambios en las condiciones naturales de un cuerpo de agua, ayudará a determinar si es apta o no apta para el consumo y la vida.

Es de vital importancia determinar la calidad de agua debido a las situaciones críticas asociadas a los recursos hídricos que se hacen evidentes en el estero La Caracas, así como medir las respuestas de los sistemas acuáticos frente a las diferentes fuentes de contaminación. Esta investigación proporcionará un marco referencial para determinar las variaciones en la calidad del agua, convirtiéndose en una herramienta para futuras investigaciones.

CAPITULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Fundamentación teórica.

2.1.1 La Calidad del Agua.

Se plantea dos definiciones de la calidad de un ambiente acuático, la primera como la composición y el estado de la biota acuática presente en el cuerpo de agua. La calidad presenta variaciones espaciales y temporales debido a factores externos e internos al cuerpo de agua. Mientras que la segunda, es una lista de concentraciones, especificaciones y aspectos físicos de sustancias orgánicas e inorgánicas [4].

2.1.2 Parámetros de calidad de aguas.

2.1.2.1 Parámetros físicos.

Se denominan factores o parámetros físicos a aquellas sustancias que tienen incidencia directa sobre las condiciones estéticas del agua. Los siguientes factores o parámetros que se detallan son analizados tanto in situ como en laboratorio [4].

2.1.2.1.1 Color

Hay que distinguir lo que se llama color aparente, que es el que presenta el agua bruta, del denominado color verdadero, que es el que presenta cuando se ha eliminado la materia en suspensión. El origen del color puede ser de tipo interno (debido a los materiales disueltos, dispersos o suspendidos) o de tipo externo (absorción de las radiaciones de mayor longitud de onda) [5].

Según [5] la coloración de un agua natural “no contaminada” es causada principalmente por:

- Sustancias húmicas, ácidos tánicos, hojas, turba: color café amarillento o pardo
- Fitoplancton, clorofceas: color verde
- Sales de hierro (zonas graníticas o silíceas): color rojizo o pardo
- Macizos no calcáreos: color amarillento
- Macizos calcáreos: color verdoso

2.1.2.1.2 El olor y sabor

Las fuentes de olor y sabor pueden ser naturales o artificiales. En general, los compuestos inorgánicos no producen olor, excepto el cloro, sulfuro de hidrogeno, amoniaco y derivados. En cambio, si suministran determinados sabores, sobre todo ácidos, salados y en su caso metálicos. Los compuestos orgánicos suelen producir tantos olores como sabores. Entre los que comunican malos olores y sabores, destacan los fenoles, clorofenoles, mercaptanos, alquitranes, aldehídos, detergentes, ácidos grasos, índoles. También determinados organismos vivos producen olores y sabores: algas, bacterias, hongos, así como la descomposición de vegetales y animales especialmente tienen malos olores y sabores las aguas residuales domésticas e industriales [5].

2.1.2.1.3 Turbidez.

La turbidez es una propiedad que ayuda a cuantificar la cantidad de luz que atraviesa una columna de agua con partículas orgánicas dispersas (incluyendo algas) y partículas inorgánicas la dispersión de la luz se incrementa con la carga de partículas en suspensión. La turbidez se puede medir en unidades Nefelometrías de turbidez (NTU) pero también se puede medir en Unidades de Turbidez de Jackson (JCU) [6].

La turbidez juega un papel importante en la calidad del agua de consumo humano porque una de las primeras impresiones que se perciben es la transparencia. La turbidez también está compuesta por constituyentes orgánicos e inorgánicos y esas partículas orgánicas pueden contener microorganismos. Por lo tanto, las condiciones de turbidez incrementan la posibilidad de una enfermedad de transmisión hídrica. La turbidez se puede clasificar mediante parámetros físicos, porque produce objeciones estéticas y psicológicas en los consumidores, o mediante parámetros microbiológicos, porque pueden albergar organismos patógenos e impedir la efectividad de la desinfección [6].

2.1.2.1.4 Sólidos totales.

Todos los contaminantes del agua que no sean gases, contribuyen al contenido de sólidos. Los sólidos pueden estar en el agua, bien en suspensión bien en disolución. Algunos sólidos

disueltos se pueden percibir por los sentidos, pero estos se tratan más apropiadamente en la categoría de parámetros químicos [6].

Se clasifican por la distribución del tamaño, el estado, y las características químicas. Los sólidos en el agua de bebida son partículas inorgánicas (sales) con pequeñas concentraciones de materia inorgánica o líquidos inmiscibles. Los iones principales son carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, nitratos, potasio, sodio, magnesio y calcio. La materia orgánica presente en muchas aguas superficiales es la fibra de plantas o sólidos biológicos (bacterias, etc.). Los inorgánicos son arcilla, limo y otros constituyentes del suelo. Estos materiales son a menudo contaminantes naturales que llegan al agua por su acción erosiva al correr sobre ciertas superficies. Las propiedades filtrantes del suelo generalmente significan que los sólidos en suspensión rara vez son un constituyente de las aguas subterráneas [6].

2.1.2.1.5 Temperatura.

Este factor es importante, está relacionado con el oxígeno disuelto (OD) y los cambios de metabolismo de los organismos que habitan en el ecosistema acuático. El aumento en la temperatura disminuye la solubilidad de gases como el oxígeno y aumenta en general las sales [7].

2.1.2.2 Parámetros Químicos.

2.1.2.2.1 Orgánicos

Muchas moléculas orgánicas como petróleo, gasolina, plásticos, plaguicidas, disolventes, detergentes, etc. acaban en el agua y permanecen, en algunos casos, largos períodos de tiempo, porque, al ser productos fabricados por el hombre, tienen estructuras moleculares complejas difíciles de degradar por los microorganismos [8].

2.1.2.2.1.1 Demanda química de oxígeno (DQO)

Es el consumo de oxígeno, mg/l, en la oxidación total de la materia carbonácea. Las condiciones de oxidación facilita la acción combinada de un oxidante fuerte, dicromato, en

medio sulfúrico y la temperatura elevada, durante un tiempo suficiente para completar la oxidación [9].

2.1.2.2.1.2 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅):

La cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos heterótrofos, para transformar la materia orgánica metabolizable de la muestra a examinar, en anhídrido carbónico, agua y productos finales. Se realiza en condiciones aeróbicas, con presencia suficiente de oxígeno libre, desde el comienzo al final de la prueba, midiéndose la acumulación de oxígeno utilizado. El resultado se expresa en milgranos de oxígeno utilizado por litro de agua examinada. El test se conoce como DBO₅ a 20°C, o simplemente DBO. De la evolución temporal de la DBO ejercida, oxígeno absorbido frente al tiempo, se obtiene la DBO₅ y parámetros cinéticos por ajuste de los datos experimentales [9].

2.1.2.2.1.3 Dureza total

Corresponde a la suma de los cationes polivalentes expresados como la cantidad equivalente de carbonato de calcio, de los cuales los más comunes son los de calcio y los de magnesio. Aún no se ha definido si la dureza tiene efectos adversos sobre la salud. Pero se la asocia con el consumo de más jabón y detergente durante el lavado. La dureza está relacionada con el pH y la alcalinidad; depende de ambos [10].

La remoción de la dureza en el tratamiento se lleva a cabo mediante la precipitación con cal o mediante el proceso combinado cal-carbonato, conocido como ablandamiento cal-soda. En términos generales, puede considerarse que un agua es blanda cuando tiene dureza menor de 100 mg/L; medianamente dura, cuando tiene de 100 a 200 mg/L; y dura, cuando tiene de 200 a 300 mg/L (en todos los casos, como CaCO₃). Las normas de calidad no establecen un límite específico para la dureza en el agua para consumo humano [10].

2.1.2.2.1.4 Cloruros

Las aguas superficiales normalmente no contienen cloruros en concentraciones tan altas como para afectar el sabor, excepto en aquellas fuentes provenientes de terrenos salinos o de

acuíferos con influencia de corrientes marinas. En las aguas superficiales por lo general no son los cloruros sino los sulfatos y los carbonatos los principales responsables de la salinidad. A partir de ciertas concentraciones, los cloruros pueden ejercer una acción disolvente sobre ciertas sales presentes en el agua y también sobre algunos componentes del cemento, al impartirles una acción corrosiva y erosionante, en especial a pH bajo [10].

Por sus características químicas y la gran solubilidad de la mayoría de los cloruros, su remoción requiere métodos sofisticados y costosos, muchos de ellos impracticables, especialmente cuando se trata de volúmenes relativamente altos. El método tradicional, que puede resultar más eficiente y práctico, es el de la destilación. Actualmente se está trabajando en este campo para lograr unidades que aprovechen la energía solar y eliminen los cloruros de manera eficiente y a bajo costo [10].

Tomando en cuenta el límite de percepción del sabor de los cloruros en el agua, se ha establecido un límite de 250 mg/L en aguas de consumo, concentración que puede ser razonablemente excedida según las condiciones locales y la costumbre de los consumidores. La OMS considera que por encima de esta concentración, los cloruros pueden influir en la corrosividad del agua [10].

2.1.2.2.1.5 Oxígeno disuelto

Oxígeno libre del agua. Es vital para los peces y otra vida acuática y para la prevención de olores. Tradicionalmente, el nivel de oxígeno disuelto se ha aceptado como indicador más importante de la capacidad de un caudal de mantener vida acuática [11].

Las aguas en su discurrir por los cauces naturales, en ausencia de perturbaciones artificiales, alcanzan concentraciones de oxígeno disuelto próximo a la saturación, en equilibrio con la vida acuática, consumiendo el oxígeno disuelto los organismos vivos y suministrando oxígeno las plantas verdes sumergidas durante el día, a la se produce la reoxigenación [9].

2.1.2.2.1.6 Sulfatos

Los sulfatos son un componente natural de las aguas superficiales y por lo general en ellas no se encuentran en concentraciones que puedan afectar su calidad. Pueden provenir de la

oxidación de los sulfuros existentes en el agua y, en función del contenido de calcio, podrían impartirle un carácter ácido. Los sulfatos de calcio y magnesio contribuyen a la dureza del agua y constituyen la dureza permanente. El sulfato de magnesio confiere al agua un sabor amargo. Un alto contenido de sulfatos puede proporcionar sabor al agua y podría tener un efecto laxante, sobre todo cuando se encuentra presente el magnesio. Este efecto es más significativo en niños y consumidores no habituados al agua de estas condiciones. Cuando el sulfato se encuentra en concentraciones excesivas en el agua ácida, le confiere propiedades corrosivas. La remoción de sulfato puede resultar costosa y requerir métodos complicados, por lo cual es preferible elegir fuentes naturales con niveles de sulfato por debajo de los límites aconsejados [10].

Por sus efectos laxantes, su influencia sobre el sabor y porque no hay métodos definidos para su remoción, la OMS recomienda que en aguas destinadas al consumo humano, el límite permisible no exceda 250 mg/L, pero indica, además, que este valor guía está destinado a evitar la probable corrosividad del agua. Las Guías de Calidad para Agua de Bebida del Canadá recomiendan un máximo de 500 mg/L [10].

2.1.2.2.2 Inorgánicos

En este grupo están incluidos ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo. Si están en cantidades altas pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el agua [8].

2.1.2.2.2.1 pH (Potencial de Hidrógeno)

El pH es un parámetro que mide la concentración de iones hidrógeno presentes en una solución, se trata de una medida de la acidez de la disolución. Se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógenos [12].

2.1.2.2.2.2 Nitrato

El nitrógeno es un nutriente importante para el desarrollo de los animales y las plantas acuáticas. Por lo general, en el agua se lo encuentra formando amoníaco, nitratos y nitritos. Si un recurso hídrico recibe descargas de aguas residuales domésticas, el nitrógeno estará presente como nitrógeno orgánico amoniacal, el cual, en contacto con el oxígeno disuelto,

se irá transformando por oxidación en nitritos y nitratos. Este proceso de nitrificación depende de la temperatura, del contenido de oxígeno disuelto y del pH del agua [10].

En general, los nitratos (sales del ácido nítrico, NO_3) son muy solubles en agua debido a la polaridad del ion. En los sistemas acuáticos y terrestres, los materiales nitrogenados tienden a transformarse en nitratos. Los nitritos (sales de ácido nitroso, HNO_2) son solubles en agua. Se transforman naturalmente a partir de los nitratos, ya sea por oxidación bacteriana incompleta del nitrógeno en los sistemas acuáticos y terrestres o por reducción bacteriana.

El ion nitrito es menos estable que el ion nitrato. Es muy reactivo y puede actuar como agente oxidante y reductor, por lo que solo se lo encuentra en cantidades apreciables en condiciones de baja oxigenación. Esta es la causa de que los nitritos se transformen rápidamente para dar nitratos y que, generalmente, estos últimos predominen en las aguas, tanto superficiales como subterráneas. Esta reacción de oxidación se puede efectuar en los sistemas biológicos y también por factores abióticos [10].

El uso excesivo de fertilizantes nitrogenados, incluyendo el amoníaco, y la contaminación causada por la acumulación de excretas humanas y animales pueden contribuir a elevar la concentración de nitratos en agua. Generalmente, los nitratos son solubles, por lo que son movilizados con facilidad de los sedimentos por las aguas superficiales y subterráneas. Después de la absorción, tanto nitratos como nitritos se distribuyen con rapidez a todos los tejidos [10].

2.1.2.3 Parámetros Microbiológicos.

La verificación de la calidad microbiológica del agua por lo general incluye análisis microbiológicos. En la mayoría de los casos, conllevará el análisis de microorganismos indicadores de contaminación fecal, pero también puede incluir, en algunas circunstancias, la determinación de las concentraciones de patógenos específicos. En ciertos casos, puede ser deseable incluir en los análisis microorganismos más resistentes, como bacteriófagos o esporas bacterianas, por ejemplo cuando se sabe que el agua de origen que se usa está contaminada con virus y parásitos entéricos, o si hay una incidencia alta de enfermedades virales y parasitarias en la comunidad [13].

La calidad del agua puede variar con gran rapidez y todos los sistemas pueden presentar fallos ocasionales. Por ejemplo, la lluvia puede hacer aumentar en gran medida la contaminación microbiana en aguas de origen, y son frecuentes los brotes de enfermedades transmitidas por el agua después de periodos de lluvias. Esta circunstancia debe tenerse en cuenta a la hora de interpretar los resultados de los análisis [13].

2.1.3 Fuentes de contaminación natural y antrópica.

Las principales fuentes de contaminación acuática son las industrias, la agricultura y los desechos domésticos. La descomposición natural de la materia orgánica, acumulada en exceso, causa cambios drásticos en la concentración de oxígeno y valores de pH que pueden ser a veces mortales para los peces. El arrastre de sedimentos por fuertes crecientes enturbian el agua y destruyen el hábitat que sirve de desove y refugio para muchos organismos [12].

2.1.3.1 Contaminación de origen natural.

Por lo común está limitada en el tiempo y en el espacio, ya que suele estar asociada con circunstancias específicas. Debido a que, en este caso, los contaminantes son naturales, con facilidad se integran a los ciclos biogeoquímicos del lugar y se dispersan o se degradan. Esto significa que, en general, este tipo de contaminación no causa problemas a largo plazo ni en sitios muy distantes de su origen [14].

2.1.3.2 Contaminación de origen antrópico.

Esta puede ocurrir por la entrada al ambiente de sustancias naturales en cantidades que rebasan la capacidad de los mecanismos naturales de degradación, o bien, por la entrada de sustancias xenobióticas, para las que estos mecanismos no existen. Actualmente, éste es uno de los tipos de contaminación que causan más problemas en todo el mundo, a corto o largo plazo, y que son más difíciles de controlar [14].

Hay cuatro focos principales de contaminación antropogénica: las industriales, los vertidos urbanos, las procedentes de la navegación y de las actividades agrícolas y ganaderas [8].

2.1.3.2.1 Industria.

Según el tipo de industria se producen distintos tipos de residuos. Normalmente en los países desarrollados muchas industrias poseen eficaces sistemas de depuración de las aguas, sobre todo las que producen contaminantes más peligrosos como metales tóxicos. En algunos países en vías de desarrollo la contaminación del agua por residuos industriales es muy importante [8].

Tabla 1. Principales sustancias contaminantes del sector industrial

Sector industrial	Sustancias contaminantes principales
Construcción	Sólidos en suspensión, metales, pH.
Minería	Sólidos en suspensión, metales pesados, materia orgánica, pH, cianuros.
Energía	Calor, hidrocarburos y productos químicos.
Textil y piel	Cromo, taninos, tensoactivos, sulfuros, colorantes, grasas, disolventes orgánicos, ácidos acético y fórmico, sólidos en suspensión.
Automoción	Aceites lubricantes, pinturas y aguas residuales.
Navales	Petróleo, productos químicos, disolventes y pigmentos.
Siderurgia	Cascarillas, aceites, metales disueltos, emulsiones, sosas y ácidos.
Química inorgánica	Hg, P, fluoruros, cianuros, amoníaco, nitritos, ácido sulfhídrico, F, Mn, Mo, Pb, Ag, Se, Zn, etc. y los compuestos de todos ellos.
Química orgánica.	Organohalogenados, organosilícicos, compuestos cancerígenos y otros que afectan al balance de oxígeno
Fertilizantes	Nitratos y fosfatos. Pasta y papel Sólidos en suspensión y otros que afectan al balance de oxígeno.
Plaguicidas	Organohalogenados, organofosforados, compuestos cancerígenos, biocidas, etc.
Fibras químicas.	Aceites minerales y otros que afectan al balance de oxígeno
Pinturas, barnices y tintas	Compuestos organoestánicos, compuestos de Zn, Cr, Se, Mo, Ti, Sn, Ba, Co, etc. 2.

Fuente: Barba Ho, Conceptos básicos de la contaminación del agua y parámetros de medición, Santiago de Cali: Universidad Del Valle, 2002.

2.1.3.2.2 Vertidos urbanos.

La actividad doméstica produce principalmente residuos orgánicos, pero el alcantarillado arrastra además todo tipo de sustancias: emisiones de los automóviles (hidrocarburos, plomo, otros metales, etc.), sales, ácidos, etc. [8].

2.1.3.2.3 Navegación.

Produce diferentes tipos de contaminación, especialmente con hidrocarburos. Los vertidos de petróleo, accidentales o no, provocan importantes daños ecológicos [8].

Según el estudio realizado por el Consejo Nacional de Investigación de los EEUU, en 1985 se vertieron al mar unas 3.200.000 toneladas de hidrocarburos. A lo largo de la década de los ochenta se tomaron diversas medidas para disminuir la contaminación de los mares y la Academia de las Ciencias de EEUU estimaba que se habían reducido en un 60% los vertidos durante estos años. Se puede calcular que en 1989 se vertieron al océano algo más de 2.000.000 de toneladas. De esta cifra el mayor porcentaje corresponde a las aguas residuales urbanas y a las descargas industriales (en total más del 35%). Otro tercio correspondería a vertidos procedentes de buques (más por operaciones de limpieza y similares, aunque su valor va disminuyendo en los últimos años, que por accidentes) y el resto a filtraciones naturales e hidrocarburos que llegan a través de la atmósfera [8].

Convenios como el Marpol (Disminución de la polución marina procedente de tierra) de 1974 y actualizado en 1986 y otros, han impulsado una serie de medidas para frenar este tipo de contaminación [8].

2.1.3.2.4 Agricultura y ganadería.

Los trabajos agrícolas producen vertidos de pesticidas, fertilizantes y restos orgánicos de animales y plantas que contaminan de una forma difusa pero muy notable las aguas. La mayoría de los vertidos directos, por ejemplo en España (el 65% de los 60 000 vertidos directos que hay), son responsabilidad de la ganadería. Se les llama directos a los vertidos que no se hacen a través de redes urbanas de saneamiento, y por tanto son más difíciles de controlar y depurar [8].

2.1.3.3 Contaminantes biológicos.

Hay diversos organismos que pueden no tener relevancia para la salud pública, pero que no son deseables porque producen sabor y olor. Además de afectar a la aceptabilidad del agua, indican que su tratamiento o el estado de mantenimiento y reparación del sistema de distribución, o ambos, son insuficientes [13].

2.1.3.4 Coliformes Totales.

Se reproducen en el ambiente, proporcionan información sobre el proceso de tratamiento y acerca de la calidad sanitaria del agua que ingresa al sistema y de la que circula en el sistema de distribución. No constituyen un indicador de contaminación fecal [14].

2.1.3.5 Coliformes Fecales.

Se denomina coliformes termo tolerante a ciertos miembros del grupo de bacterias coliformes totales que están estrechamente relacionados con la contaminación fecal. Por este motivo, antes recibían la denominación de coliformes fecales; estos coliformes generalmente no se multiplican en los ambientes acuáticos. Los coliformes termo tolerantes crecen a una temperatura de incubación de 44,5 °C. Esta temperatura inhibe el crecimiento de los coliformes no tolerantes. Se miden por pruebas sencillas, de bajo costo y ampliamente usadas en los programas de vigilancia de la calidad del agua. Las técnicas de análisis más conocidas son la prueba de tubos múltiples y la de filtración con membrana; actualmente el mercado ofrece otras técnicas más avanzadas, pero el empleo de las técnicas tradicionales está aprobado por los estándares internacionales [14].

Bacterias coliformes: De la fiebre tifoidea, cólera, Disentería, gastroenteritis, conjuntivitis.

- **Virus:** Hepatitis, Polio.
- **Protozoos:** Disentería, amebiasis.
- **Gusanos:** Esquistosomiosis.

2.1.3.6 Contaminantes químicos.

Contaminación química de origen natural

2.1.4 Bioindicador.

Son aquellos organismos o comunidades en los que su existencia, características estructurales, funcionamiento y reacciones, dependen del medio en el que se desarrollan y cambian al modificarse las condiciones ambientales [15].

Su presencia y abundancia informan sobre la integridad de los ecosistemas y su estado de conservación. Su uso está cada vez más extendido en las tareas de gestión del medio ambiente, ya que proporcionan una gran cantidad de información de forma rápida y con un coste bastante bajo [16].



Ilustración 1. Complejidad biológica vs respuesta biológica

2.1.4.1 Indicadores biológicos.

Las especies indicadores son aquellos organismos (o restos de los mismos) que ayudan a descifrar cualquier fenómeno o acontecimiento actual (o pasado). Relacionado con el estudio de un ambiente, las especies tienen requerimientos físicos, químicos, de estructura del hábitat y de relaciones con otras especies, a cada especie o población le corresponde determinados límites de estas condiciones ambientales entre las cuales los organismos pueden sobrevivir (límites máximos), crecer (intermedios) y reproducirse (límites más estrechos). En general cuando más estrechos sean sus límites de tolerancia, mayor será su utilidad como indicador ecológico, las especies bioindicadoras deben ser, en general, abundantes, muy sensibles al medio de vida, fáciles y rápida de identificar, bien estudiadas en su ecología y ciclo biológico, y con poca movilidad [12].

2.1.5 Efectos Adversos de la Contaminación.

La contaminación puede causar efectos adversos muy variados, ya sea sobre los organismos aislados (efectos tóxicos), o sobre los ecosistemas y el equilibrio ambiental en general (efectos ecotóxicos) [14].

La contaminación también puede causar efectos adversos de tipo estético, económico, social y político a los que, con frecuencia, no se les da oportunamente la debida atención y han llegado a causar graves problemas socio-políticos [14].

2.1.6 Enfermedades producidas por la contaminación del agua.

Las enfermedades hídricas son aquellas en las que los causantes de la patología sean organismos microbiológicos o sustancias químicas- ingresan al cuerpo como un componente del agua ingerida. La mayoría de los organismos que provocan estas patologías llegan al agua mediante contaminación con excretas humanas y finalmente ingresan al cuerpo a través de la boca. Se manifiestan casi todas como enfermedades entéricas. El síndrome más frecuente es la diarrea. Los agentes etiológicos pueden ser bacterias, virus o parásitos [19].

La falta de agua adecuada para el consumo, es una fuente directa de enfermedades; por lo que, para proteger la salud, no basta con tener agua. La capacidad del agua para transmitir enfermedades depende de su calidad microbiológica [19].

La mayoría de estas enfermedades se pueden prevenir con la mejora del saneamiento público, la provisión de agua limpia y medidas de higiene como lavarse las manos con jabón después de ir al baño o antes de preparar la comida. La construcción de letrinas sanitarias y el tratamiento de las aguas servidas (para permitir la biodegradación de los desecho [19].

Tabla 2. Riesgos de calidad del agua

Parámetros	Orígenes (fuente)	Aspectos sobre el suministrador de agua
Sólidos, turbidez	Desagües y alcantarillado doméstico, escorrentía, urbanos y agrícolas, actividades constructora y minera.	Procesos que se enfrentan al tratamiento de agua. Reducen la efectividad del tratamiento. Protegen a los microorganismos contra desinfectantes, Reducen la capacidad del depósito.
Nutrientes	Lixiviados del sistema séptico, vertidos de plantas de aguas residuales, escorrentías de prados y carreteras, granjas de animales, terrenos agrícolas, paisajes erosionados, lixiviados de terrenos, lluvias (especialmente nitrógeno).	Los nitratos pueden ser tóxicos para niños y fetos no nacidos. Aceleran la eutrofización: alto nivel de algas. Deficiencia de oxígeno disuelto. Incrementa la actividad d. las algas. Intensifican color y turbidez. Formación de subproducto y desinfectante. Problemas de sabor y olor.
Materia orgánica natural (NOM)	Aparición natural; las tierras secas en los cursos de agua tienden a aumentar las concentraciones.	Influye en la disponibilidad de nutrientes. Moviliza los compuestos orgánicos hidrofóbicos. Formulación de subproductos de desinfección

Parámetros	Orígenes (fuente)	Aspectos sobre el suministrador de agua
Contaminantes orgánicos sintéticos	Actividades domésticas e industriales, fugas y derrames, vertidos de aguas residuales, corrientes urbanas y agrícolas, lixiviados, tratamiento y transición de aguas residuales.	Impactos adversos sobre la vida humana y acuática.
Bacterias coliformes	Vertidos domésticos de aguas residuales de alcantarillado, fosas sépticas, corrientes urbanas, granjas animales y parque, goteos de aguas de aves y aplicaciones, a la tierra de residuos animales	Los coliformes fecales son indicadores de contaminación fecal que impone tratamiento para la salud humana con los patógenos microbianos como el <i>Giardia</i> , <i>cryptosporidium</i> y virus.
Metales	Actividades industriales y aguas residuales	Efecto adverso para la vida acuática y la salud pública.
Aceite y grasas	Corriente de agua conteniendo queroseno aceites lubricantes y automóviles, corrientes de gasolineras, industrias domésticas, alcantarillado comercial e industrial as como alcantarillado institucional, residuos alimentación y aceite de aceite.	Interfieren con el tratamiento de residuos biológicos causando problemas de mantenimiento. Interfieren en la vida acuática. Impacto estético Asociados con los hidrocarburos en su impacto con la salud.
Sodio	Tratamiento de heladas y nieves en carreteras y almacenamiento de sal.	Alta presión sanguínea y enfermedades del
Productos tóxicos	Agricultura, cuidado de prados, zonas industriales, carreteras y aparcamientos, aguas residuales.	Tóxicos para el hombre y la vida acuática.
Estética	Sabor y olor: productos químicos industriales, algas metabólicas, NOM, urea. Color: metales, NOM, algas AOC. Turbidez: sólidos y algas manchas: metales	Problemas estéticos. Reduce la confianza del público en la seguridad del agua suministrada.
Algas	Vertidos de plantas de aguas residuales, sistemas sépticos, lixiviados de terreno y campos, escorrentía urbana y agrícola, precipitaciones.	Sabor y olor. Algunas especies de algas son tóxicas para la vida acuática.
Oxígeno disuelto	Materia orgánica, vertidos de aguas residuales, escorrentía, consumo para la vida acuática y por las sustancias químicas.	Problemas de tratamiento de agua. Desprendimiento de hierro y manganeso. Problemas de sabor y olor. Amoniac.

Fuente: R. D. Letterman, Calidad y tratamiento del agua: manual de suministros de agua comunitaria, España: McGraw-Hill Interamericana de España, 2002.

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Localización del área de Estudio.

El Empalme, es uno de los 25 cantones de la Provincia del Guayas, Tiene una superficie total de 66.258 hectáreas. Es el quinto cantón de la Provincia del Guayas con 74.451 habitantes. A 167 km. de Guayaquil se encuentra su cabecera cantonal. Su temperatura mínima es de 21°C y máxima de 26°C y su precipitación promedio anual es de 1600 - 3200mm. En el territorio del cantón se levanta una serie de colinas y cerros de poca altura. El río Daule recorre el oeste del Cantón. Sus afluentes principales son: Congo, Macul y Peripa. Posee un agradable clima tropical con temperaturas medias.

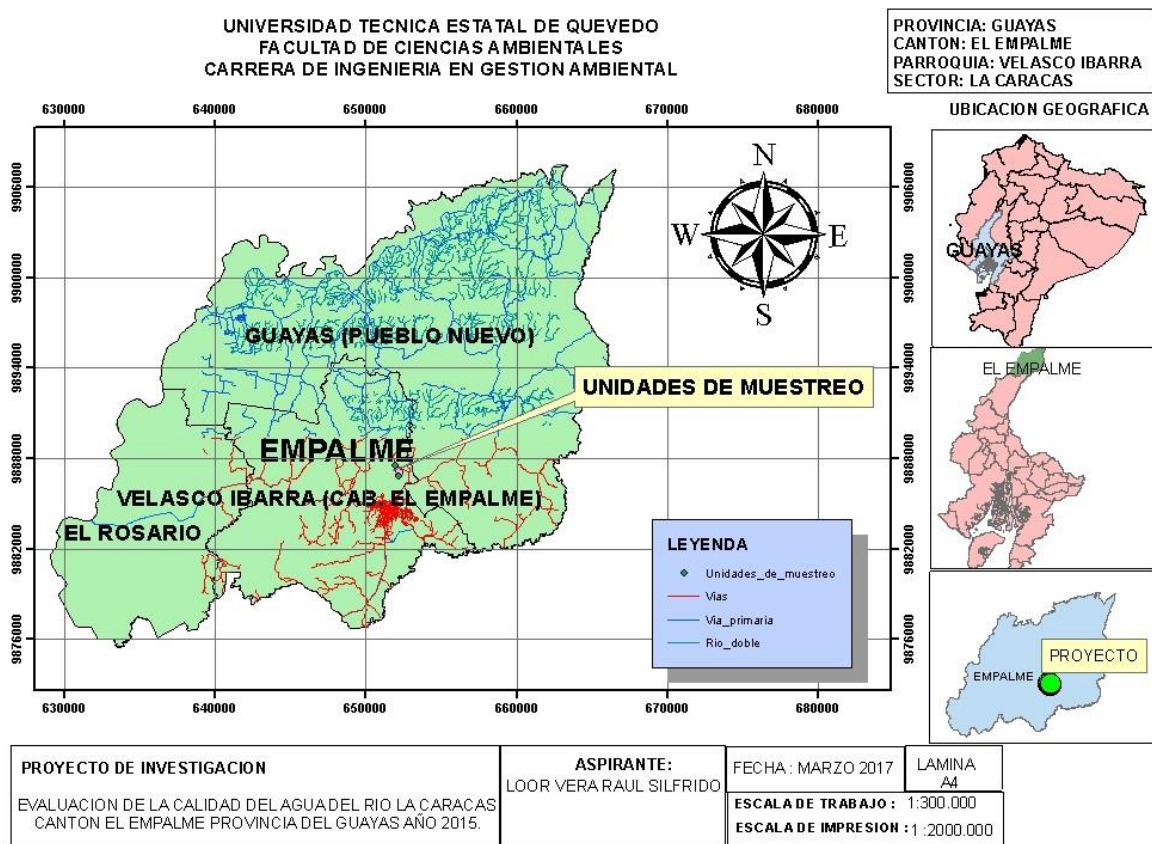


Ilustración 2. Mapa de localización de los puntos de muestreo
Elaborado por: Autor

3.1.1 Identificación puntos de muestreo.

Para determinar los principales indicadores (parámetros fisicoquímicos básicos), de la calidad del agua del estero La Caracas; se tomó como punto de referencia la fuente difusa más cercana (vertedero de residuos municipal), donde se identificaron dos puntos de muestreo. El primero ubicado 100 metros aguas arriba del punto y el segundo 100 metros aguas abajo del punto de referencia.

Tabla 3. Coordenadas puntos de muestreo

Lugar	Coordenadas UTM	
	Longitud E	Latitud N
Punto 1	651972	9887521
Punto 2	552101	9887047

Elaborado por: Autor

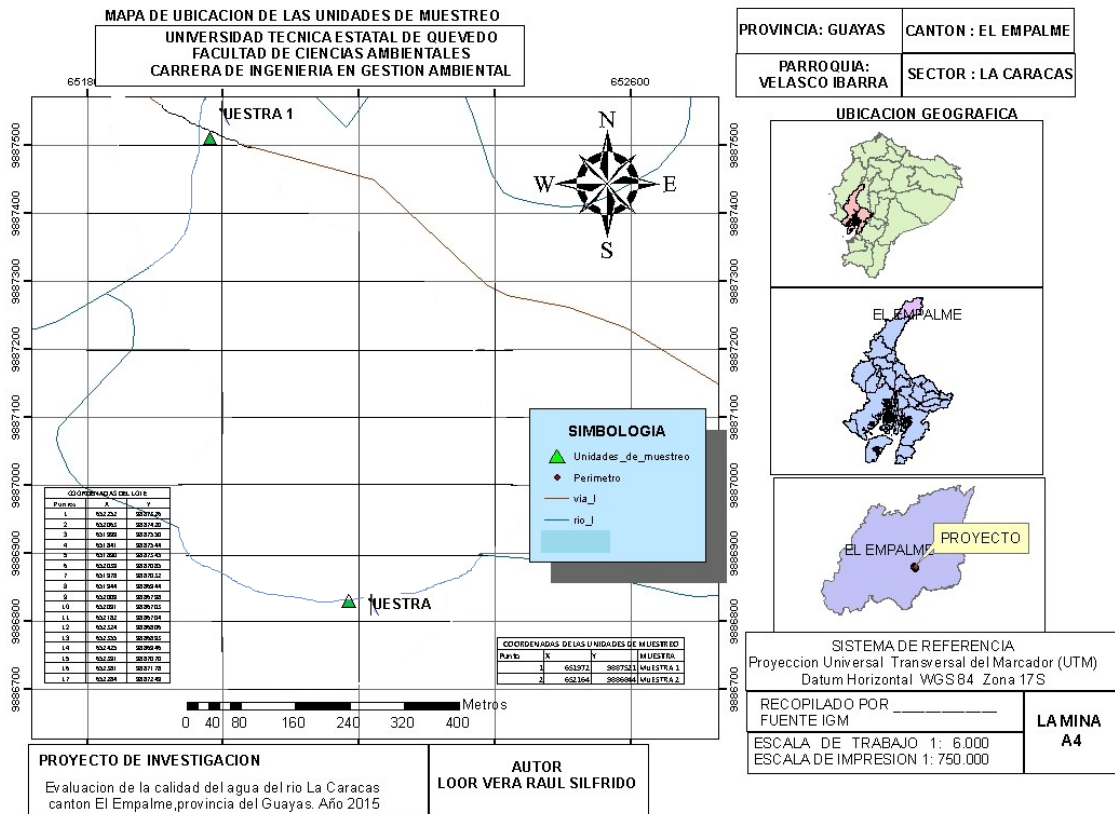


Ilustración 3. Mapa de localización de los puntos de muestreo

Elaborado por: Autor

3.2 Tipo de Investigación.

3.2.1 Investigación descriptiva.

La investigación descriptiva se guía por las preguntas de investigación que se formula el investigador; cuando se plantean hipótesis en los estudios descriptivos, estas se formulan a nivel descriptivo y se prueban dichas hipótesis, la investigación descriptiva se soporta principalmente en técnicas como la encuesta, la entrevista, la observación y la revisión documental (Bernal, 2006).

3.2.2 Investigación diagnóstica.

La investigación se inició con la realización de un diagnóstico, que permitió conocer la situación real del agua del estero La Caracas fue necesario levantar la mayor cantidad de datos posibles todos son necesarios y nunca están de más siempre y cuando estén acorde a lo planificado en la investigación.

3.2.3 Investigación exploratoria.

La utilización de la investigación exploratoria propicio la obtención de resultados que servirán de precedente o punto de partida para otros estudios relacionados con la calidad del agua del estero La Caracas. Este tipo de investigación fue de gran utilidad para la comprensión y estudio de la calidad del agua del estero.

3.3 Métodos de investigación.

En el proceso de investigación se utilizaron los métodos teóricos:

Para la identificación las fuentes de contaminación del estero La Caracas se utilizó el método de la observación directa, y herramientas de apoyo como cámara fotográfica, encuestas y libretas de apuntes, el cual permitió identificar las fuentes de contaminación más relevantes, como el vertidos del botadero municipal así como las de menor magnitud. Se realizó un diagnóstico de las condiciones sociales y ambientales características del área de influencia del estero La Caracas, se pudo conocer la opinión por parte de las personas que laboran en el botadero.

Método de observación, consistió en ir y determinar visualmente la fuente de contaminación tanta agua arriba y agua abajo del punto de impacto que permitió establecer la realidad y percepción directa del objeto de investigación. Se pudo conocer la opinión por parte de las personas que laboran cerca de este sector, y de las personas que visitan el estero para fines recreativos.

Método analítico-sintético, con la finalidad de analizar y sintetizar los resultados obtenidos en la aplicación de los diferentes instrumentos, así como de los análisis de laboratorio y del procesamiento estadístico de la calidad del agua para luego poder realizar las generalizaciones necesarias relacionadas con el estudio de la calidad del agua del estero La Caracas.

Método inductivo-deductivo, que posibilitó a partir del problema de la calidad del agua en el estero La Caracas, formular los objetivos, así como arribar a conclusiones relacionadas con la calidad del agua del estero.

3.4 Fuentes de recopilación de información.

Para efecto de esta investigación se utilizaron las siguientes fuentes bibliográficas:

- Fuentes primarias: Toma de muestras periódicas de los parámetros fisicoquímicos requeridos para determinar la calidad del agua del estero Las Caracas.
- Fuentes secundarias: Libros, normativa nacional e internacional vigente, artículos y revistas científicas, informes, documentos online, entre otros.

3.5 Diseño de la investigación.

Los métodos y procedimientos que se aplicaron en esta investigación están basados en una serie de técnicas que permitieron alcanzar los objetivos propuestos.

3.5.1 Recolección de muestras de agua y análisis de los parámetros Fisicoquímico básicos.

En primera instancia, se realizó una observación de campo que permitió establecer las estaciones de muestreo, situar los puntos antes y después asentamientos humanos, afluentes y tipificación de zonas (ganadera, agrícola o zonas de influencias).

Por la cercanía del estero La Caracas con el botadero municipal de residuos, se tomó este punto como referencia, a partir de este se recolectaron muestras a 100 m hacia arriba y 100

m hacia abajo siguiendo la corriente del cauce. El muestreo se efectuó durante tres semanas consecutivas correspondiente a los meses de abril y mayo.

Las muestras se tomaron in situ en los puntos de muestreo identificados posteriormente, a una profundidad de 30 centímetros, y se depositaron en recipientes plásticos herméticos y debidamente esterilizadas, las mismas que estaban identificadas con fecha, día, hora y el punto estratégico en que fueron tomadas. Además, se trasladaron hasta el laboratorio en menos de 24 horas y con el debido cuidado para que no exista algún tipo de cruce bacteriológico que afecte los resultados de la investigación.

Tabla 4. Modelo de preservación de la muestra

Parámetro	Envase	Tamaño mínimo de muestra, ml	Tipo de muestra	Preservación	Tiempo máximo de conservación Recomendado/Regulado
Conductividad Eléctrica	P, V	100	p, c	Análisis inmediato	No requerido
Color Real	V	500 ml	p, c	Refrigeración	24 horas
Turbidez	P o V	100 ml	p, c	refrigeración	Analizar a la brevedad, máx. 20 horas
Sólidos Totales	P o V	200 ml	p, c	refrigeración	de preferencia 24 horas, máximo 7 días
Sólidos disueltos Totales	P o V	200 ml	p, c	refrigeración	de preferencia 24 horas, máximo 7 días
Potencial de Hidrógeno	P o V	En terreno 100 ml (análisis en lab.)	p	En terreno Si en algún caso particular, se determina en laboratorio, debe informarse como tal.	de inmediato
Oxígeno Disuelto	P o V	En terreno 100 ml (análisis en lab.)	p	En terreno Si en algún caso particular, se determina en laboratorio, debe informarse como tal.	de inmediato
Fosfatos				refrigeración	24 horas
Nitratos	P o V	100 ml		refrigeración y agregar 2 ml. de H ₂ SO ₄	48 horas
DBO				Mantener muestras bacteriológicas refrigeradas durante el transporte, a T° ≤ 10 ° C evitando el congelamiento. Una vez recibidas en laboratorio refrigerar entre 1– 4 ° C, salvo si se analizan inmediatamente.	
Coliformes Fecales	P o V estéril	200 ml			20 horas (3)

P = envase de plástico (polietileno o equivalente); V = envase de vidrio; p = puntual; c = compuesta.
FUENTE: Standard Methods, for the Examination of Water and Waste Water, 2005

Para efecto de estudio se realizaron análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos básicos, durante tres semanas consecutivas en los dos puntos de muestreos seleccionados con anterioridad (Total 27 muestras). Los análisis de los parámetros descritos en la tabla 4 se efectuaron en el Grupo Químico de Marco, Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE) mediante el método de referencia: (Standard Methods, Ed.22, 2012).

3.5.1.1 Análisis comparativo con legislación vigente

Los resultados obtenidos en la caracterización se compararon con los estándares ambientales establecidos en las tablas correspondientes al “Criterios de calidad para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios” Anexo 1, acuerdo Ministerial 97A). Además se utilizarán también los estándares internacionales de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA) y OMS, debido a que la normativa local no proporciona los límites o rangos aceptables para los parámetros considerados en la investigación.

Tabla 5. Comparación de parámetros fisicoquímicos básicos

Parámetros Fisicoquímicos	Unidad De Medida	Acuerdo 097 ^a	EPA	OMS
Conductividad Eléctrica	mg/l	-	-	-
Color Real	-	-	15	5
Turbidez	µS/cm	-	-	-
Sólidos Totales	mg/l	-	-	-
Sólidos disueltos Totales	°C	Max incremento de 10% de la condición natural	-	-
Potencial de Hidrógeno	mg/l	6,5 - 9	6,5- 8,5	6.5-9.2
Oxígeno Disuelto	mg/l	>80	4	-
Fosfatos	mg/l	-	-	-
Nitratos	mg/l	13	10	50
DBO	mg/l	20	3	-
Coliformes Fecales	mg/l	-	-	-

3.5.1.2 Aplicación de índice calidad de agua

La calidad de agua para consumo se estableció según el siguiente criterio: calidad de agua (GWQI) propuesta de (Vasanthavigar, Srinivasamoorthy, & Vijayaragavan, 2010), pero con la adaptación empleada por (Deepak, 2013), el cual utiliza la ecuación (1):

$$GWQI = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i W_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde, Q_i es el valor o índice de calidad para cada parámetro, y W_i es el peso de uno de los parámetros considerados.

El índice norteamericano (Dinius, 1987), se empleó con el promedio geométrico ponderado según el siguiente arreglo (2):

$$ICA (NSF, Dinius) = \left(\prod_{i=1}^n I_i \right) W_i \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde, I_i es el subíndice del parámetro i , y W_i es el peso relativo o porcentaje asignado al parámetro i . en la Tabla 6 se observan los pesos relativos y la clasificación que considera cada índice Parámetro Dinius (1987)

El muestreo y los análisis correspondientes en el laboratorio se realizarán de acuerdo a las directrices y recomendaciones establecidas en las normas NTE 2169, 2176 y 22,26 del Instituto Ecuatoriano de Normalización del Ecuador (INEN), y en los Standard Methods, edición actualizada.

Tabla 6. Pesos relativos asignados a los parámetros que conforman los ICA

Índice	Estados Unidos		Colombia
	ICA	ICA	ICAUCA
Parámetro	NSF (1970)	Dinius (1987)	2004
Oxígeno Disuelto	0,17	0,109	0,21
pH	0,11	0,077	0,08
DBO	0,11	0,097	0,15
Nitratos	0,1	0,09	-
Coliformes Fecales	0,16	0,116	0,16
Temperatura	0,1	0,077	-
Turbiedad	0,08	-	0,07

Índice	Estados Unidos		Colombia
	ICA	ICA	ICAUCA
Parámetro	NSF (1970)	Dinius (1987)	2004
SDT	0,07	-	0,07
Fosforo Total	-	-	0,08
Conductividad	-	0,079	-
Sólidos Suspendidos	-	-	0,05
Color	-	0,063	0,05
Nitrógeno Total	-	0,074	0,08
Cloruros	-	-	-
Coliformes Totales	-	0,09	-
Alcalinidad	-	0,063	-
Dureza	-	0,065	-
Fosfatos	0,1	-	-

Elaborado por: Autor

Tabla 7. Rangos de clasificación del ICA. Multiplicativo en función del uso del agua

NSF (1970)		Dinius (1987)		Color
Rango	Criterio	Rango	Criterio	
91-100	Excelente	91-100	Excelente	
71-90	Buena	81-90	Buena	
51-70	Regular	51-80	Regular	
26-50	Mala	41-50	Mala	
0-25	Muy mala	0-40	Muy mala	

3.6 Tratamiento de Datos.

3.6.1 Diagnóstico del estado actual de las aguas del estero La Caracas

Se visitó las inmediaciones del área de estudio para evaluar el perímetro en estudio y verificar lo que sucede en el estero La Caracas. Uno de los propósitos de este diagnóstico, era establecer parámetros físicos y químicos que sirvan como indicadores de la calidad del agua del sitio en estudio. Además conocer las condiciones socio ambiental del sector para lo cual se procedió a realizar recorridos de esta manera saber las causas que han dado lugar a las actuales condiciones del estero La Caracas.

3.6.2 Parámetros físicos-químicos indicadores de la calidad de agua del estero La Caracas.

En los puntos previstos de muestreo, se recogió las muestras en recipientes esterilizados en 1000 ml de agua para que sean analizadas en el laboratorio GRUPO QUÍMICO MARCOS. Se evaluó a través de un análisis factorial las nuevas variables seleccionadas con respecto a cada uno de los puntos de muestreo y se determinó la correlación existente entre ellas, luego se realizó un análisis de conglomerado (clúster) donde agrupó las variables que se correlacionan indicando su similitud.

3.6.3 Calidad del agua del estero La Caracas aplicando índices de calidad.

Para la toma de las muestras, así como para los análisis que se realizaron en el laboratorio, se consideraron las directrices y recomendaciones establecidas en las normas NTE 2169, 2176 y 2226 del Instituto Ecuatoriano de Normalización del Ecuador (INEN), y en los Standard Methods, edición actualizada.

Los parámetros físicos, químicos y biológicos para los procesos de captación, tratamiento, distribución y consumo fueron analizados en el laboratorio. La calidad del agua se estableció de acuerdo al índice de DINIUS (basado en análisis fisicoquímicos y microbiológicos del laboratorio), tomando como referencia aguas arriba y aguas abajo del vertedero municipal.

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos durante el análisis de laboratorio se utilizó el software estadístico Minitab, en el cual se efectuó un análisis de componentes principales para definir la relación existente entre las variables y realizar una extracción de los datos de acuerdo a acuerdo al criterio metodológico de la máxima varianza.

3.6.4 Plan de manejo ambiental para el estero La Caracas.

La propuesta de Plan de Manejo Ambiental, con la finalidad de remediar y revertir la pérdida de ecosistemas acuáticos, áreas de recreación y fuentes de agua; a través de un plan de mitigación y prevención de los impactos encontrados, se sintetiza en un programa requerido, su tiempo de implementación, responsables, indicadores para verificar el avance y/o metas y el presupuesto de ejecución.

3.6.5 Aplicación de funciones de transformación

Se seleccionaron las variables más discriminantes del análisis de conglomerado, donde se relacionó la magnitud (promedio de concentraciones del análisis de los parámetros físico-químicos básico) de variables con gráficos de funciones de la calidad del agua para evaluar el índice de calidad de este recurso hídrico.

3.7 Materiales y Equipos.

Los materiales utilizados en la investigación de campo al igual que los de laboratorio y oficina, así como los instrumentos, software y bases de datos se detallan a en la tabla 8.

Tabla 8. Materiales y equipos utilizados en la investigación

1.- De campo	2.- De laboratorio
Frascos esterilizados Carpetas Agenda Bolígrafos Cámara filmadora	Reactivos para análisis de aguas Espectrofotómetro Placas Petri Potenciómetro WTW Conductivímetro WTW Oxidímetro WTW Pipeta Vaso de precipitación
3.- De oficina	4.- Software
Computadora Útiles de oficina Pendrive Impresora Multifuncional Libros	AutoCad 2013 Minitab

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Diagnosticar la situación actual de la calidad del agua del estero La Caracas

Se procedió a visitar las inmediaciones del área de estudio para evaluar el perímetro en estudio y verificar lo que sucede en el sitio experimental. Uno de los propósitos de este diagnóstico, era establecer parámetros físicos y químicos que sirvan como indicadores de la calidad del agua del sitio en estudio. Además conocer las condiciones socio ambiental del sector para lo cual se procedió a realizar recorridos de esta manera saber las causas que han dado lugar a las actuales condiciones del estero La Caracas.

Posteriormente Se pudo constatar que el problema principal consiste que las riberas del Estero La Caracas se encuentran próximas al vertedero municipal de residuos sólidos, el cual desprende una serie de sustancias volátiles y lixiviadas producto de la descomposición de materias orgánicas, las cuales estarían filtrándose y causando una posible contaminación del afluente. Además, existen vertidos directos de hidrocarburos, debido a que muchos ciudadanos acuden a lavar vehículos motorizados en las orillas del río.

Con los resultados obtenidos en el presente diagnóstico se pretende implementar planes de mejoras si el caso lo amerita.

4.2 Análisis de parámetros fisicoquímicos del estero La Caracas.

Los resultados del análisis de parámetros fisicoquímicos se compararon con los valores de referencia de la normativa nacional e internacional: Acuerdo ministerial N° 097; (TULSMA); (EPA, 2013); (OMS, 2006), criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces.

Tabla 9. Valores de análisis fisicoquímicos básicos del estero Las Caracas

Parámetros	Unid.	AGUAS ARRIBA			AGUAS ABAJO			Mediana	Desviación Estándar	Acuerdo 097 ^a	EP A	OM S
		M1	M2	M3	M1	M2	M3					
Conductividad Eléctrica	us/cm	110,8	80,7	95,7	96,9	92,2	111	97,9	11,6	-		
Color Real	UCIPt	38	56	52	35	58	40	46,5	10,0	-	15	5
Turbidez	NTU	15	15,6	5,57	15,5	9,66	13,3	12,4	4,0	-		
Sólidos Totales	mg/l	230	60	160	100	150	160	143,3	58,2	-		

Sólidos disueltos Totales	mg/l	55	41	59	49	50	56	51,7	6,4	Max incremento de 10% de la condición natural		
Potencial de Hidrógeno	-	7,31	6,77	7,11	6,97	7,2	7,14	7,1	0,2	6,5 - 9	6,5-8,5	6.5-9.2
Oxígeno Disuelto	mg/l O ₂	7,82	3,37	6,15	8,67	6,81	7,73	6,8	1,9	>80	4	
Fosfatos	mg/l	0,74	1,26	0,79	1,01	1,01	0,36	0,9	0,3	-		
Nitratos	mg/l	3,54	2,21	3,1	0,44	3,1	4,43	2,8	1,4	13	10	50
DBO	mg/l O ₂	2	11	1	12	3	2	5,2	5,0	20	3	
Coliformes Fecales	NMP/100ml	7	56	3	44	2	20	22,0	22,9			-

Elaborado por: Autor

En el punto de muestreo ubicado aguas arriba del vertedero municipal se presentaron mayores concentraciones de los parámetros fisicoquímicos analizados, incluso la concentración de oxígeno disuelto durante la segunda fecha de muestreo presentó menos del 0% de saturación establecido en el acuerdo ministerial **097^a** anexo 1, esto se relaciona con la presencia excesiva de materia orgánica (lechuguín), originando el proceso de eutrofización, en el cual la abundancia de plantas y otros organismos consumen el oxígeno del agua generando malos olores y pérdida de la vida acuática [15].

La mayoría de muestras recolectadas demostraron que el agua presenta un pH levemente ácido.

4.2.1 Tabulación e interpretación de análisis estadístico.

4.2.1.1 Método de extracción: Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales permitió establecer dos números enteros superiores a 1, que satisfacen el criterio metodológico para identificar factores (>1). Estos componentes acumulan el 84,70% de la variabilidad total de los datos (ver tabla 10), con un 61,10% el primer conjunto de datos proporciona la máxima varianza.

Tabla 10. Varianza total explicada. Método de extracción: análisis de componentes principales.

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	6,721	61,103	61,103	6,721	61,103	61,103	5,490	49,907	49,907
2	2,596	23,602	84,705	2,596	23,602	84,705	3,828	34,797	84,705
3	0,918	8,348	93,052						
4	0,595	5,407	98,459						
5	0,170	1,541	100,000						

Elaborado por: Autor

Las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos de calidad de agua utilizados en esta investigación (total 66 muestras), permito analizar y comprimir la estructura de datos multivalente, con lo cual se realizó una extracción de datos para posteriormente realizar un análisis de Clúster

4.2.1.2 Componentes rotados

Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser, indica que existe formación de dos componentes principales que se muestran en la tabla 12.

Tabla 11. Matriz de componente rotado

Parámetros	Componente	
	1	2
Conductividad Eléctrica	0,453	0,877
Color Real	0,228	-0,955
Turbidez	-0,748	0,406
Sólidos Totales	0,759	0,537
Sólidos Disueltos Totales	0,793	0,467
Potencial De Hidrógeno	0,777	0,505
Oxígeno Disuelto	0,162	0,870
Fosfatos	-0,585	-0,648
Nitratos	0,794	0,075
DBO	-0,984	-0,138
Coliformes Fecales	-0,946	-0,132

a. La rotación ha convergido en 3 iteraciones.

Elaborado por: Autor

El primer componente está formado por la correlación positiva entre sólidos disueltos totales, sólidos totales, potencial de hidrógeno y nitratos; mientras, turbidez, DBO y Coliformes fecales presentaron una correlación negativa entre sí. El segundo componente está formado por la interacción positiva entre conductividad eléctrica y oxígeno disuelto; mientras, color presentó una correlación negativa.

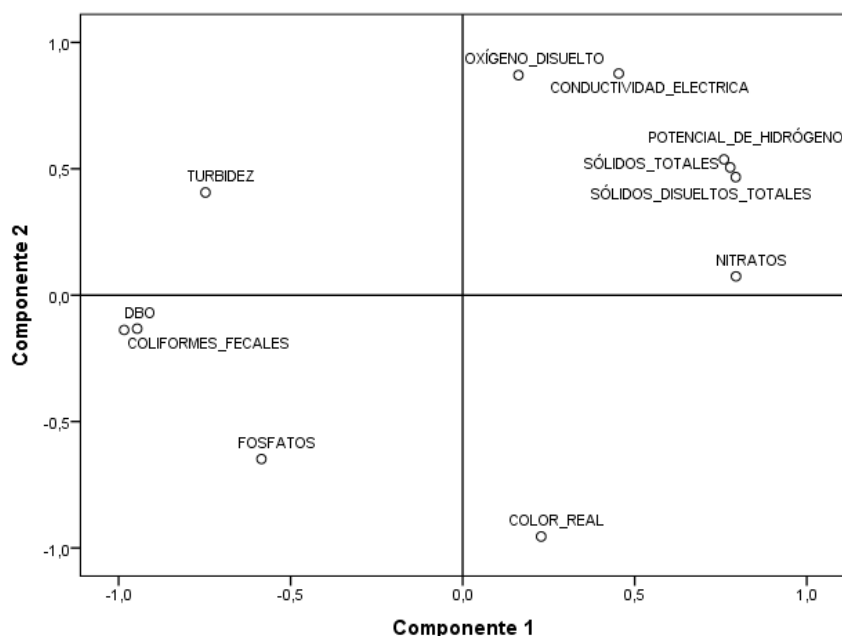


Gráfico 1. Componente en espacio rotado
Elaborado por: Autor

Se aprecia que en la parte derecha del gráfico existe una nube de puntos con una correlación positiva importante referente al componente uno, que representa un 61,10% de la varianza total explicada. Correspondiendo con las variables; entre sólidos disueltos totales, sólidos totales, potencial de hidrógeno y que a su vez están relacionadas negativamente con la DBO y Coliformes fecales. Por otro lado, en lo referente al componente dos, que representa un 23,602% de la varianza total explicada, se observa que la conductividad eléctrica y oxígeno disuelto presentan una mayor relación. El resto de parámetros no constituye un factor limitante en el análisis estadístico de calidad de agua del estero La Caracas.

4.2.1.3 Análisis de Clúster

En el gráfico 2 se muestra el análisis de clúster jerárquico aglomerado de las estaciones de los parámetros de calidad de agua monitoreados en el estero La Caracas.

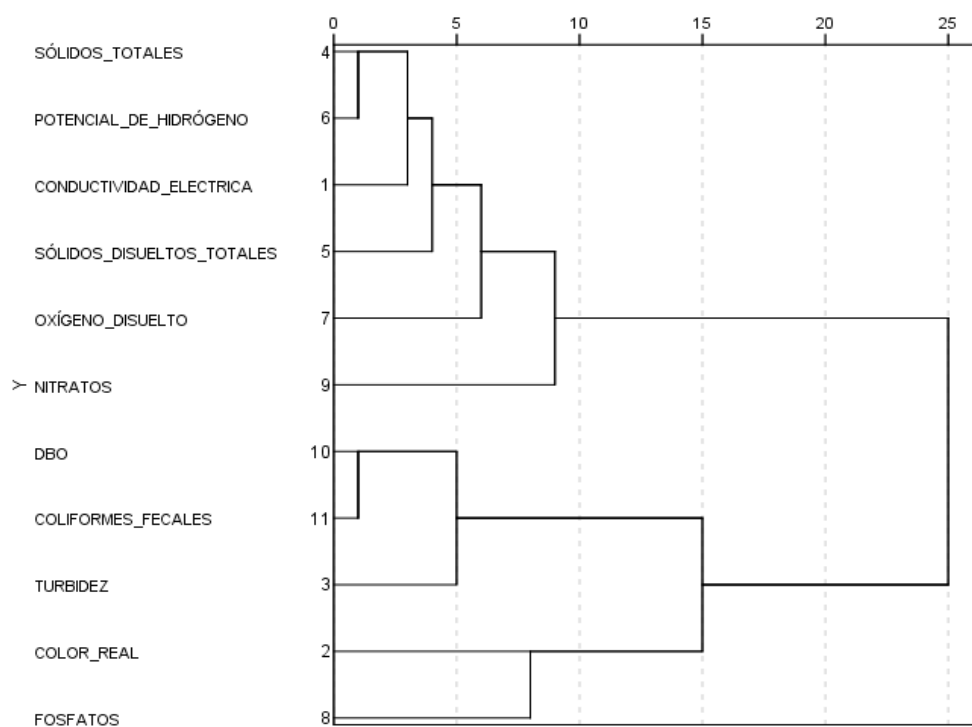


Gráfico 2. Dendrograma
Elaborado por: Autor

El análisis indica que existió la mayor correlación entre parámetros ocurrió entre sólidos disueltos totales y potencial de hidrógeno (95,7%), entre DBO y Coliformes fecales (92,4%); mientras el color y turbidez presentaron la correlación más baja (10,1%).

4.3 Índices de calidad de agua.

En la tabla 12 se muestra los índices estadounidenses seleccionados para determinar la ICA del estero La Caracas, con su respectivo criterio de calidad.

Tabla 12. Resultados de los Índices de calidad de agua

Puntos de muestreo	Cant. muestreos	Índices de calidad de agua			
		NSF		Dinius 1987	
		Valor	Criterio	Valor	Criterio
Aguas Arriba	M1	83	Buena	86	Buena
	M2	68	Regular	67	Regular
	M3	88	Buena	90	Buena
Aguas Abajo	M1	76	Buena	77	Regular
	M2	85	Buena	86	Buena
	M3	80	Buena	84	Buena

Elaborado por: Autor

La calidad del agua de acuerdo al índice de DINIUS (basado en análisis fisicoquímicos y microbiológicos del laboratorio), tomando como referencia aguas arriba y aguas abajo del vertedero municipal, fue de buena calidad para el estero La Caracas, a excepción de dos muestreos donde su calidad para uso general disminuyó a regular. Los resultados fueron similares a los registrados con el índice NSF a excepción de que solo un punto muestreo durante la segundo fecha muestreo la calidad disminuyo de bueno a regular.

4.4 Plan de manejo ambiental para el estero “La Caracas”

4.4.1 Diagnóstico del vertedero municipal del cantón El Empalme.

El método de observación fue utilizado para visitar las inmediaciones del estero La Caracas. Este diagnóstico, permitió conocer las condiciones socio ambiental del sector para lo cual se procedió a realizar recorridos aguas arriba y aguas abajo del curso de agua y comprobar la situación que ha dado lugar a las actuales condiciones del estero La Caracas.

El botadero de basura en el Cantón El Empalme es a cielo abierto y es hábitat de fauna nociva transmisora de múltiples enfermedades. Se pudo concluir que allí no existe ningún tipo de control sanitario ni se impide la contaminación del ambiente; el aire, el agua y el suelo son deteriorados por la formación de gases y líquidos lixiviados, quemas y humos, polvo y olores nauseabundos que representan un peligro para la salud y la seguridad de los pobladores de la zona.

A la par de esto, y para mayor certeza se realizó una entrevista al técnico encargado del cierre técnico de vertedero municipal, Ing. Luis Cueva Barcia, donde se identificaron los siguientes impactos negativos relacionados a esta actividad:

- Emanación de olores por la descomposición de materia orgánica
- Alteración de las propiedades fisicoquímicas del agua
- Proliferación de ratas y vectores causantes de enfermedades epidemiológica
- Disminución de la fauna acuática
- Degradación paisajística
- Destrucción de habita para mamíferos y aves.

4.4.1.1 Instalación

La ubicación actual del vertedero municipal, no tiene un valor ecológico; pero se concibe a mediano o largo plazo, de haber efectuado el cierre técnico, un plan para cumplir con meta. Además, en este lugar y zonas aledañas se rescatan algunas especies silvestres de flora y fauna.

Unos de los principales problemas ambientales, están relacionados con el proceso de filtración y escorrentía de lixiviados y agentes contaminantes debido que esta zona presenta pendientes pronunciadas. A pesar de que en la zona de influencia, las personas se abastecen con tanqueros, el agua del estero Las Caracas se utiliza para otras actividades, como el riego.

4.4.1.2 Funcionamiento

Actualmente, se está construyendo una celda emergente, y se proyecta la gestión adecuada de los residuos peligrosos, a través de la contratación de un Gestor Ambiental Autorizado. Debido a las inobservancias relacionada con la gestión de la disposición final de lo residuo en el vertedero municipal, se lleva a cabo un cierre técnico, puesto que no poseen un plan de control de posibles lixiviados o filtraciones; ni se ejecutan capacitaciones al personal para el manejo de lo mismo. Además el GADM del empalme dentro de su jurisdicción no procederá a la creación de otro botadero o vertedero a cielo.

Posteriormente se proyecta ejecutar un plan de recuperación del material reciclable y elaboración del compostaje que se utilizará en el ornato de Parques y Espacios Públicos de la Ciudad a través Proyecto Mancomunado Mundo Verde. Además, el Plan del Gobierno, contempla la inclusión laboral con la organización de Recicladores y la participación continua de la Comunidad.

4.4.1.3 Clausura

Luego de haber culminado el cierre técnico del vertedero municipal, se incorporará una cobertura vegetal, a través Proyecto Mancomunado Mundo Verde.

4.4.2 Propuesta

En la tabla 13, se presenta una propuesta de Plan de Manejo Ambiental, con la finalidad de remediar y revertir la pérdida de ecosistemas acuáticos, áreas de recreación y fuentes de agua; a través de un plan de mitigación y prevención de los impactos encontrados, el cual sintetiza el tipo de programa requerido, su tiempo de implementación, responsables, indicadores para verificar el avance y/o metas y el presupuesto de ejecución.

Tabla 13. Matriz estructural del plan de manejo ambiental

P M A	Medida	Problem a ambiant ales	Proyecto	Temp o de imple menta ción	Responsabl e	Indicad ores	Actividades	Medida s de certific ación
PREVENCIÓN	Control y Monitoreo de Lixiviados.	Contaminación del agua por filtración y escurrimiento de agentes contaminantes provenientes del vertedero municipal.	Construcción de barreras impermeables y zanjas de interceptación Monitoreo parámetro fisicoquímicos, microbiológico de calidad de agua y Lixiviados	Inmediata 1 mes	GAD Municipal del cantón El Empalme - GAD Municipal del cantón El Empalme - UTEQ	Barreras impermeables y zanjas de interceptación, 2017 Nº monitoreo realizados e identificación de macroinvertebrados acuáticos en el estero de estudio, 2017	Para construir la barrera y se usaran zanjas, cortinas o placas, localizadas en la pendiente ascendente o alrededor del perímetro del relleno sanitario. Realizar periódicamente monitoreo de la calidad de las aguas subterráneas superficiales	- Factura - Informe técnico - Fotografías - Análisis del laboratorio Informe técnico - Fotografías
	Control de Riesgos Laborables.	Enfermedades gastrointestinales, dérmicas y epidemiológicas	Dotación de Implementos de Seguridad Personal.	1 mes	Técnico responsable del vertedero municipal	Cantidad de implementos de seguridad, 2017	- Asignar a la obra, personal entrenado en sus labores específicas. - Dotarlos de la indumentaria de protección personal apropiada, según la actividad específica que desarrollan	- Factura - Fotografías - Acta de entrega
	Cierre técnico del vertedero municipal		Cierre técnico del vertedero municipal	Inmediato	GAD Municipal del cantón El Empalme	Cierre técnico del vertedero, 2017	-	Informe de validación del vertedero municipal, validado por el MAE
MITIGACIÓN	Control de Plagas y Vectores	Proliferación de plaga y vectores					-	
	Monitoreos periódicos	Deforestación de riveras	Recuperación de riveras	inmediato		Número de árboles plantados	- Seleccionar especies forestales nativas de la zona	Informe MAE

Proyecto Mancomunado Mundo Verde	Perdida de especies faunísticas	Reforestación	3 meses	<ul style="list-style-type: none"> - GAD Municipal del cantón El Empalme - Ministerio del Ambiente - instituciones educativas locales 	Nº has reforestadas y Nº has de cuenca hídricas	Sembrar árboles tipo conífera, en el borde del cerramiento perimetral y entre los espacios que irán quedando entre las plataformas que se vayan abriendo paulatinamente y sobre la superficie final que quede sobre estas	<ul style="list-style-type: none"> - Informe técnico - Fotografías 	
	Emisión de malos olores	Elaboración de compost	2 meses	<ul style="list-style-type: none"> - GAD Municipal del cantón El Empalme - Ministerio del Ambiente - MAG 	Cantidad de compost elaborado mensualmente	Capacitar al personal de la organización de recicladores para elaboración de compost	<ul style="list-style-type: none"> - Informe técnico - Fotografías 	
EDUCACIÓN AMBIENTAL	Participación ciudadana y capacitación	Baja calidad de vida de la población	Capacitación al personal que labora en el relleno sanitario	Permanente	<ul style="list-style-type: none"> - GAD Municipal del cantón El Empalme 	Cantidad total de beneficiarios	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitar al personal del departamento de limpieza sobre métodos y técnicas apropiadas de clasificación y recolección de residuos. - Educar a la población de todos los barrios sobre la correcta manipulación y disposición de los residuos de origen domiciliario. 	<ul style="list-style-type: none"> - Actas de reunión - Registro de firmas - Informe técnico - Fotografías
		Capacitación y concienciación a la población	Permanente	<ul style="list-style-type: none"> - GAD Municipal del cantón El Empalme 	Cantidad total de beneficiarios	<ul style="list-style-type: none"> - Capacitar a escuelas y colegios sobre la clasificación de los residuos generados en las instituciones educativas. - Implementar con contenedores de residuos clasificados en cada barrio del cantón. 	<ul style="list-style-type: none"> - Contratos de capacitadores 	

4.5 Discusión de resultados

- La caracterización fisicoquímica y microbiológica, demostró que el punto de muestreo ubicado aguas arriba del vertedero municipal presentaron mayores concentraciones de los parámetros fisicoquímicos analizados, incluso la concentración de oxígeno disuelto durante la segunda fecha de muestreo presento menos del 80% de saturación establecido en el acuerdo ministerial 097^a anexo 1- tabla 2. Criterio de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y estuarios, estas inobservancias se debe a que antes del vertedero se encuentra el camal municipal que descarga sus agua residuales en la corriente del estero, además López (2016) en su investigación sobre la calidad del agua para usos recreativos desde las perspectivas de la seguridad e higiene laboral y la salud pública. Estudio de caso, establece que el proceso de eutrofización y la superpoblación bacteriana disminuye los niveles de oxígeno disuelto de los cursos de agua [16]. Los valores de pH registrados se encuentran en un rango de 6,77 a 7,31 unidades de pH, considerado neutro y ligeramente ácido, encontrándose dentro del rango establecido por la OMS, EPA y acuerdo ministerial 97 a. Estos resultados son similares a los reportados por Espinoza (2014), quien estudió parámetros físico-químicos y microbiológicos como indicadores de la calidad de las aguas de la subcuenca baja del Río David, Provincia de Chiriquí, Panamá, establece que un pH dentro de un rango de 5,5 a 6,4 se considera aceptable y un rango de 7,6 a 8,5 se considera bueno [17]. Por otra parte, las concentraciones de DBO, conductividad eléctrica, color real, turbidez, sólidos totales, sólidos disueltos totales, fosfatos, nitratos y coliformes fecales se mantuvieron dentro de los rangos establecidos en la normativa nacional e internacional.
- El análisis de componentes rotados de los parámetros de calidad de agua monitoreados en el estero La Caracas demostró una correlación positiva importante referente al componente uno con entre las variables sólidos disueltos totales, sólidos totales, potencial de hidrógeno y que a su vez están relacionadas negativamente con la DBO y Coliformes fecales, que representa un 61,10% de la varianza total explicada. Méndez et al (2010) en su estudio sobre modelación del tiempo de conservación de muestras biológicas de agua asegura que esto viene explicado

porque el aumento de materia orgánica promueve el desarrollo de bacterias que consumen cantidades importantes de oxígeno [18]. Por otro lado, en lo referente al componente dos, que representa un 23,602% de la varianza total explicada, se observó que la conductividad eléctrica y oxígeno disuelto presentaron una mayor relación. El resto de parámetros no constituyó un factor limitante en el análisis estadístico de calidad de agua del estero La Caracas.

- La calidad del agua de acuerdo al índice de DINIUS, fue de Buena calidad para el estero La Caracas, a excepción de dos muestras ubicadas aguas arriba y aguas abajo del vertedero municipal (punto de referencia), donde su calidad para uso general disminuyó a Regular. Los resultados fueron similares a los registrados con el índice NSF a excepción de que solo aguas arriba del punto de referencia durante el segundo muestreo su calidad disminuyó de buena a Regular, González et al (2013) en la aplicación de los índices de calidad de agua NSF, DINIUS y BMWP en la quebrada La Ayurá, Antioquia, Colombia en esta variabilidad es consecuente de la actividad antropogénica existente en las inmediaciones de estos sitios de muestreo, y a pesar que en la mayoría de los casos el agua resultó ser de buena calidad, con escenarios propician el desarrollo de la vida acuática, es necesario tomar medidas preventivas [19].

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

Según los resultados obtenidos se pudo concluir que allí no existe ningún tipo de control sanitario ni se impide la contaminación del ambiente; el aire, el agua y el suelo son deteriorados por la formación de gases y líquidos lixiviados, quemas y humos, polvo y olores nauseabundos, el botadero de basura en el Cantón El Empalme es cielo abierto y es cuna y hábitat de fauna nociva transmisora de múltiples enfermedades. En ellos se observa la presencia de perros, gallinazos, cerdos y otros animales que representan un peligro para la salud y la seguridad de los pobladores de la zona.

- En el punto de muestreo ubicado aguas arriba del vertedero municipal se presentaron mayores concentraciones de los parámetros fisicoquímicos analizados, incluso el oxígeno disuelto durante la segunda fecha de muestreo presentó menos del 80% de saturación establecido en el acuerdo ministerial 097^a anexo 1, estas inobservancias se debe a que antes del vertedero se encuentra el camal municipal que descarga sus agua residuales en la corriente del estero, además es evidente la presencia lechuguines, provenientes del proceso de eutrofización.
- El análisis clúster jerárquico aglomerado de los parámetros de calidad de agua monitoreados demostró una correlación del 95,7% entre sólido disuelto total y potencial de hidrógeno, del 92,4% entre DBO y Coliformes fecales mientras el color y turbidez presentaron la correlación inferior al 11%.
- En el diagnóstico realizado al vertedero municipal del cantón El Empalme, principal fuente de contaminante del estero Las Caracas, se identificaron que los principales problemas relacionados con la degradación de este cuerpo hídrico es la carencia de un plan de control lixiviados o filtraciones; y la falta de capacitaciones al personal para el manejo de lo mismo. Sin embargo el panorama actual es favorecedor, ya se está construyendo una celda emergente, conjuntamente con el cierre técnico del vertedero municipal, y se proyecta, a través de la contratación de un Gestor Ambiental Autorizado para la gestión adecuada de los residuos peligrosos. Además el GADM del empalme dentro de su jurisdicción proyecta ejecutar un plan de

recuperación del material reciclable y elaboración del compostaje que se utilizará en el ornato de Parques y Espacios Públicos de la Ciudad a través Proyecto Mancomunado Mundo Verde. Además, el Plan del Gobierno, contempla la inclusión laboral con la organización de Recicladores y la participación continua de la Comunidad.

- El Plan de Manejo Ambiental propuesto, pretende remediar y revertir la pérdida de ecosistemas acuáticos, espacios verdes y fuentes hídricas; a través de plan de mitigación y prevención de los impactos encontrados, el cual sintetiza el tipo de programa requerido, su tiempo de implementación, responsables, indicadores para verificar el avance y/o metas y el presupuesto de ejecución. Dentro de sus proyectos prioritarios se encuentran la construcción de barreras impermeables y zanjas de interceptación; campañas de monitoreo parámetro físicoquímicos, microbiológico de calidad de agua y lixiviados; dotación de implementos de seguridad personal; cierre técnico del vertedero municipal; campañas de reforestación y elaboración de compost; campañas capacitación y concienciación al personal que interviene en las fases de gestión de residuos comunes y peligrosos.

5.2 Recomendaciones.

Que exista compromiso real desde la máxima institución local (alcaldía); para que apoyen de forma normativa, financiera, técnica y logísticas; la implementación y ejecución de Plan de Manejo Ambiental que ayuden de esta forma comenzar a sensibilizar el tema de manejo de residuos sólidos, con la finalidad de remediar y revertir la pérdida de ecosistemas acuáticos, en conjunto con el Ministerio del Ambiente deben elaborar un plan estratégico de “Concientización Ambiental” respecto al uso del agua que se da en nuestros domicilios, locales comerciales, entre otros factores que contribuyen en la contaminación de las fuentes hídricas del cantón

- Implantar un sistema de monitoreo, que contemple períodos regulares en el análisis de los parámetros fisicoquímico y microbiológico; incluyendo el biomonitoreo de macroinvertebrados con el fin de reducir la probabilidad de obtener inconsistencias en los resultados, y a la vez, obtener una base de datos que permita predecir escenarios presentes y futuros sobre la calidad del agua del estero La Caracas.
- Es necesario que los organismos relacionados con la calidad del agua como Ministerio del Ambiente, consideren restablecer los valores permisibles de la normativa ambiental vigente anexo 97A– Anexo 1; puesto que en la actualidad las aguas se encuentran con mayor alteración y al analizar los estándares internacionales se observa que estos son más exigentes que la norma técnica nacional.
- El manejo inadecuado los residuos sólidos y líquidos del vertedero municipal, representa una fuente de contaminación directa, debido al proceso de infiltración y escorrentía de lixiviados; por lo tanto es necesario la implementación plan de manejo ambiental que aporten a la solución de la pérdida y degradación de efluentes.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1 Referencias Bibliográficas

- [1] C. Suárez, *Tratamiento de aguas residuales municipales en el Valle del Cauca*, U. d. Valle, Ed., Santiago de Cali, 2010.
- [2] S. Córdova, H. Gaete y F. Aránguiz, *Evaluación de la calidad de las aguas del estero Limache (Chile central), mediante bioindicadores y bioensayos.*, Valparaíso: Departamento de Biología y Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias, Universidad de Valparaíso , 2009.
- [3] Y. A. Gutierrez , *Uso del suelo, vegetación ribereña y calidad del agua de la microcuenca del río Gaira, Santa Marta, Colombia.*, Turrialba, 2009.
- [4] Senplades, *Agua potable y alcantarillado para erradicar la pobreza en el Ecuador*, Quito, 2014.
- [5] C. A. Sierra Ramírez, *Calidad de agua: evaluación y diagnóstico*, Bogotá: Ediciones de la U, 2011.
- [6] C. Orosco Barrenetxea, A. Pérez Serrano, M. N. González Delgado, F. J. Rodríguez Vidal y J. M. Alfayata Blanco, *Contaminación ambiental. Una visión desde la química.*, Primera ed., Madrid: Paraninfo, 2005.
- [7] F. R. Spellman y J. Drinan, *Manual de agua potable*, Florida: CRC Press, 2000.
- [8] D. Mackenzie L. y M. Susan J., *Ingeniería y ciencias ambientales*, McGraw-Hil, 2005.
- [9] L. E. Barba Ho, *Conceptos básicos de la contaminación del agua y parámetros de medición*, Santiago de Cali: Universidad Del Valle, 2002.
- [10] M. Gil Rodríguez, *Depuración de aguas residuales modelización del proceso de lodos activados*, Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2006.
- [11] A. Barrenechea Martel, «Aspectos Fisiquímicos de la Calidad de Agua,» de *Tratamiento de agua para consumo humano Plantas de filtración rápida*, Lima, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 2004.
- [12] X. E. Castells, *Diccionario de términos ambientales*, Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2012.
- [13] J. L. Yungán, *Estudio de la calidad de agua en los afluentes de la microcuenca de del río blanco para determinar las causas de la degradación y alternativas del manejo*, Riobamba, 2010.

- [14] OMS, Organización Mundial de la Salud (OMS). Guías para la calidad de agua potable, 2006.
- [15] L. A. Albert Palacios, «Contaminación ambiental. Origen clases fuentes y efectos.,» de *introducción a la toxicóloga ambiental*, Metepec, 1997, pp. 37-52.
- [16] Organización Mundial de la Salud, Guías para la calidad del agua potable, Tercera ed., vol. 1, 2006.
- [17] M. Aurazo de Zumaeta, «Aspectos Biológicos de la Calidad del Agua,» de *Tratamiento de agua para consumo humano Plantas de filtración rápida*, Lima, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 2004.
- [18] Grupo de Ingeniería y Biotecnología Ambiental, «Indicadores biológicos para evaluar calidad de efluentes,» Universidad de Concepción, 2014.
- [19] P. García Murillo, R. Fernández Zamudio y S. Cirujano Bracamonte, «Habitantes del agua. Macrófitos,» 2009.
- [20] Programa de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario en Pequeñas y Medianas Ciudades, Compendio informativo sobre enfermedades hídricas, La Paz, 2009.
- [21] Estructplan, «Efluentes Líquidos,» Argentina, 2014.
- [22] E. M. López Sardi, B. García, Y. Reynoso, P. González y V. Larroudé, «Calidad del agua para usos recreativos desde las perspectivas de la seguridad e higiene laboral y la salud pública. Estudio de caso.,» 2016.
- [23] V. Espinoza V., R. Castillo y D. Chiriquí, Parámetros físico-químicos y microbiológicos como indicadores de la calidad de las aguas de la subcuenca baja del Río David, Provincia de Chiriquí, Panamá, Primera ed., Universidad Tecnológica Oteima, 2014.
- [24] R. I. Mendez Novelo, L. San Pedro Cedillo, E. R. Castillo Borges y E. Vazquez Borges, «Modelación del tiempo de conservación de muestras biológicas de agua,» *Rev. Int. Contam. Ambient*, vol. 26, n° 4, pp. 327-335, 2010.
- [25] M. V. González, O. Caicedo Quintero y N. Aguirre Ramírez, «Aplicación de los índices de calidad de agua NSF, DINIUS y BMWP en la quebrada La Ayurá, Antioquia, Colombia,» *Gestión y Ambiente*, vol. 16, n° 1, pp. 97-108, 2013.
- [26] Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo, «Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo 2015 AGUA PARA UN

MUNDO SOSTENIBLE,» WWAP | Alice Franek, Engin Koncagul, Richard Connor y Diwata Hunziker, 2015.

[27] R. Ramos Olmos , R. Sepulveda Marqués y F. Villalobos Moreto, El agua en el medio ambiente. Muestreo y Análisis, Mexico: Plaza y Valdes, 2003.

[28] R. D. Letterman, Calidad y tratamiento del agua: manual de suministros de agua comunitaria, España: McGraw-Hill Interamericana de España, 2002.

CAPITULO VII

ANEXOS

LOOR VERA RAUL SILFRIDO

Representante Legal: LOOR VERA RAUL SILFRIDO
Canton el Empalme Via Guayaquil y Calle Manta
Empalme, Tel. 0994858392
Atención: Sr. Raul Loor Vera
Tipo de Industria

Guayaquil, 21 DE ABRIL DEL 2016

Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 11/04/16 17:00 Rio La Caracas del Cantón El Empalme - Prov. Guayas
Fecha y Hora de Recepción: 12/04/16 10:37
Punto e Identificación de la Muestra: P1 - Rio La Caracas 50 mts aguas arriba de la descargas del basurero municipal.
Norma Técnica de muestreo: N/A
Matriz de la muestra: AGUA NATURAL RIO
Muestreado por: LOOR VERA RAUL SILFRIDO
Muestreador: Sr. Raul Loor Vera
Tipo de Muestreo: Simple

Temperatura de muestreo: 27,0 °C

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS/COMPONENTES FISICOS:					
Conductividad Electrica	80,7	8,80	us/cm	PEE-GQM-FQ-13	14/04/16 SV
Color Real	56	15	UCIPt	PEE-GQM-FQ-34	13/04/16 KV
Turbidez	15,60	1,09	NTU	PEE-GQM-FQ-25	12/04/16 KV
Solidos Totales	60	15	mg/l	PEE-GQM-FQ-22	15/04/16 ER
Solidos Disueltos Totales	41	4,67	mg/l	PEE-GQM-FQ-23	13/04/16 SV

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
INORGANICOS NO METALES:					
Potencial de Hidrogeno	6,77	0,06	-	PEE-GQM-FQ-01	12/04/16 SV
Oxigeno Disuelto	3,37	0,54	mgO2/l	PEE-GQM-FQ-37	12/04/16 AL
Fosfatos (1)	1,26	0,33	mg/l	PEE-GQM-FQ-11	13/04/16 LS
Nitratos	2,21	0,29	mg/l	PEE-GQM-FQ-10	13/04/16 LS

GRUPO QUIMICO MARCOS Cia. Ltda
LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL
ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS
MC2201-08

----	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Limite Detectable	L.M.P.	Limite Máximo Permissible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

- 1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano
- 2: Parámetros subcontratados no acreditados
- 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
- 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

MC2201-08

Pág. 1 de 2

LOOR VERA RAUL SILFRIDO

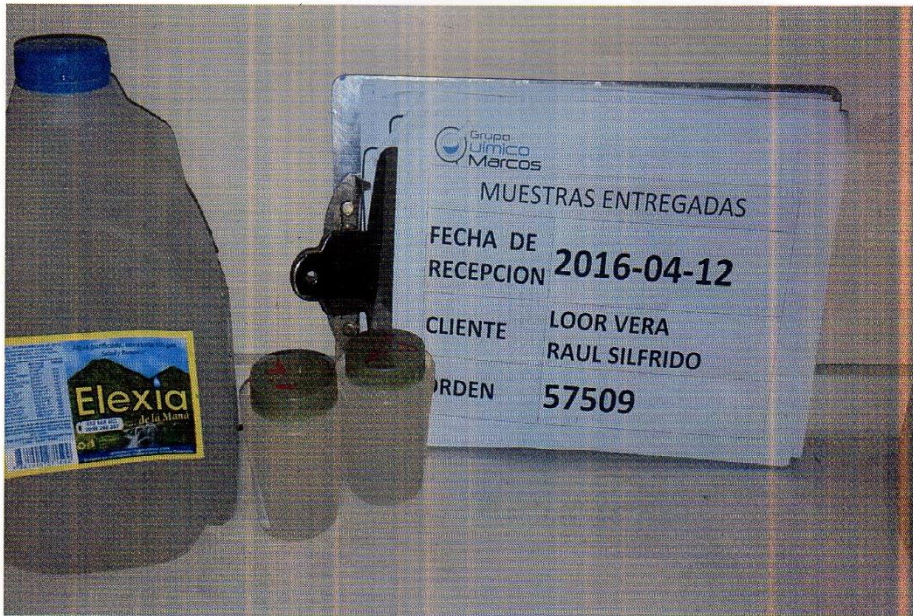
Representante Legal: LOOR VERA RAUL SILFRIDO
Canton el Empalme Via Guayaquil y Calle Mantá
Empalme, Tel. 0994858392
Atención: Sr. Raul Loor Vera
Tipo de Industria

Guayaquil, 21 DE ABRIL DEL 2016

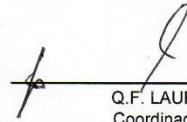
Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 11/04/16 17:00 Rio La Caracas del Cantón El Empalme - Prov. Guayas
Fecha y Hora de Recepción: 12/04/16 10:37
Punto e Identificación de la Muestra: P1 - Rio La Caracas 50 mts aguas arriba de la descargas del basurero municipal.
Norma Técnica de muestreo: N/A
Matriz de la muestra: AGUA NATURAL RIO
Muestreado por: LOOR VERA RAUL SILFRIDO
Muestreador: Sr. Raul Loor Vera
Tipo de Muestreo: Simple
Temperatura de muestreo: 27,0 °C

GRUPO QUIMICO MARCOS Cia. Ltda
LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL
ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS
MC2201-08

MEMORIA FOTOGRAFICA



Q. F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico



Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

MC2201-08

LOOR VERA RAUL SILFRIDO

Representante Legal: LOOR VERA RAUL SILFRIDO
Canton el Empalme Via Guayaquil y Calle Manta
Empalme , Tel. 0994858392
Atención: Sr. Raul Loor Vera
Tipo de Industria

Guayaquil, 21 DE ABRIL DEL 2016

Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 11/04/16 17:15 Rio La Caracas del Cantón El Empalme - Prov. Guayas
Fecha y Hora de Recepción: 12/04/16 10:37
Punto e Identificación de la Muestra: P2 - Rio La Caracas 50 mts aguas abajo de la descargas del basurero municipal.
Norma Técnica de muestreo: N/A
Matriz de la muestra: AGUA NATURAL RIO
Muestreado por: LOOR VERA RAUL SILFRIDO
Muestreador: Sr. Raul Loor Vera
Tipo de Muestreo: Simple

Temperatura de muestreo: 27,0 °C

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS/COMPONENTES FISICOS:					
Conductividad Electrica	96,9	10,56	us/cm	PEE-GQM-FQ-13	14/04/16 SV
Color Real	35	10	UCIPt	PEE-GQM-FQ-34	13/04/16 KV
Turbidez	15,50	1,09	NTU	PEE-GQM-FQ-25	12/04/16 KV
Solidos Totales	100	26	mg/l	PEE-GQM-FQ-22	15/04/16 ER
Solidos Disueltos Totales	49	5,58	mg/l	PEE-GQM-FQ-23	13/04/16 SV

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
INORGANICOS NO METALES:					
Potencial de Hidrogeno	6,97	0,06	-	PEE-GQM-FQ-01	12/04/16 SV
Oxígeno Disuelto	8,67	1,39	mgO2/l	PEE-GQM-FQ-37	12/04/16 AL
Fosfatos (1)	1,01	0,26	mg/l	PEE-GQM-FQ-11	13/04/16 LS
Nitratos (3)	0,44	0,06	mg/l	PEE-GQM-FQ-10	13/04/16 LS

GRUPO QUIMICO MARCOS Cia Ltda
LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL
ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS
MC2201-08

-----	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permissible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

- 1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano
- 2: Parámetros subcontratados no acreditados
- 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
- 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653

MC2201-08

www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

Pág. 1 de 2

LOOR VERA RAUL SILFRIDO

Representante Legal: LOOR VERA RAUL SILFRIDO
Canton el Empalme Via Guayaquil y Calle Manta
Empalme , Tel. 0994858392
Atención: Sr. Raul Loor Vera
Tipo de Industria

Guayaquil, 21 DE ABRIL DEL 2016

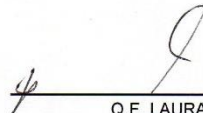
Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 11/04/16 17:15 Rio La Caracas del Cantón El Empalme - Prov. Guayas
Fecha y Hora de Recepción: 12/04/16 10:37
Punto e Identificación de la Muestra: P2 - Rio La Caracas 50 mts aguas abajo de la descargas del basurero municipal.
Norma Técnica de muestreo: N/A
Matriz de la muestra: AGUA NATURAL RIO
Muestreado por: LOOR VERA RAUL SILFRIDO
Muestreador: Sr. Raul Loor Vera
Tipo de Muestreo: Simple
Temperatura de muestreo: 27,0 °C

GRUPO QUIMICO MARCOS Cia. Ltda
LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL
ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS
MC2201-08

MEMORIA FOTOGRAFICA



Q. F. FERNANDO MARCOS V.
Director Tecnico



Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

MC2201-08

LOOR VERA RAUL SILFRIDO

Representante Legal: LOOR VERA RAUL SILFRIDO
Canton el Empalme Via Guayaquil y Calle Manta
Empalme , Tel. 0994858392
Atención: Ing. Raul Loor
Tipo de Industria

Guayaquil, 27 DE ABRIL DEL 2016

Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 19/04/16 17:00 Rio La Caracas del Cantón El Empalme - Prov. Guayas
Fecha y Hora de Recepción: 19/04/16 10:18
Punto e Identificación de la Muestra: P1 - Rio La Caracas 50 mts aguas arriba de la descargas del basurero municipal.
Norma Técnica de muestreo: N/A
Matriz de la muestra: AGUA NATURAL RIO
Muestreado por: LOOR VERA RAUL SILFRIDO
Muestreador: cliente
Tipo de Muestreo: No Aplica
Coordenadas Geográficas: 17M0651972 - 9887521 Temperatura de muestreo: 26,0 °C

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS/COMPONENTES FISICOS:					
Conductividad Electrica	95,7	10,43	us/cm	PEE-GQM-FQ-13	20/04/16 SV
Color Real	52	14	UCIPt	PEE-GQM-FQ-34	20/04/16 KV
Turbidez	5,57	0,39	NTU	PEE-GQM-FQ-25	20/04/16 KV
Solidos Totales	160	41	mg/l	PEE-GQM-FQ-22	20/04/16 SV
Solidos Disueltos Totales	59	6,72	mg/l	PEE-GQM-FQ-23	20/04/16 SV

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
INORGANICOS NO METALES:					
Potencial de Hidrogeno	7,11	0,06	-	PEE-GQM-FQ-01	19/04/16 SV
Oxigeno Disuelto	6,15	0,98	mgO2/l	PEE-GQM-FQ-37	19/04/16 AL
Fosfatos (1)	0,79	0,20	mg/l	PEE-GQM-FQ-11	20/04/16 LS
Nitratos	3,10	0,40	mg/l	PEE-GQM-FQ-10	20/04/16 LS

GRUPO QUIMICO MARCOS Cia Ltda
LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL
ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS
MC2201-08

-----	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permisible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

- 1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano
- 2: Parámetros subcontratados no acreditados
- 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
- 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

MC2201-08

Pág. 1 de 2

LOOR VERA RAUL SILFRIDO

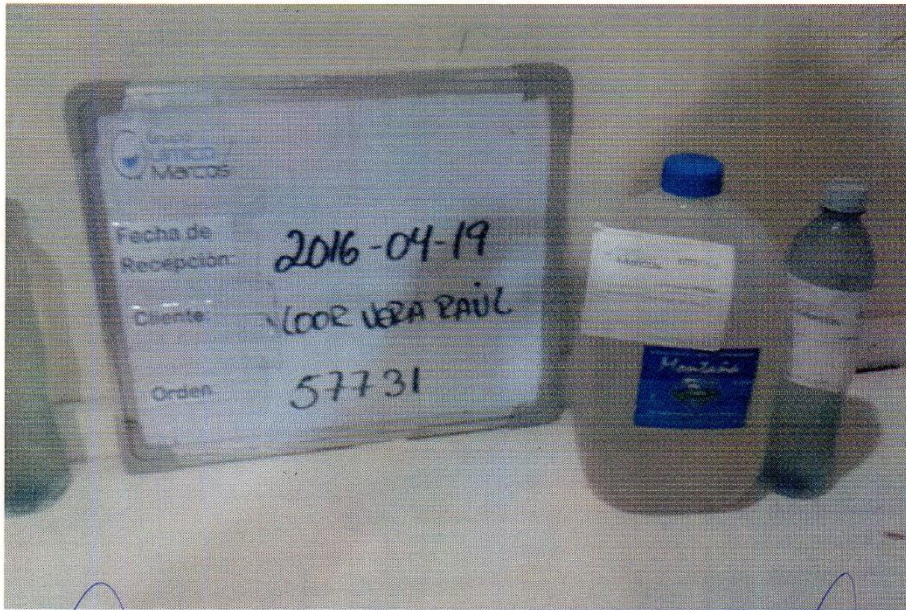
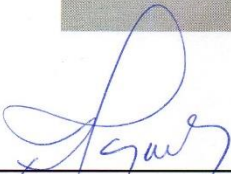
Representante Legal: LOOR VERA RAUL SILFRIDO
Canton el Empalme Vía Guayaquil y Calle Manta
Empalme, Tel. 0994858392
Atención: Ing. Raul Loor
Tipo de Industria

Guayaquil, 27 DE ABRIL DEL 2016

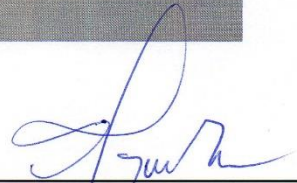
Fecha, Hora y lugar de Muestreo:	19/04/16 17:00 Rio La Caracas del Cantón El Empalme - Prov. Guayas
Fecha y Hora de Recepción:	19/04/16 10:18
Punto e Identificación de la Muestra:	P1 - Rio La Caracas 50 mts aguas arriba de la descargas del basurero municipal.
Norma Técnica de muestreo:	N/A
Matriz de la muestra:	AGUA NATURAL RIO
Muestreado por:	LOOR VERA RAUL SILFRIDO
Muestreador:	cliente
Tipo de Muestreo:	No Aplica
Coordenadas Geográficas:	17M0651972 - 9887521
Temperatura de muestreo:	26,0 °C

GRUPO QUIMICO MARCOS Cia. Ltda
LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL
ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS
MC2201-08

MEMORIA FOTOGRAFICA

Q. F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico



Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

MC2201-08

LOOR VERA RAUL SILFRIDO

Representante Legal: LOOR VERA RAUL SILFRIDO
Canton el Empalme Via Guayaquil y Calle Manta
Empalme , Tel. 0994858392
Atención: Ing. Raul Loor
Tipo de Industria

Guayaquil, 27 DE ABRIL DEL 2016

Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 19/04/16 17:15 Rio La Caracas del Cantón El Empalme - Prov. Guayas
Fecha y Hora de Recepción: 19/04/16 10:18
Punto e Identificación de la Muestra: P2 - Rio La Caracas 50 mts aguas abajo de la descargas del basurero municipal.
Norma Técnica de muestreo: N/A
Matriz de la muestra: AGUA NATURAL RIO
Muestreado por: LOOR VERA RAUL SILFRIDO
Muestreador: cliente
Tipo de Muestreo: No Aplica
Coordenadas Geográficas: 17M0552101 - 9887047 Temperatura de muestreo: 26,0 °C

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS/COMPONENTES FISICOS:					
Conductividad Electrica	92,2	10,05	us/cm	PEE-GQM-FQ-13	20/04/16 SV
Color Real	58	16	UCIPt	PEE-GQM-FQ-34	20/04/16 KV
Turbidez	9,66	0,68	NTU	PEE-GQM-FQ-25	20/04/16 KV
Solidos Totales	150	39	mg/l	PEE-GQM-FQ-22	20/04/16 SV
Solidos Disueltos Totales	50	5,70	mg/l	PEE-GQM-FQ-23	20/04/16 SV

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
INORGANICOS NO METALES:					
Potencial de Hidrogeno	7,20	0,06	-	PEE-GQM-FQ-01	19/04/16 SV
Oxigeno Disuelto	6,81	1,09	mgO2/l	PEE-GQM-FQ-37	19/04/16 AL
Fosfatos (1)	1,01	0,26	mg/l	PEE-GQM-FQ-11	20/04/16 LS
Nitratos	3,10	0,40	mg/l	PEE-GQM-FQ-10	20/04/16 LS

GRUPO QUIMICO MARCOS Cia. Ltda
LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL
ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS
MC2201-08

-----	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permissible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

- 1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano
- 2: Parámetros subcontratados no acreditados
- 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
- 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

MC2201-08

Pág. 1 de 2

LOOR VERA RAUL SILFRIDO

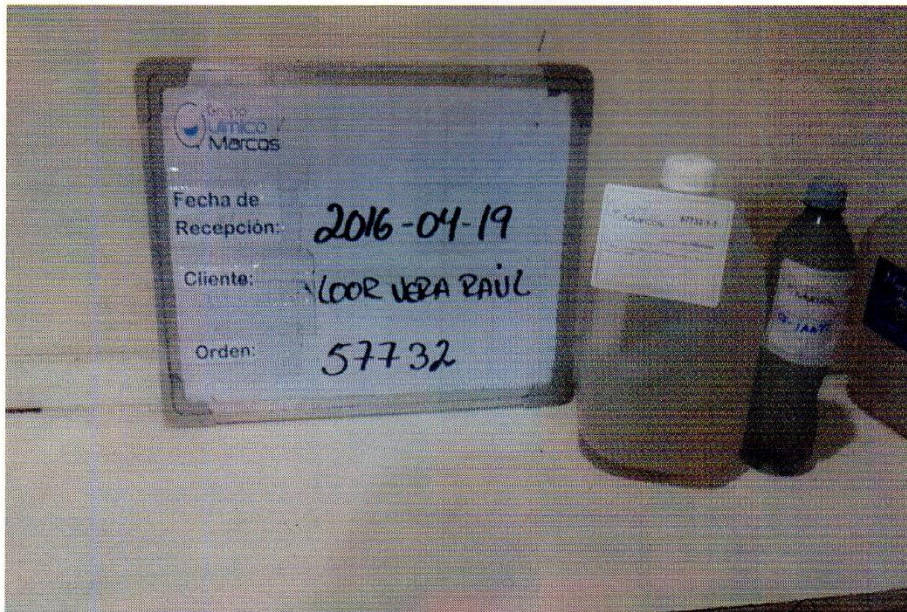
Representante Legal: LOOR VERA RAUL SILFRIDO
Canton el Empalme Vía Guayaquil y Calle Manta
Empalme, Tel. 0994858392
Atención: Ing. Raul Loor
Tipo de Industria

Guayaquil, 27 DE ABRIL DEL 2016

Fecha, Hora y lugar de Muestreo:	19/04/16 17:15 Rio La Caracas del Cantón El Empalme - Prov. Guayas
Fecha y Hora de Recepción:	19/04/16 10:18
Punto e Identificación de la Muestra:	P2 - Rio La Caracas 50 mts aguas abajo de la descargas del basurero municipal.
Norma Técnica de muestreo:	N/A
Matriz de la muestra:	AGUA NATURAL RIO
Muestreado por:	LOOR VERA RAUL SILFRIDO
Muestreador:	cliente
Tipo de Muestreo:	No Aplica
Coordenadas Geográficas:	17M0552101 - 9887047
Temperatura de muestreo:	26,0 °C

GRUPO QUIMICO MARCOS Cia. Ltda
LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL
ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS
MC2201-08

MEMORIA FOTOGRAFICA





Q. F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico



Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

MC2201-08

LOOR VERA RAUL SILFRIDO

Representante Legal: LOOR VERA RAUL SILFRIDO
Canton el Empalme Via Guayaquil y Calle Manta
Empalme, Tel. 0994858392
Atención: Ing. Raul Loor
Tipo de Industria

Guayaquil, 5 DE MAYO DEL 2016

Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 25/04/16 17:15 Rio La Caracas del Cantón El Empalme - Prov. Guayas
Fecha y Hora de Recepción: 26/04/16 10:31
Punto e Identificación de la Muestra: P1 - Río La Caracas 50 mts aguas arriba de la descargas del basurero municipal.
Norma Técnica de muestreo: N/A
Matriz de la muestra: AGUA NATURAL RIO
Muestreado por: LOOR VERA RAUL SILFRIDO
Muestreador: Sr. Raul Loor Vera
Tipo de Muestreo: No Aplica
Coordenadas Geográficas: 17M0651972 - 9887521 Temperatura de muestreo: 26,0 °C

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS/COMPONENTES FISICOS:					
Conductividad Eléctrica	110,8	12,08	us/cm	PEE-GQM-FQ-13	26/04/16 KV
Color Real	38	10	UCIPt	PEE-GQM-FQ-34	26/04/16 JV
Turbidez	15,00	1,05	NTU	PEE-GQM-FQ-25	26/04/16 JV
Sólidos Totales	230	59	mg/l	PEE-GQM-FQ-22	28/04/16 SV
Sólidos Disueltos Totales	55	6,26	mg/l	PEE-GQM-FQ-23	27/04/16 KV

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
INORGANICOS NO METALES:					
Potencial de Hidrogeno	7,31	0,06	-	PEE-GQM-FQ-01	26/04/16 KV
Oxígeno Disuelto	7,82	1,25	mgO ₂ /l	PEE-GQM-FQ-37	26/04/16 AL
Fosfatos (1)	0,74	0,19	mg/l	PEE-GQM-FQ-11	27/04/16 LS
Nitratos	3,54	0,46	mg/l	PEE-GQM-FQ-10	27/04/16 LS

GRUPO QUIMICO MARCOS Cia. Ltda
LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL
ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS
MC2201-08

-----	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permissible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

- 1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano
- 2: Parámetros subcontratados no acreditados
- 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
- 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

LOOR VERA RAUL SILFRIDO

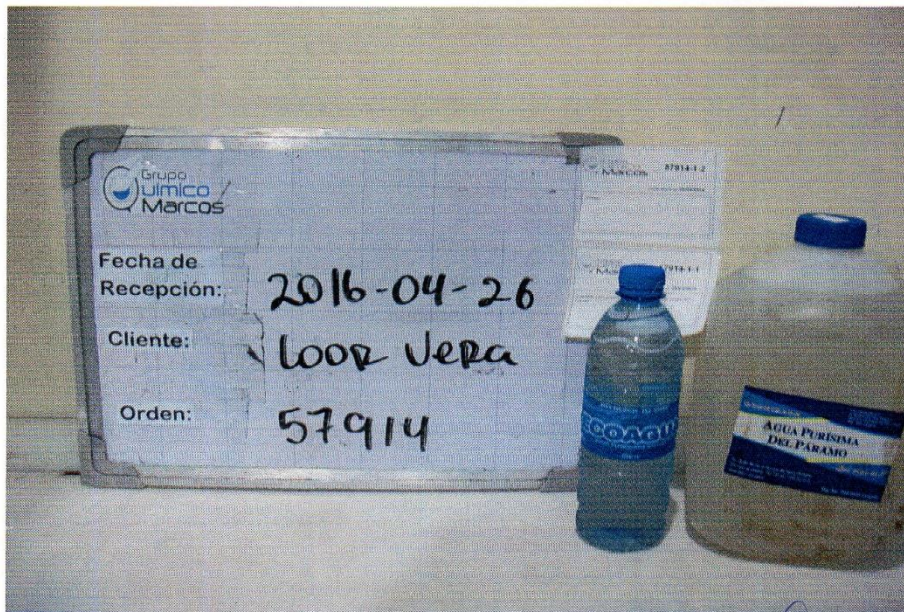
Representante Legal: LOOR VERA RAUL SILFRIDO
Canton el Empalme Via Guayaquil y Calle Manta
Empalme, Tel. 0994858392
Atención: Ing. Raul Loor
Tipo de Industria

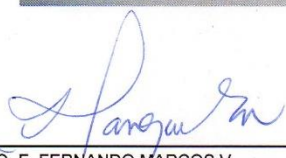
Guayaquil, 5 DE MAYO DEL 2016

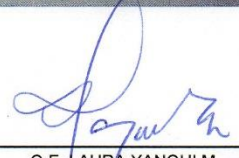
Fecha, Hora y lugar de Muestreo:	25/04/16 17:15 Río La Caracas del Cantón El Empalme - Prov. Guayas
Fecha y Hora de Recepción:	26/04/16 10:31
Punto e Identificación de la Muestra:	P1 - Río La Caracas 50 mts aguas arriba de la descargas del basurero municipal.
Norma Técnica de muestreo:	N/A
Matriz de la muestra:	AGUA NATURAL RIO
Muestreado por:	LOOR VERA RAUL SILFRIDO
Muestreador:	Sr. Raul Loor Vera
Tipo de Muestreo:	No Aplica
Coordenadas Geográficas:	17M0651972 - 9887521
Temperatura de muestreo:	26,0 °C

GRUPO QUIMICO MARCOS Cia. Ltda
LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL
ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS
MC2201-08

MEMORIA FOTOGRAFICA




Q. F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico


Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

MC2201-08

LOOR VERA RAUL SILFRIDO

Representante Legal: LOOR VERA RAUL SILFRIDO
Canton el Empalme Vía Guayaquil y Calle Manta
Empalme, Tel. 0994858392
Atención: Ing. Raul Loor
Tipo de Industria

Guayaquil, 5 DE MAYO DEL 2016

Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 25/04/16 17:35 Rio La Caracas del Cantón El Empalme - Prov. Guayas
Fecha y Hora de Recepción: 26/04/16 10:31
Punto e Identificación de la Muestra: P2 - Río La Caracas 50 mts aguas abajo de la descargas del basurero municipal.
Norma Técnica de muestreo: N/A
Matriz de la muestra: AGUA NATURAL RIO
Muestreado por: LOOR VERA RAUL SILFRIDO
Muestreador: Sr. Raul Loor Vera
Tipo de Muestreo: No Aplica
Coordenadas Geográficas: 17M0552101 - 9887047 Temperatura de muestreo: 26,0 °C

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS/COMPONENTES FISICOS:					
Conductividad Eléctrica	111,0	12,10	us/cm	PEE-GQM-FQ-13	26/04/16 KV
Color Real	40	11	UCIPt	PEE-GQM-FQ-34	26/04/16 JV
Turbidez	13,30	0,93	NTU	PEE-GQM-FQ-25	26/04/16 JV
Sólidos Totales	160	41	mg/l	PEE-GQM-FQ-22	28/04/16 SV
Sólidos Disueltos Totales	56	6,38	mg/l	PEE-GQM-FQ-23	27/04/16 KV

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
INORGANICOS NO METALES:					
Potencial de Hidrogeno	7,14	0,06	-	PEE-GQM-FQ-01	26/04/16 KV
Oxígeno Disuelto	7,73	1,24	mgO ₂ /l	PEE-GQM-FQ-37	26/04/16 AL
Fosfatos (1)	0,36	0,09	mg/l	PEE-GQM-FQ-11	27/04/16 LS
Nitratos	4,43	0,58	mg/l	PEE-GQM-FQ-10	27/04/16 LS

GRUPO QUÍMICO MARCOS Cia. Ltda
LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL
ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS
MC2201-08

----	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permisible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

- 1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano
- 2: Parámetros subcontratados no acreditados
- 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
- 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

MC2201-08

Pág. 1 de 2

LOOR VERA RAUL SILFRIDO

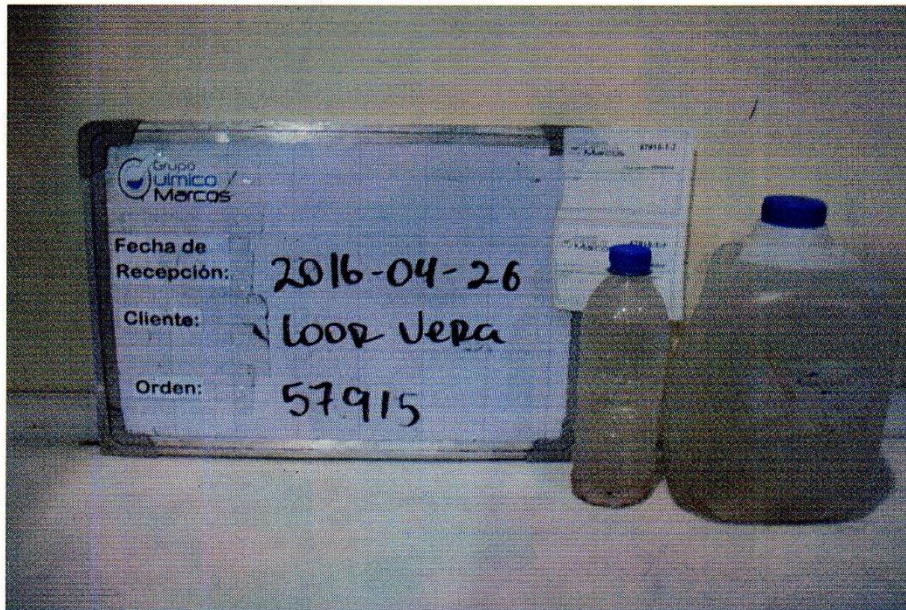
Representante Legal: LOOR VERA RAUL SILFRIDO
Canton el Empalme Via Guayaquil y Calle Manta
Empalme, Tel. 0994858392
Atención: Ing. Raul Loor
Tipo de Industria

Guayaquil, 5 DE MAYO DEL 2016


Fecha, Hora y lugar de Muestreo:	25/04/16 17:35 Río La Caracas del Cantón El Empalme - Prov. Guayas
Fecha y Hora de Recepción:	26/04/16 10:31
Punto e Identificación de la Muestra:	P2 - Río La Caracas 50 mts aguas abajo de la descargas del basurero municipal.
Norma Técnica de muestreo:	N/A
Matriz de la muestra:	AGUA NATURAL RIO
Muestreado por:	LOOR VERA RAUL SILFRIDO
Muestreador:	Sr. Raul Loor Vera
Tipo de Muestreo:	No Aplica
Coordenadas Geográficas:	17M0552101 - 9887047
Temperatura de muestreo:	26,0 °C

GRUPO QUÍMICO MARCOS Cia. Ltda
LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL
ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS
MC2201-08

MEMORIA FOTOGRAFICA




Q. F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico


Q. F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 Km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2-103390(2) / 2-103825(35) / 0998-286653
www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

MC2201-08