



**EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL VERTIMIENTO GENERADO EN COLEGIO
LICEO CHICO CAMPESTRE BOGOTÁ D.C.**

AUTOR:

KARENT PAOLA ALARCÓN LOZADA

Ingeniero ambiental, Directora general de Red Mundial de Servicios Ambientales –REDMSA-. Bogotá D.C. Colombia. karent.alarcon84@gmail.com, servicios.ambientales@hotmail.com

DOCENTE:

LUIS FERNANDO ORTIZ.

**ESPECIALIZACION GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS
2014.**

**EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL VERTIMIENTO GENERADO EN COLEGIO
LICEO CHICO CAMPESTRE BOGOTÁ D.C.**

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF DUMPING GENERATED IN SCHOOL
LICEO CHICO CAMPESTRE, BOGOTÁ D.C.

KARENT PAOLA ALARCÓN LOZADA

Ingeniero ambiental, Directora general de Red Mundial de Servicios
Ambientales –REDMSA-. Bogotá D.C. Colombia. karent.alarcon84@gmail.com,
servicios.ambientales@hotmail.com

RESUMEN

Colombia posee un marco jurídico bien estructurado en materia de protección y preservación de los recursos naturales, para velar su cumplimiento ha conformado el Sistema Nacional Ambiental –SINA-, mediante el cual se constituyen y ordenan las autoridades ambientales del país.

Uno de los aspectos a controlar y vigilar por parte de dichas autoridades, es la adecuada gestión y administración del recurso hídrico, siendo este un bien público al cual se prohíben toda clase de vertimientos que contengan niveles de contaminante superiores a los permitidos por el Decreto 1594 de 1984.

Los vertimientos generados en el Colegio Liceo Chicó Campestre, localizado en la Ciudad de Bogotá Colombia, son objeto de solicitud de permiso, por lo cual debe cumplir con los parámetros del mencionado Decreto y realizar un estudio especial que es la “Evaluación ambiental del vertimiento”.

Después de una investigación exhaustiva de metodologías que puedan aplicarse para realizar dicha evaluación, se ha escogido la metodología matriz de Leopold, para la calificación de los impactos ambientales y se aplicó la fórmula contenida en el artículo 3, de la Resolución 3956 de 2009, la cual mediante el análisis del tramo 01 que le corresponde al área de funcionamiento del humedal artificial construido, se obtuvo como resultado que el vertimiento después de ser sometido al tratamiento por fitoremediación demostró que la reducción en la contaminación es del 94%, el cual lo clasifica como un vertimiento de bajo impacto en el componente agua y suelo, convirtiéndose en un proyecto exitoso.

PALABRAS CLAVE: Ingeniería ambiental, tratamiento de aguas, vertimientos, evaluación ambiental.

ABSTRACT

Colombia has a well structured legal framework for the protection and preservation of natural resources, to ensure compliance has formed the National Environmental System -SINA-, by which are constituted and ordered the environmental authorities.

One of the aspects to be controlled and monitored by the authorities, is the proper management and administration of water resources, this being a public good to which all kinds of discharges containing contaminant levels exceeding the permitted prohibited by Decree 1594 1984.

Discharges generated in Chico Colegio Liceo Campestre, located in the City of Bogotá Colombia, are subject to request permission, which must comply with the parameters of the Decree and make a special study is the "Environmental Assessment of Dumping".

After a thorough investigation of methodologies that can be applied to conduct the assessment, has been chosen Leopold matrix methodology, the characterization of environmental impacts and applied the formula contained in Article 3 of Resolution 3956 of 2009, the which by analysis of section 01 that corresponds to the area of operation of the built artificial wetland, it resulted that dumping after being subjected to treatment by phytoremediation showed that the reduction in pollution is 94%, which classifies as a dumping of low impact on water and soil component, becoming a successful project.

KEYWORDS: environmental engineering, water treatment, spills, environmental assessment.

INTRODUCCIÓN

Dado los requerimientos declarados por la Secretaría Distrital de Ambiente, a la dirección del Colegio Liceo Chicó Campestre S.A.S., por su incumplimiento en el aspecto de vertimientos, se le exige que una vez efectuadas las obras de adecuación de las redes hidráulicas e implementación del sistema de tratamiento propuesta por la empresa consultora Red Mundial de Servicios Ambientales – REDMSA- , es de carácter obligatorio que el colegio realice la evaluación

ambiental de su vertimiento conforme al artículo 43 del Decreto 3930 de 2010, con la finalidad de dar a conocer las generalidades de dicho sistema, la predicción y valoración de los impactos que puedan derivarse, manejo de residuos, actividades para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos sobre el cuerpo de agua y evaluar la posible incidencia de la actividad, en la calidad de la vida o en las condiciones económicas, sociales y culturales de los habitantes del sector o de la región en donde se desarrolla.

El hecho de que el colegio no de cumplimiento a estas acciones, lo está llevando a infringir la ley y por ende a tener acciones disciplinarias mediante multas o sanciones.

El colegio, en la actualidad tiene pendiente dar cumplimiento al artículo 5 de la Resolución 3956 de 2009, emitida por la Secretaría Distrital de Ambiente, el cual estipula: “Todo Usuario que genere vertimientos de aguas residuales al recurso hídrico superficial dentro del perímetro urbano de Bogotá incluidos los vertimientos no puntuales, deberá realizar la auto declaración, tramitar y obtener el permiso de vertimientos ante la autoridad ambiental”.

El anterior artículo no ha podido cumplirse en su totalidad, debido a que, el colegio no cuenta con el personal idóneo que realice completamente este trámite, con los estudios y documentos exigidos, por lo tanto, el impacto que puede generar en el aspecto financiero y social del mismo puede ser grave.

Al identificar la necesidad del Colegio Liceo Chicó Campestre, en cuanto al cumplimiento urgente de la normatividad ambiental legal vigente en materia de vertimientos, se debe determinar mediante este proyecto de ingeniería, si lo creado, planeado y ejecutado, cumplió o no, con el objetivo planteado, cuya respuesta indiscutiblemente la debe arrojar la evaluación ambiental.

La ejecución de proyectos ambientales dimensionados a las necesidades del Cliente, a la disponibilidad de información, tecnología y recursos humanos, hace que los costos de los mismos sean mejor justificados y así, poder determinar verdaderamente su efectividad y eficiencia.

Uno de los aspectos admirables de la gerencia de este Colegio, está dispuesto a dar cumplimiento a lo dispuesto por la autoridad ambiental, no solo porque es impuesto por las normas legales, si no porque su modelo de enseñanza va enfocado a la formación en valores y la realización de este proyecto es una ventaja para formar a los estudiantes en el valor del cuidado y respeto por la naturaleza a través de la ciencia e ingeniería.

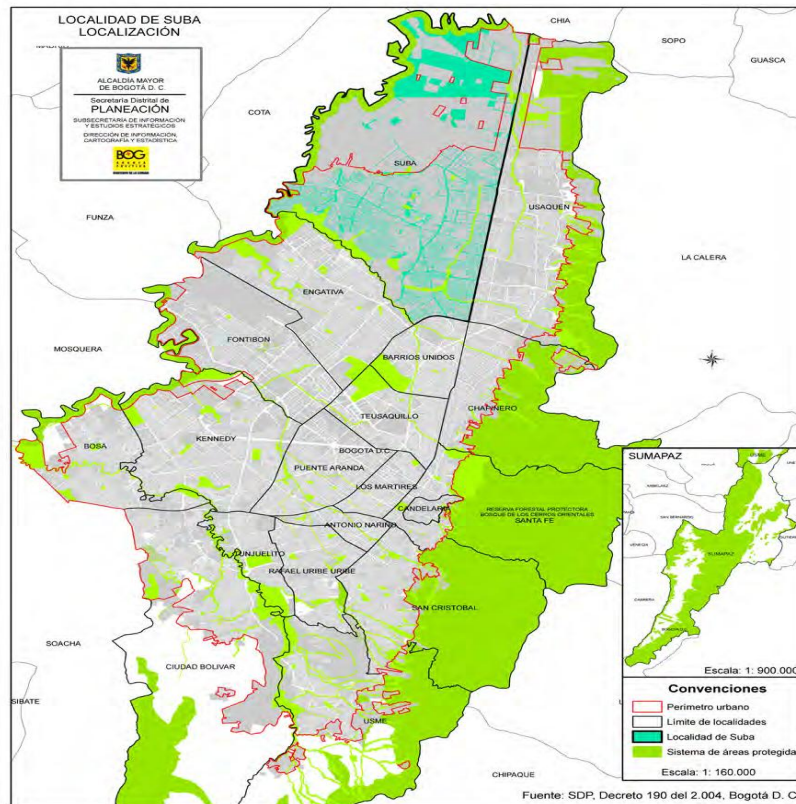
1. METODOLOGÍA.

1.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

El proyecto está localizado en la Ciudad de Bogotá D.C., Colombia, en la localidad de Suba, coordenadas exactas: 4°47'52.97" N y 74°02'46.39 O. La localidad de Suba es la número 11 de la ciudad, se encuentra ubicada al noroccidente de Bogotá. Limita al norte con el municipio de Chía y su prolongación con el río Bogotá; al sur, con la Calle 100 (localidad de Barrios Unidos) y el río Juan Amarillo (localidad de Engativá); al occidente con el río Bogotá (municipios de Cota y Chía) y al oriente con la Autopista Norte (localidad de Usaquén).

Tiene una extensión total de 10.054,98 hectáreas, de las cuales 6.033,67 se clasifican en suelo urbano, 880 corresponden a suelo de expansión y 3.141,31 pertenecen al suelo rural. Dentro de estos tres tipos de suelos, se localizan 1.754,66 hectáreas de suelo protegido. Cuenta con 780.267 habitantes aproximadamente.

Imagen 1 Mapa de localización localidad de Suba, Bogotá D.C.



Fuente: PLANEACIÓN DISTRITAL, 2011. P.5-25

1.1.1. CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS.

La localidad de Suba presenta un territorio mayormente plano con dos zonas montañosas, que son los cerros de La Conejera y Suba; en su territorio se localizan algunos de los ecosistemas más importantes de la ciudad, como son los humedales de La Conejera, Juan Amarillo, Córdoba y Guaymaral.

Son ecosistemas intermedios entre el medio acuático y el terrestre, caracterizados por porciones húmedas, semi-húmedas y secas, de gran importancia para las especies vegetales y animales, típicos de los ambientes acuáticos que son propios de estas zonas y están sujetas a condiciones climáticas especiales porque en ellos se producen los nutrientes necesarios para la reproducción de aves, insectos, ranas, lagartijas, entre otros, además de ser el albergue transitorio de las aves que recorren países y continentes.

Igualmente, otra de las funciones importantes de los humedales es el actuar como una esponja que retiene el agua sobrante en épocas de lluvias, reservándolas para las temporadas secas, regulando los efectos perjudiciales de las crecientes de los ríos y de las inundaciones.

Además de los humedales, en la localidad existen otras áreas de preservación ecológica, como son los cerros de la Conejera y de Suba, cuya función ambiental es de gran relevancia por su gran valor paisajístico.

Sin embargo, estos cerros han sido fuertemente intervenidos. La vegetación presente en esta área varía entre bosques naturales y plantaciones de especies foráneas, que sirven de protección al suelo y a los animales que viven allí, por esto son considerados como parte del área de reserva forestal, restringiendo otros tipos de uso.

En relación con los usos actuales del suelo, en Suba predomina el uso residencial, con presencia de dos zonas comerciales importantes: Suba y Prado Veraniego que fueron constituidas como centralidades a través del Plan de Ordenamiento Territorial. En su costado noroccidental, se ha ido conformando un extenso sector de usos educativos y recreativos, en razón a que en esta zona se ubican gran cantidad de colegios, varias universidades y algunos centros recreativos y clubes deportivos.

1.1.2. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA.

El Liceo Chicó Campestre es un colegio de educación personalizada de Bogotá; con un máximo de 20 estudiantes por curso, mixto; cuya formación ofrecida es integral basada en valores. Actualmente, cuenta con 12 aulas efectivas, un laboratorio para física, química y biología, una sala de música y una sala de arte.

Los empleados corresponden a 39, los cuales se discriminan de la siguiente manera:

- 23 docentes.
 - 2 directivos docentes.
 - 2 Psicólogas, orientación y desarrollo.
 - 8 Personal de servicios generales.
 - 2 secretarias.
 - 1 Director administrador.
 - 1 Rector.
-
- A continuación se presenta el cuadro describiendo la gestión del tiempo, por actividades en el colegio:

Cuadro 1 Gestión del tiempo, por actividades en el colegio.

<p>JORNADA DE ESTUDIANTES Y DOCENTES: Lunes a Viernes.</p> <ul style="list-style-type: none">• Entrada 7 A.M.• 1er descanso 9 a 9:30 A.M.• almuerzo y descanso primaria 12 M a 12:55 P.M.• almuerzo y descanso bachillerato 12:55 12:55 P.M. a 13:50 12:55 P.M.• Salida 14:35 12:55 P.M. electivas extracurriculares 14:45 a 16:15 12:55 P.M. • Finalización jornada. 16:15. <p>ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS: Lunes a Viernes</p> <p>Turnos: 1 Horario: 7:30 AM – 4:30 PM</p>

Fuente : Autor (2014)

1.2. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL LICEO CHICO CAMPESTRE

- ✓ **DIRECCIÓN:** CALLE 221 N° 53 -82. URBANIZACIÓN PARCELACIÓN EL JARDÍN.
- ✓ **CIUDAD:** BOGOTÁ D.C.
- ✓ **LOCALIDAD:** SUBA
- ✓ **UPZ:** 2- LA ACADEMIA.
- ✓ **COORDENADAS:** 4°47'52.97" N y 74°02'46.39 O.
- ✓ **OTROS:**
 - ÁREA DEL LOTE: 6204, 7 M2.
 - ÁREA CONSTRUIDA: 1160 M2.

Imagen 2: Imagen satelital localización L.C.C.



Fuente : Autor (2014)

Imagen 3 Imagen satelital localización y delimitación L.C.C.



Fuente : Autor (2014)

1.3. GEOREFERENCIACIÓN DE LOS PUNTOS DE VERTIMIENTO SUJETOS A PERMISO DE VERTIMIENTO

En LCC, existen actualmente tres puntos objeto de permiso de vertimientos, ya que las entregan independientemente por medio de infiltración al suelo

Cuadro 2 Coordenadas de punto objeto de permiso de vertimientos.

PUNTO N°	COORDENADAS	DESCRIPCIÓN
1	04°47'54.2" N 74°02' 46.3 W	SALIDA DE AGUAS RESIDUALES DE TIPO DOMESTICO DE BAÑOS DE BACHILLERATO, ÁREA Y ADMINISTRATIVA, CAFETERÍA, QUE HAN SIDO TRATADAS A TRAVÉS DE FILTRACIÓN Y FITOREMEDIACIÓN EN EL HUMEDAL ARTIFICIAL VERTIDAS AL SUELO POR INFILTRACIÓN.
2	04°47'53.1" N 74°02' 45.5 W	SALIDA DE AGUAS RESIDUALES DE TIPO DOMÉSTICO ORIGINADAS DE BAÑOS DE PRE-ESCOLAR Y 1 BAÑO DE SERVICIOS GENERALES QUE HAN SIDO TRATADAS A TRAVÉS DE BIODIGESTIÓN EN POZO SÉPTICO Y VERTIDAS

Fuente: Autor (2014).

1.4. GEOREFERENCIACIÓN DE PUNTO OBJETO DE REGISTRO DE VERTIMIENTO.

Cuadro 3 Coordenadas de puntos objeto de permiso de vertimientos.

PUNTO N°	COORDENADAS	DESCRIPCIÓN
3	04°47'90.8" N 74°27'51.0 W	SALIDA DE AGUAS RESIDUALES DE TIPO NO DOMÉSTICO ORIGINADAS DE LABORATORIO, DONDE UTILIZAN SUSTANCIAS DE BAJA PELIGROSIDAD YA QUE ES SÓLO CON FINES ACADÉMICOS.

Fuente: Autor (2014)

Nota: este punto se determinó para registro, ya que las aguas no son vertidas al agua o suelo, son evacuadas por vector y tratadas por tercero.

1.5. PLANEACIÓN PARA LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL VERTIMIENTO.

La planeación del proyecto se estructuró en fases, de la cuales se tendrá en cuenta las actividades propuestas en artículo 43 del Decreto 3930 de 201. En la planeación del proyecto se tiene en cuenta La definición del alcance.

1.5.1. DEFINICIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO.

La Evaluación Ambiental del Vertimiento inicia, mediante la implementación y monitoreo del sistema de depuración de aguas residuales de tipo doméstico, que consiste en la instalación de un humedal artificial, una vez obtenidos los resultados de caracterización de aguas residuales, realizadas por un laboratorio acreditado por el IDEAM, la firma consultora en ingeniería ambiental, geográfica y forestal REDMSA, procede a realizar la evaluación ambiental del vertimiento, dando cumplimiento a lo dispuestos por los requerimiento de la Secretaría Distrital de Ambiente.

1.5.2. DESCRIPCIÓN DE LAS FASES DESARROLLADAS.

- **FASE I: DIAGNOSTICO AMBIENTAL Y SANITARIO.**

En esta fase se recolectó la información primaria y secundaria necesaria para establecer el contexto, definir los objetivos y establecer el alcance del presente artículo.

El levantamiento de la información primaria ha consistido en la obtención de datos de campo mediante visitas al sitio donde se encuentra localizado el problema y análisis de campo. Se ha utilizado el método empírico a través de la observación y el registro de datos de campo.

El levantamiento de la información secundaria ha consistido en la investigación documental o de trabajos que ya se hayan realizado previamente a este, con la finalidad de identificar las metodologías de Evaluación Ambiental. Se ha utilizado el método teórico, mediante el análisis y síntesis de la información.

Las técnicas utilizadas ha sido, en la Búsqueda de documentos en Internet, como páginas web, portales especializados, bases de datos, revistas digitales; y la búsqueda en documentos como libros, revistas, trabajos de tesis, trabajos de investigación.

- **FASE II: EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL VERTIMIENTO.**

Selección de modelos de evaluación Ambiental..Una vez priorizadas las alternativas de tratamiento de los lodos de perforación, se escogerán lo modelos de evaluación acordes a cada variable.

Aplicación del modelo de evaluación ambiental para las alternativas priorizadas.

Las tres alternativas de tratamiento de lodos priorizadas serán sometidas a la aplicación de los modelos matemáticos o sistémicos planteados por las diferentes guías o metodologías de evaluación.

Análisis de resultados de la aplicación de modelo de evaluación ambiental. Una vez aplicados los modelos de evaluación, se hará el respectivo análisis para la situación actual del proyecto.

Artículo. Se documenta todo el trabajo en un artículo de tipo reflexión.

- **FASE III: RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

Una vez aplicada la metodología de evaluación ambiental seleccionada, se procede a realizar los respectivos cálculos, proyecciones y resultados. Las recomendaciones e harán desde el punto de vista ambiental, técnico, económico, social y jurídico.

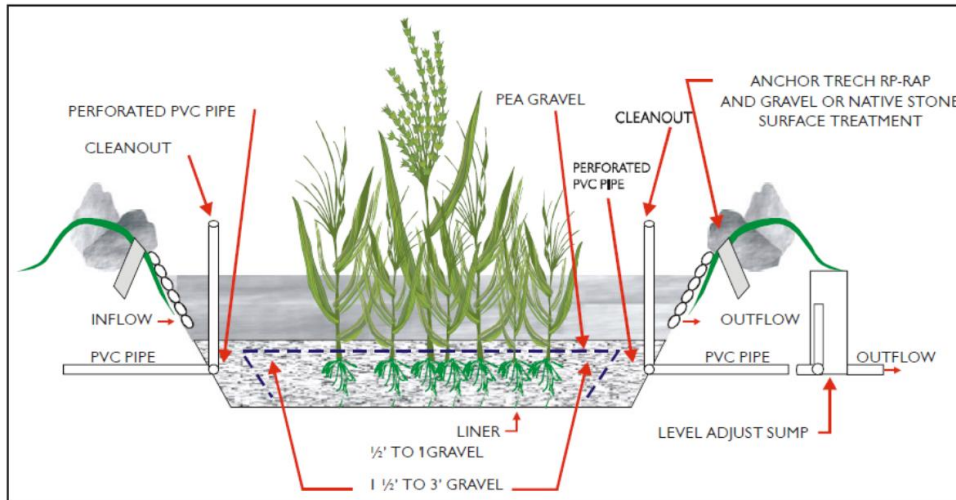
2. RESULTADOS.

El humedal artificial se calculó del siguiente modo:

El humedal seleccionado es un sistema de flujo subsuperficial (SFS). Está construido típicamente en forma de un lecho o canal que contiene un medio apropiado; la vegetación emergente es la misma del FWS. El nivel del agua está por debajo de la superficie del soporte, el agua fluye únicamente a través del lecho de grava que sirve para el crecimiento de la película microbiana, que es la

responsable en gran parte del tratamiento que ocurre, las raíces penetran hasta el fondo del lecho. A continuación se relaciona una gráfica descriptiva del tipo de humedal (*Guía técnica diseño y construcción de humedales REDMSA 2013*).

Imagen 4. Vista transversal humedal artificial



Fuente. Fuente. Wilmer A. Ilagas Ch., Enrique Guadalupe G. Diseño de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales en la UNMSM.

Fuente: *Guía técnica diseño y construcción de humedales REDMSA 2013*.

Para garantizar los índices de remoción se selecciona el sistema a partir de la temperatura promedio en Bogotá D.C. y el caudal de diseño del Humedal.

Los humedales artificiales son áreas que se encuentran llenas de agua con plantas emergentes como espadañas, carrizos, juncos y enneas que aprovechan las interacciones con los microorganismos y la atmósfera para remover la materia orgánica. La vegetación proporciona superficies para la formación de películas bacterianas y permite la transferencia de oxígeno (*Guía técnica diseño y construcción de humedales REDMSA 2013*).

Tabla 1. Índices de remoción a partir de la temperatura promedio en Bogotá D.C.

Temperatura (°C)	Tiempo de retención (d)	Reducción de DBO (%)
10	5	0 - 10
10 - 15	4 - 5	30 - 40
15 - 20	2 - 3	40 - 50
20 - 5	1 - 2	40 - 60
25 - 30	1 - 2	60 - 80

(Guía técnica diseño y construcción de humedales REDMSA 2013)

Fuente: Autor (2014)

Teniendo en cuenta lo anterior se tiene:

Temperatura promedio Bogotá = 20°

Tiempo de retención requerido = 5 días

2.1. CALCULO DE CAUDAL DE DISEÑO.

QTG = 730,80 l/día.

QPS = 1.444 l/día.

QHA = Caudal de humedal artificial = 730,80 + 1.444 lb

QHA = 2.174,80 lb/día * 5 días

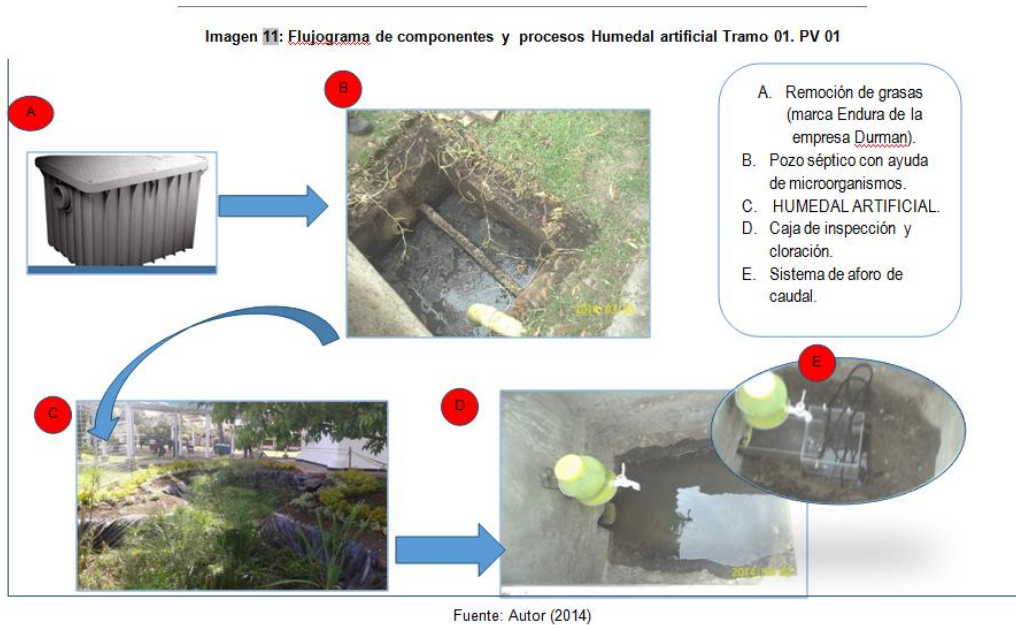
Teniendo en cuenta lo anterior se tiene:

Temperatura promedio Bogotá = 20°

Tiempo de retención requerido = 5 días

QHA = 10.874 lb – 10,87 m³

Imagen 05: Flujoograma de componentes y procesos Humedal artificial Tramo 01. PV 01



Fuente: Autor (2014)

2.2. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL UTILIZADA.

Utilizando la guía metodológica para las evaluaciones de impacto ambiental, se realizó la VALORACIÓN CUALITATIVA DE LAS ACCIONES IMPACTANTES Y DE LOS FACTORES AMBIENTALES IMPACTADOS, utilizando una MATRIZ DE LEOPOLD.

Importancia del Impacto (I): Es la importancia del efecto de una acción sobre un factor o componente ambiental.

Tabla 2. Valores matriz de Leopold para valoración de impactos

NATURALEZA (N)		SEVERIDAD/MAGNITUD (M)	
IMPACTO POSITIVO +		MUY ALTA	8
IMPACTO NEGATIVO -		MEDIA	4
		MODERADA	2
		BAJA	1
EXTENSIÓN O ALCANCE (E):		FRECUENCIA/ MOMENTO DE MANIFESTACIÓN (Ft):	
LOCAL	1	NO OCURRIDO	0
ZONAL	2	ANUAL	2
GLOBAL	4	MENSUAL	4
		MUY FRECUENTE	8
PERSISTENCIA/ DURACIÓN (PE):		REVERSIBILIDAD (RV)	
PERMANENTE	8	REVERSIBLE	4
INTERMITENTE	4	IRREVERSIBLE	8
ESPORÁDICO	2		
NO HA PASADO.	0		
ACCIÓN (A)		PROBABILIDAD (PB)	
DIRECTA	4	ALTA	8
INDIRECTA	2	MEDIA	4
		BAJA	2
SENSIBILIDAD PÚBLICA SP			
SI	8		
NO	0		

Fuente: Guía de Evaluación Ambiental REDMSA, 2012.

2.3. FÓRMULAS

a) IMPORTANCIA DEL IMPACTO

$$I=+- [3M +2 E+ FT+ PE + RV+A+PB+SP]$$

b) CALIFICACIÓN

CALIFICACIÓN	VALORES
CRITICO	76>
SEVERO	52-75
MODERADO	32-51
COMPATIBLE	0-31



2.4. SITUACIÓN AMBIENTAL ACTUAL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

Los profesionales de REDMSA en el mes de Enero y Mayo del presente año mediante investigación de campo y registro fotográfico se evidencio lo siguiente:

- ✓ Que en la zona del área de influencia directa no se evidenciaron actividades económicas diferentes a las académicas y de servicios que puedan impactar significativamente el recurso hídrico. A continuación se relaciona registro fotográfico:

Cuadro 4. Descripción de registro fotográfico en campo.

	
<p>Foto 01: Predio localizado salida sur de LCC (área de influencia directa), se evidencia que es una zona de paisaje</p>	<p>Foto 02. Zona localizada costado oriente de LCC (área de influencia indirecta), se evidencia que es una</p>

<p>variado, tipo campestre y cuidan y entrenan caninos. No se evidencian vertimientos con características diferentes a las domésticas que puedan afectar el recurso hídrico ni elementos cerca al campo de infiltración del efluente de LCC.</p>	<p>zona de paisaje variado, áreas de pasto tipo quicuyo, no se evidencia ganadería o explotación de tipo agropecuario que pueda influir en la afectación al recurso hídrico y por su localización el campo de infiltración del efluente de LCC, no tiene impactos negativos.</p> <p>Se evidencia que no existen actividades diferentes a la residencial.</p>
	
<p>Foto 03. Zona localizado costado nororiente de LCC (área de influencia indirecta), se evidencia que el predio que se encuentra es de actividad se servicio educativos llamado U.D.C.A, quien aporta valor paisajístico a la zona por su cerca viva y cuidado de individuos arbóreos, no se evidencia vertimientos de características diferentes a las domésticas que pueda influir en la afectación al recurso hídrico y por su localización el campo de infiltración del efluente de LCC, no tiene ninguna influencia por lo tanto no hay afectación o impacto negativo.</p>	<p>Foto 04. Zona localizado costado noroccidente de LCC (área de influencia directa), se evidencia que el predio que se encuentra es de actividad se servicio educativos llamado Universidad U.D.C.A, cuya área es de cultivos orgánicos presenta Individuos arbóreos que aportan valor paisajístico, no se puede evidenciar si existen vertimientos diferentes a los domésticos ya que se desconocen los proceso internos de la universidad. Por su localización el campo de infiltración del efluente de LCC, no tiene ninguna influencia por lo tanto no hay afectación o impacto</p>

	negativo.
	
<p>Foto 05. Predio localizado costado occidente de LCC (área de influencia directa), se evidencia que es un predio residencial, No se evidencian vertimientos con características diferentes a las domésticas que pueda afectar el recurso hídrico ni elementos cerca al campo de infiltración del efluente de LCC.</p>	<p>Foto 06. Al costado norte del L.C.C (área de influencia indirecta) se encuentra el vallado que va a aportar sus aguas al Humedal Guaymaral.</p>
	
<p>Foto 07: Se evidencia que las calles y carreras internas del perímetro del L.C.C no se encuentran pavimentadas, cuyo impacto es el aporte de sólidos al agua circundante en el Vallado.</p>	

Fuente: Autor (2014)

2.5. LOCALIZACION ESPACIAL DE ELEMENTOS AMBIENTALES AREA DE INFLUENCIA DIRECTA E INDIRECTA AL VERTIMIENTO DE L.C.C.

Imagen 06. Imagen satelital del área de influencia.



Fuente: Google maps, 2014.

Otros aspectos importantes del diagnóstico ambiental del área de influencia directa e indirecta son los siguientes:

- ✓ No existe en estas áreas alcantarillado convencional, el modelo de alcantarillado que se propone es tipo ecológico, ya que según la información suministrada por Cojardín S.A. E.S.P. se quiere que cada propietario invierta en sistemas de tratamiento de su AR de tipo doméstico antes de verter la canal artificial y este se mantendrá debidamente arborizado con una frecuencia de mantenimiento semanal.
- ✓ Se evidencia que el vallado, donde se descargan las aguas de tipo doméstico, dirige sus aguas al humedal de Guaymaral, no se evidenciaron aguas diferentes a las domésticas pero si vertimientos de aceite automotor, residuos sólidos en estos canales, ya que no existe vigilancia por parte de la policía ambiental y ecológica de esta zona. Sin embargo el mantenimiento de este tramo lo efectúa la empresa Cojardín S.A. E.S.P.
- ✓

En la búsqueda de información secundaria, se buscó en el Sistema de Información de norma urbana y Plan de Ordenamiento territorial (SINUPOT) y se evidenció lo siguiente:

- ✓ Que el predio, de acuerdo al consolidado anexo (no se encuentra localizado en dentro del sistema de área protegidas clasificadas para Bogotá como: Reservas forestales Nacional Y/o Distrital, Zonas de Manejo y Preservación Ambiental -ZMPA-, Zonas de Ronda de Rio.

Imagen 07. Predios en área de rondas del río y ZMPA



Fuente: Secretaria distrital de planeación (2014)

2.6. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS AFECTADAS POR EL VERTIMIENTO DEL L.C.C.

Como se mencionó en la descripción de las obras ejecutadas en el L.C.C., los puntos de vertimiento están localizados dentro del colegio, ya que una vez tratadas las ARD se infiltran al suelo por medio de una tubería tipo francés, cubierta con un geotextil al suelo.

Si observamos el mapa de la localización espacial de los elementos ambientales del punto anterior, los puntos de vertimientos no afectan directa no directamente las zonas localizada dentro del área delimitada como área de influencia directa.

3. Información detallada sobre la naturaleza de los insumos, productos químicos, formas de energía empleados y los procesos químicos y físicos utilizados en el desarrollo del proyecto, obra o actividad que genera vertimientos (ver informe, diagnóstico ambiental).

A continuación se relacionan las entradas y salidas de los insumos o materia primas que requieren agua para su proceso y pueden encontrarse algunas de sus propiedades contenidas en el agua (salidas).

2.6.1. CARACTERIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE TIPO DOMÉSTICO TRAMO 01, CON IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE TRATAMIENTO.

Los siguientes resultados son los presentados en el informe de caracterización fisicoquímica del ARD del tramo 01, correspondiente a las aguas residuales de tipo doméstico originadas en cafetería, el área administrativa y de los baños de Bachillerato las cuales pasan por sistema de trampa de grasas realizado por el laboratorio acreditado ANTECK S.A., informe 1869-14-CHI, el monitoreo fue de tipo compuesto, realizado el día 02 mayo de 2014.

Tabla 03. Caracterización fisicoquímica de las ARD, 2014.

PARAMETRO	RESULTADO S-ENTRADA	RESULTADO S-SALIDA	LIMITE MAXIMO-RESOLUCIÓN 3957 DE 2009 DE SDA	CUMPLIMIENTO	LIMITE MAXIMO-RESOLUCIÓN 3956 DE 2009 DE SDA	CUMPLIMIENTO
TEMPERATURA MUESTRA	18,6	18,5	30	SI	<30	SI
PH	7,84	8,42	9	SI	05-sep	SI
CAUDAL	0,092	0,024	N.E		N.E.	N.E.
FENOLES TOTALES	0,288	0,221	0,2	SI	N.E.	N.E.
SOLIDOS SEDIMENTABLES	1,4	0,2	2	SI	<2	SI
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	310	74	600	SI	REMOCION> 80%EN CARGA	SI
DBO5	500	176	800	SI	REMOCION> 80%EN CARGA	
DQO	749	333	1500	SI	N.E.	N.E.
TENSOACTIVOS	0,38	0,32	10	SI	N.E.	N.E.
GRASAS Y ACEITES	9,27	1,8	100	SI	100	SI
HIDROCARBUROS TOTALES	2,55	0,86	20	SI	N.E.	N.E.
COLIFORMES TOTALES	19 000	980	N.E.	SI	N.E.	N.E.
COLIFORMES FECALES	12 000	61	N.E.	SI	N.E.	N.E.

Fuente: Informe Anteck 2012.

Para el siguiente análisis se tendrá en cuenta que:

De acuerdo al oficio emitido por la SDA, 2011EE125596, donde se informa al LCC, que debe tenerse en cuenta la Resolución 3956 de 2009, para la disposición final de los efluentes lo siguiente:

“Los usuarios podrán usar el suelo como campo de infiltración de aguas residuales domésticas, una vez hayan realizado el tratamiento de los mismos y se demuestre una remoción del 80% en cargas de DBO5 y SST, que cumpla con los valores de referencia para los vertimientos realizados a fuentes superficiales de acuerdo a los establecido en la resolución 3956 de 2009 o la que la modifique o sustituya. De igual forma este vertimiento debe ser realizado por encima del nivel freático es decir se deberá realizar en suelo no saturado.

Los límites máximos exigidos por la resolución 3956 de 2009, serán los correspondientes al artículo 11; los cuales son:

Tabla 04. Límites exigidos resolución 3956 de 2009

Parámetro	Unidades	Valor
Aceites y Grasas	mg/L	100
DBO5	kg/día	Remoción > 80% en carga
pH	Unidades	5 a 9
Sólidos sedimentables	ml/L	<2
Sólidos suspendidos totales	kg/día	Remoción > 80% en carga
Temperatura	°C	< 30

Fuente: Resolución 3956 de 2009

Para establecer la carga contaminante diaria se tendrá en cuenta la fórmula contenida en el artículo 3 de la Resolución 3956 de 2007, la cual se establece así:

Carga contaminante (Cc): Es el resultado de multiplicar el caudal promedio por la concentración de la sustancia contaminante, por el factor de conversión en unidades y por el tiempo diario de vertimiento del usuario, medido en horas, es decir:

$$Cc = Q * C * 0.0864 * (t/24)$$

Donde:

C_c = Carga contaminante, en kilogramos por día (Kg/día).

Q = caudal promedio en litros por segundo (l/s).

C = concentración de la sustancia contaminante en miligramos por litro (mg/l).

0.0864= factor de conversión en unidades.

T = tiempo de vertimiento del usuario en horas por día.

2.6.2. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE CADA UNA DE LAS VARIABLES DE LA CARACTERIZACIÓN DEL VERTIMIENTO.

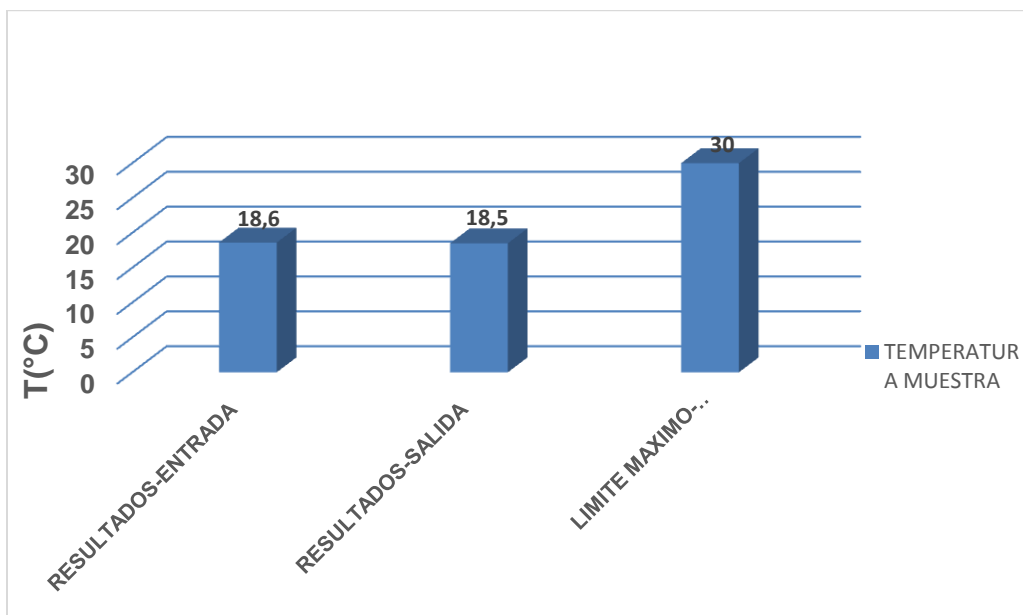
A continuación se mostrará el comportamiento del agua residual de tipo doméstico, por cada una de las variables exigidas por la SDA a caracterizar.

2.6.2.1. TEMPERATURA

Como observamos en la gráfica siguiente, la temperatura a la entrada y salida del humedal permanece constante y está en un 38% por debajo del límite exigido (11,5°C, menos), por la norma Resolución 3957 de 2009.

Comparado con la norma Resolución 3956 de 2009, donde se exige una temperatura del vertimiento $< 30^{\circ} C$, observamos que también se cumple ya que antes de infiltrarse al suelo tiene una temperatura de 18.5°C.

Gráfico 1: Resultados del análisis de la temperatura del agua residual doméstica a la entrada y salida del humedal artificial.



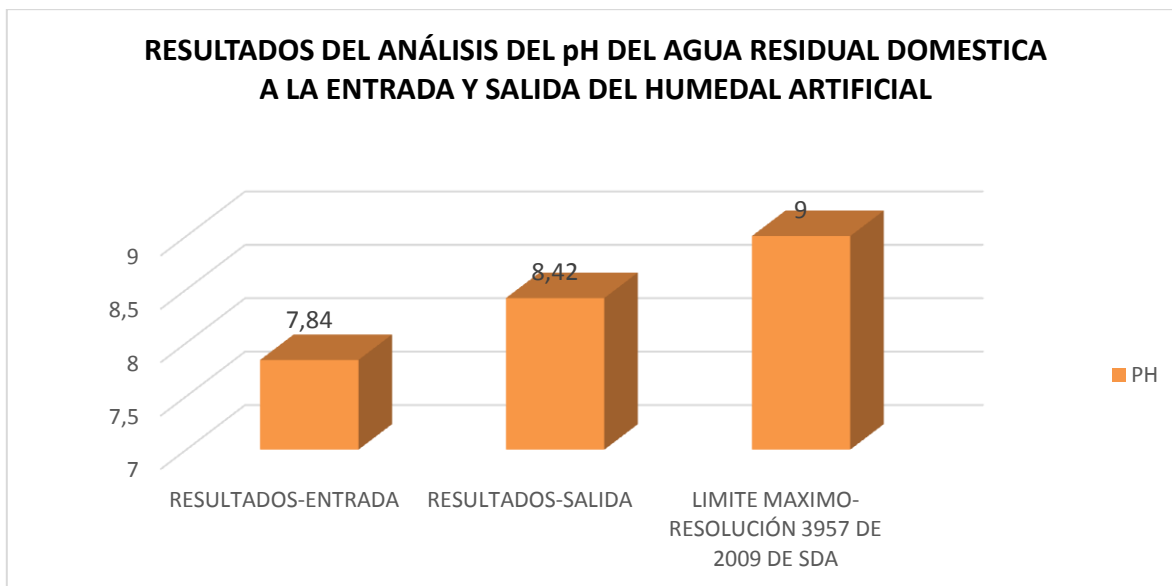
Fuente: Análisis de resultados Anteck. Autor. 2014.

2.6.2.2. pH

Como observamos en la gráfica siguiente, el pH a la entrada y salida del humedal incrementa, tendiendo a la basicidad, debido a los aportes de Carbonatos que se desprenden del material pétreo y de la arena utilizada en el lecho del humedal, sin embargo, este se encuentra un 6% (0,58 unidades) por debajo del límite exigido por la norma Resolución 3957 de 2009.

Comparados con los límites permitidos de acuerdo a la Resolución 3956 de 2009, en su artículo 11, observamos que en este parámetro el vertimiento cumple, ya que se encuentra dentro del rango ya que antes de infiltrarse al suelo tiene un pH de 8.42 unidades (6% debajo del límite máximo).

Gráfico 2. Resultados del análisis del pH del agua residual doméstica a la entrada y salida del humedal artificial.

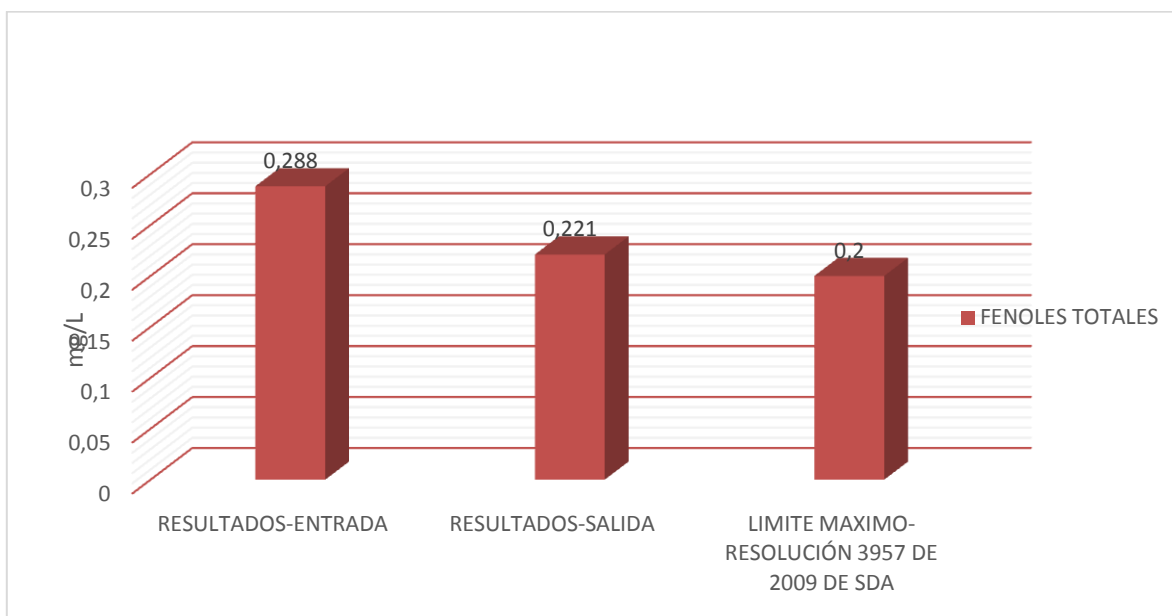


Fuente: Análisis de resultados Anteck. Autor. 2014.

2.6.2.3. FENOLES.

Como observamos en la gráfica siguiente, las concentraciones de fenoles a la entrada y salida del humedal disminuye, estos se encuentran en paralelo al límite exigido por la norma Resolución 3957 de 2009. Aunque cumple, se hará un cambio en las sustancias utilizadas para desengrasar paredes que pueden ser un riesgo para que parámetro incremente.

Gráfico 3. Resultados del análisis de fenoles totales del agua residual domestica a la entrada y salida del humedal artificial.



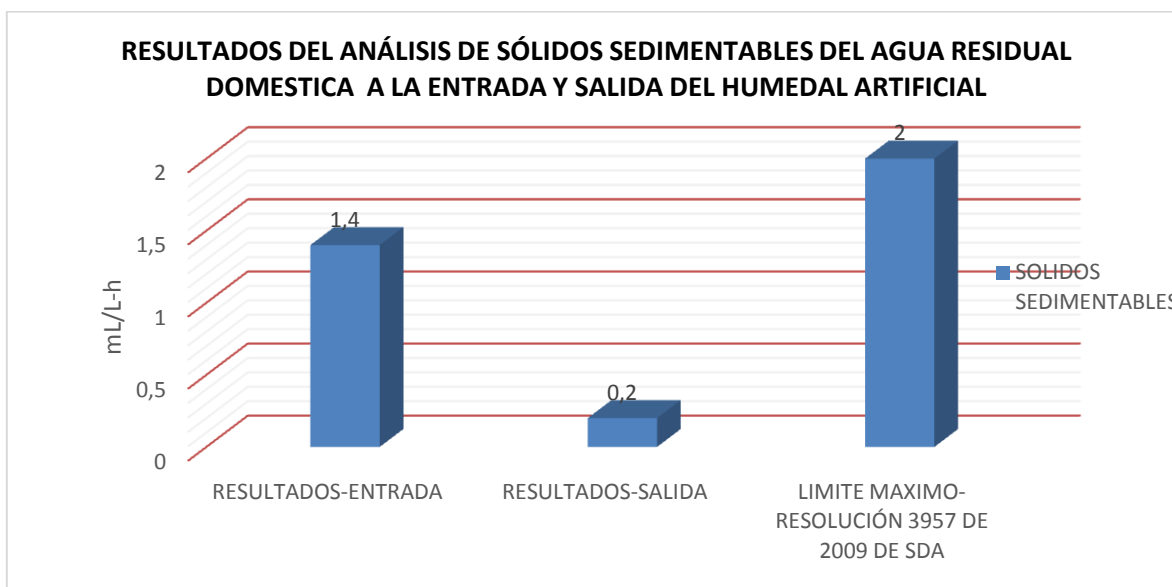
Fuente: Análisis de resultados Anteck. Autor. 2014.

2.6.2.4. SÓLIDOS SEDIMENTABLES.

Como observamos en la gráfica siguiente, los sólidos sedimentables a la entrada y salida del humedal disminuye eficientemente, estos se encuentran un 90% (1,8 ml/l-h menos) por debajo del límite exigido por la norma Resolución 3957 de 2009, debido a la biodegradación en el pozo séptico y en la retención de los mismos en el lecho del humedal.

Comparados con los límites permitidos de acuerdo a la Resolución 3956 de 2009, en su artículo 11, observamos que en este parámetro el vertimiento cumple, ya que se encuentra por debajo de límite máximo permitido que es <2 mg/l, ya que antes de infiltrarse al suelo tiene un valor de 0.2 mg/l, 90% por debajo.

Gráfico 4. Resultados del análisis de sólidos sedimentables del agua residual domestica a la entrada y salida del humedal artificial.



Fuente: Análisis de resultados Anteck. Autor. 2014.

2.6.2.5. SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES.

Como observamos en la gráfica siguiente, los sólidos suspendidos totales a la entrada y salida del humedal disminuyen eficientemente, estos se encuentran un 88% (526 mg/L menos) por debajo del límite exigido por la norma Resolución 3957 de 2009, debido a la biodegradación ocurrida en el pozo séptico, sumando a su efectividad la activación de los procesos fisicoquímicos y microbiológicos que se dan a la interior del humedal, donde contribuyen en la absorción y retención las raíces de las plantas sembradas (fitoremediación).

Para conocer la remoción de este parámetro, se aplicó la fórmula contenida en el artículo 3, de la Resolución 3956 de 2009, donde:

$$C_c = Q * C * 0.0864 * (t/24)$$

Donde:

- ✓ C_c = Carga contaminante, en kilogramos por día (Kg/día).
- ✓ Q = caudal promedio en litros por segundo (l/s).

- ✓ C= concentración de la sustancia contaminante en miligramos por litro (mg/l).
- ✓ 0.0864= factor de conversión en unidades.

T= tiempo de vertimiento del usuario en horas por día

Cálculo a la entrada del humedal:

$$C_c = 0.092 \text{ l/s} * 310 \text{ mg/l} * 0.0864 * (8.5/24) = 0.8727 \text{ (Kg/ día)}$$

Calculo a la salida de humedal:

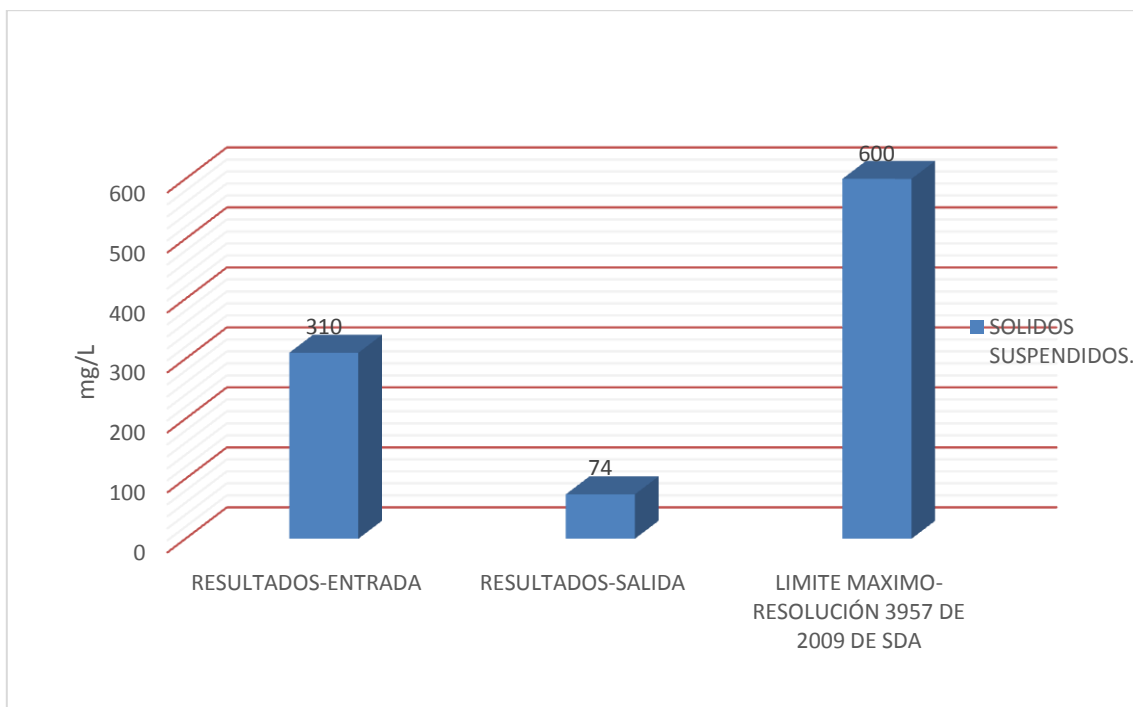
$$C_c = 0.024 \text{ l/s} * 74 \text{ mg/l} * 0.0864 * (8.5/24) = 0.05434 \text{ (Kg/ día)}$$

Tabla 05. Cálculo remoción de carga contaminante

CARGA CONTAMINANTE ENTRADA HUMEDAL	0,8727	100%	REMOCIÓN
CARGA CONTAMINANTE SALIDA HUMEDAL	0,05434	6%	94%

Fuente: Autor. 2014.

Gráfico 5. Resultados del análisis de sólidos suspendidos totales del agua residual domestica a la entrada y salida del humedal artificial.

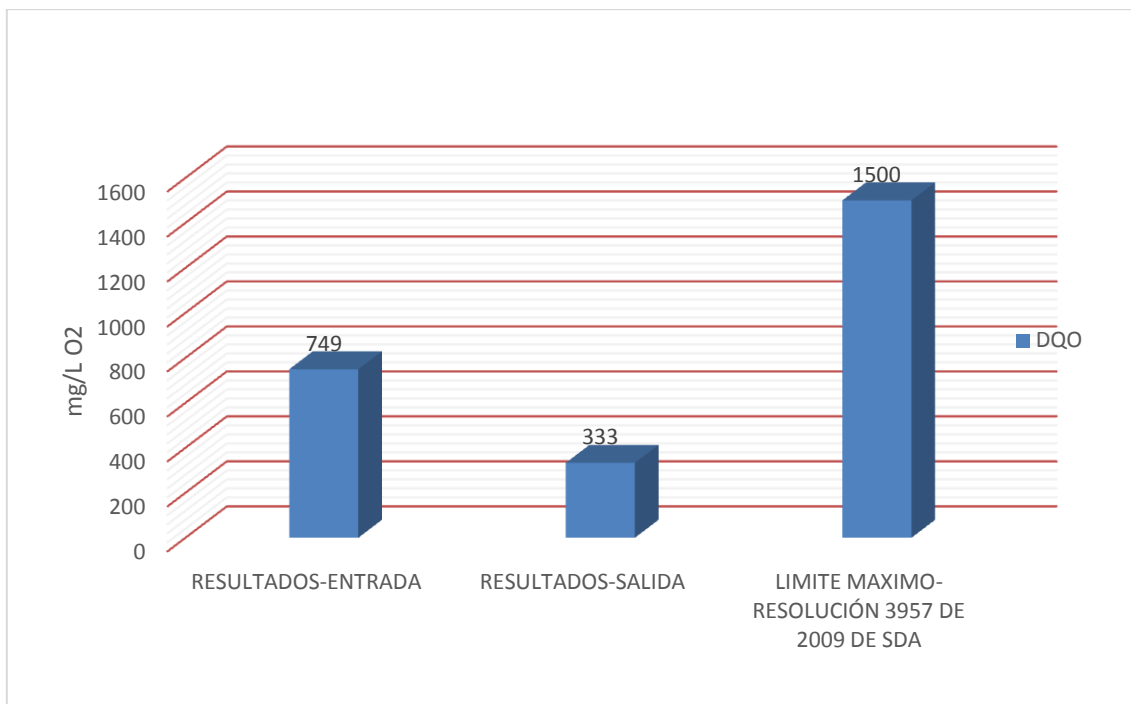


Fuente: Análisis de resultados Anteck. Autor. 2014.

2.6.2.6. DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (DQO).

Como observamos en la gráfica siguiente, la DQO analizada a la entrada y salida del humedal disminuye en su concentración eficientemente, estos se encuentran un 78% (1167 mg/L menos) por debajo del límite exigido por la norma Resolución 3957 de 2009, debido a la biodegradación ocurrida en el pozo séptico, sumando a su efectividad la activación de los procesos fisicoquímicos y microbiológicos que se dan a la interior del humedal.

Gráfico 6. Resultados del análisis de la DQO del agua residual domestica a la entrada y salida del humedal artificial.

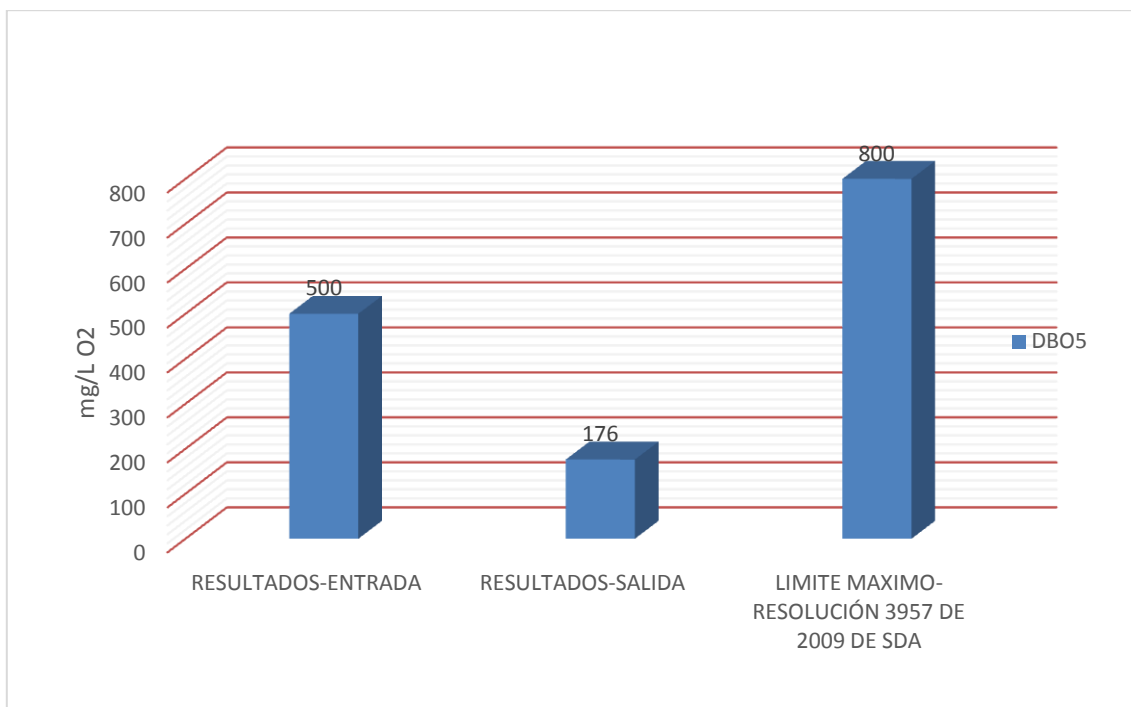


Fuente: Análisis de resultados Anteck. Autor. 2014.

2.6.2.7. DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGENO (DBO5).

Como observamos en la gráfica siguiente, la DBO5 analizada a la entrada y salida del humedal disminuye en su concentración eficientemente, estos se encuentran un 78% (624 mg/L menos) por debajo del límite exigido por la norma Resolución 3957 de 2009, debido a la biodegradación ocurrida en el pozo séptico, sumando a su efectividad la activación de los procesos fisicoquímicos y microbiológicos que se dan a la interior del humedal. Es importante que los proceso microbiológicos al interiores ocurren en condiciones anóxicas, lo cual quiere decir que existen bacteria anaeróbicas y aerobias facultativas que no requieren oxígeno para degradar la materia orgánica contenida en el agua residual.

Gráfico 7. Resultados del análisis de DBO5 del agua residual domestica a la entrada y salida del humedal artificial.



Fuente: Análisis de resultados Anteck. Autor. 2014.

Para conocer la remoción de este parámetro, se aplicó la fórmula contenida en el artículo 3, de la Resolución 3956 de 2009, donde:

$$C_c = Q * C * 0.0864 * (t/24)$$

Donde:

- ✓ Cc= Carga contaminante, en kilogramos por día (Kg/día).
- ✓ Q= caudal promedio en litros por segundo (l/s).
- ✓ C= concentración de la sustancia contaminante en miligramos por litro (mg/l).
- ✓ 0.0864= factor de conversión en unidades.
- ✓ T= tiempo de vertimiento del usuario en horas por día

Cálculo a la entrada del humedal:

$$C_c = 0.092 \text{ l/s} * 500 \text{ mg/l} * 0.0864 * (8.5/24) = 1.4076 \text{ (Kg/ día)}$$

Calculo a la salida de humedal:

$$C_c = 0.024 \text{ l/s} * 176 \text{ mg/l} * 0.0864 * (8.5/24) = 0.12925 \text{ (Kg/ día)}$$

Cálculo remoción de carga contaminante:

Tabla 06. Cálculo remoción de carga contaminante.

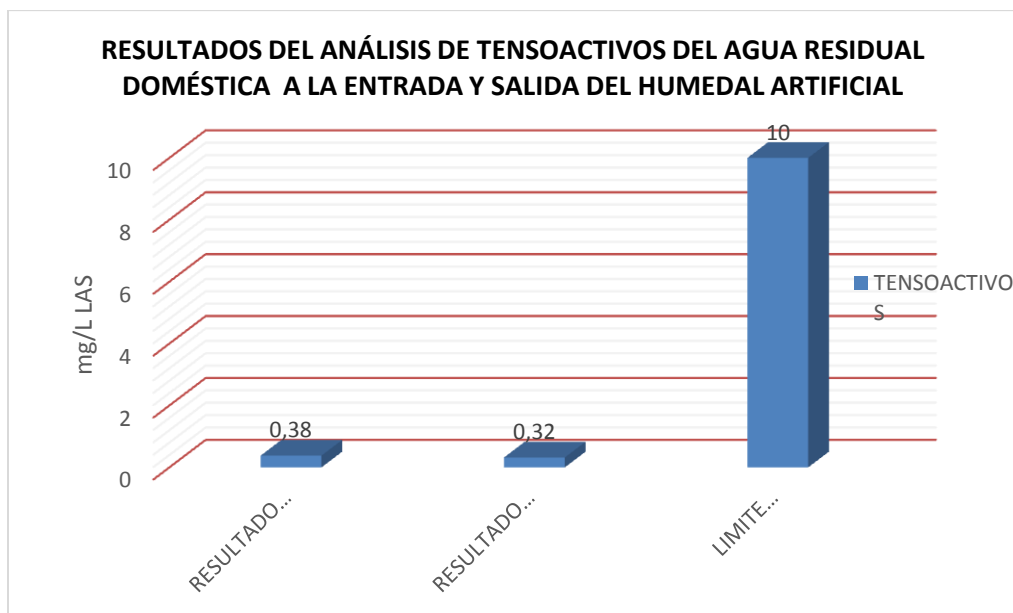
CARGA CONTAMINANTE ENTRADA HUMEDAL	1,4076	100%	REMOCIÓN
CARGA CONTAMINANTE SALIDA HUMEDAL	0,12925	9%	91%

Fuente: Autor. 2014.

2.6.2.8. *TENSOACTIVOS*

Como observamos en la gráfica siguiente, las concentraciones de tensoactivos analizados a la entrada y salida del humedal disminuyen eficientemente, estos se encuentran un 97% (9,68 mg/L menos) por debajo del límite exigido por la norma Resolución 3957 de 2009, debido a la biodegradación ocurrida en el pozo séptico, sumando a su efectividad la activación de los procesos fisicoquímicos y microbiológicos que se dan a la interior del humedal.

Gráfico 8. Resultados del análisis de tensoactivos del agua residual doméstica a la entrada y salida del humedal artificial



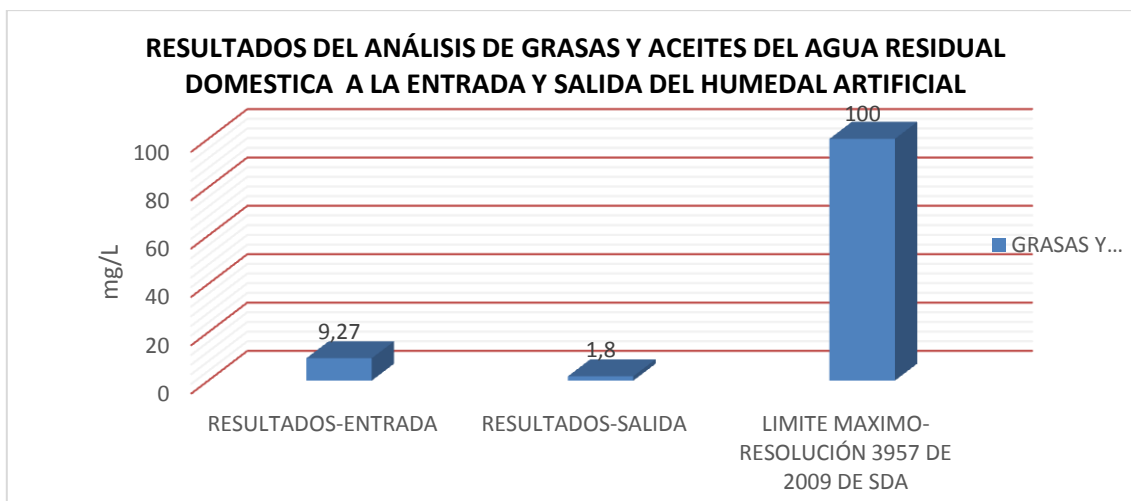
Fuente: Análisis de resultados Anteck. Autor. 2014.

2.6.2.9. GRASAS Y ACEITES

Como observamos en la gráfica siguiente, las concentraciones de grasas y aceites analizadas a la entrada y salida del humedal disminuyen eficientemente, estos se encuentran un 98% (98,2 mg/L menos) por debajo del límite exigido por la norma Resolución 3957 de 2009, debido a la alta eficiencia de la trampa de grasas instalada como apoyo a la existente.

Comparados con los límites permitidos de acuerdo a la Resolución 3956 de 2009, en su artículo 11, observamos que en este parámetro el vertimiento cumple, ya que se encuentra por debajo de límite máximo permitido que es 100 mg/l, ya que antes de infiltrarse al suelo tiene un valor de 1.8 mg/l 98% por debajo.

Gráfico 9 Resultados del análisis de grasas y aceites del agua residual domestica a la entrada y salida del humedal artificial

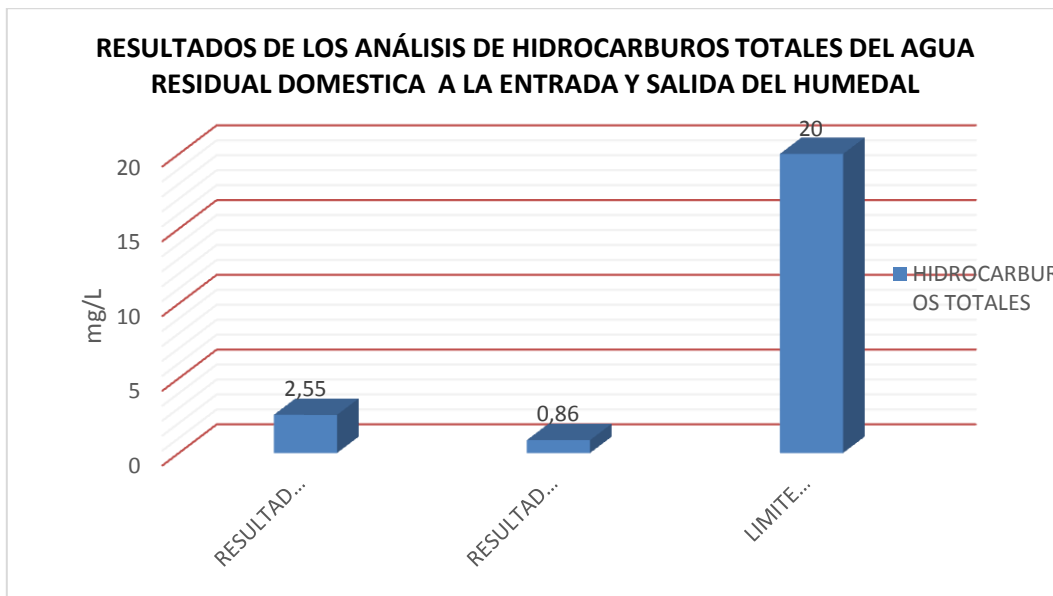


Fuente: Análisis de resultados Anteck. Autor. 2014.

2.6.2.10. HIDROCARBUROS TOTALES

Como observamos en la gráfica siguiente, las concentraciones de hidrocarburos totales analizados a la entrada y salida del humedal disminuyen eficientemente, estos se encuentran un 96% (19,14 mg/L menos) por debajo del límite exigido por la norma Resolución 3957 de 2009, debido a la alta eficiencia de la trampa de grasas instalada como apoyo a la existente.

Gráfico 10 Resultados de los análisis de hidrocarburos totales del agua residual domestica a la entrada y salida del humedal artificial



Fuente: Análisis de resultados Anteck. Autor. 2014.

2.6.2.11. COLIFORMES TOTALES

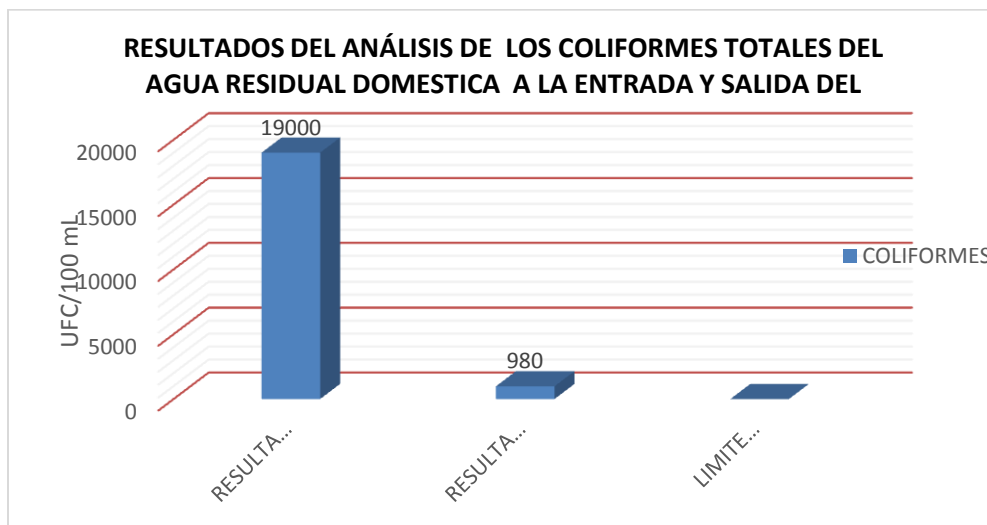
Como observamos en la gráfica siguiente, la presencia de coliformes totales, analizadas a la entrada y salida del humedal disminuyen eficientemente, estas se encuentran removidas en 95%. El resolución 3957 de 2009 no establece el límite máximo permitido para este parámetro ni la 3956 de 2009.

Tabla 07. Límites máximos permitidos resolución 3957 de 2009 para coliformes totales

CARGA CONTAMINANTE ENTRADA HUMEDAL	19000	100%	REMOCIÓN
CARGA CONTAMINANTE SALIDA HUMEDAL	980	5%	95%

Fuente: Autor. 2014.

Gráfico 11 Resultados del análisis de los coliformes totales del agua residual domestica a la entrada y salida del humedal artificial



Fuente: Análisis de resultados Anteck. Autor. 2014.

2.6.2.12. COLIFORMES FECALES

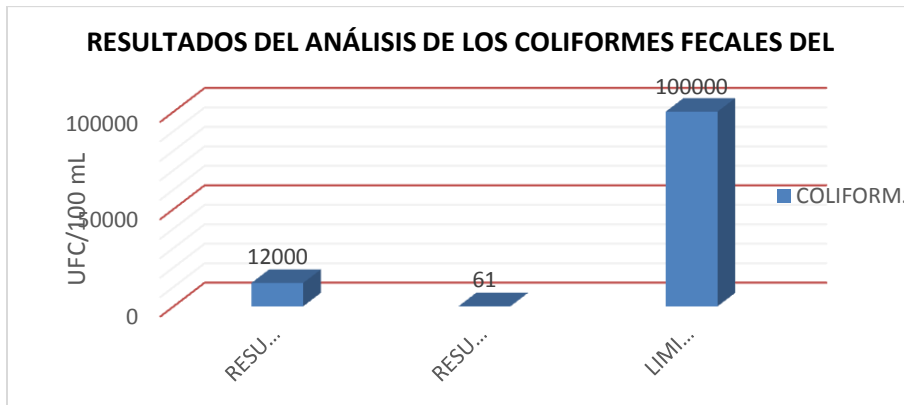
Como observamos en la gráfica siguiente, la presencia de coliformes fecales analizados a la entrada y salida del humedal es inexistente, estos se encuentran removido un 99. %, debido a la gran actividad microbiológica ocurrida en el lecho del humedal y al sistema de cloración instalado a la salida (caja de inspección salida).

Tabla 08. Límites permitidos resolución 3957 de 2009 para coliformes fecales

CARGA CONTAMINANTE ENTRADA HUMEDAL	12000	100%	REMOCIÓN
CARGA CONTAMINANTE SALIDA HUMEDAL	61	1%	99%

Fuente: Autor. 2014.

Gráfico 12 Resultados del análisis de los coliformes fecales del agua residual domestica a la entrada y salida del humedal artificial



Fuente: Análisis de resultados Anteck. Autor. 2014.

2.7. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL. PUNTO DE VERTIMIENTO N° 01.

2.7.1. EVALUACIÓN AMBIENTAL GLOBAL DE IMPACTOS

Tabla 09. Resultados Matriz de Leopold

PROCESO	1. ACTIVIDAD	2. ASPECTO	3. COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO	3. COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO	3. COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO	3. COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO	3. COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO	3. COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	5. ACCIÓN	5. ACCIÓN	6. IMPACTO	6. IMPACTO	7. FRECUENCIA	7. FRECUENCIA	7. FRECUENCIA
ACADEMICO Y	TRATAMIENTO DE AGUAS	VERTIMIENTOS DE	HIDROLÓGICO	GEOLÓGICO	ATMOSFÉRICO	BIOTICO: FLORA	BIÓTICO: FAUNA	SOCIAL	NORMAL	ANORMAL	INCIDENTE	EMERGENCIA	ACCIDENTE	DIRECTA	INDIRECTA	POSITIVO	NEGATIVO	NO OCURRIDO	ANUAL	MENSUAL
	DE SERVICIOS SANITARIOS	AGUAS RESIDUALES DE	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1				
	Y DE CAFETERIA EN																			
ADMINISTRATIVO	HUMEDAL ARTIFICIAL	TIPO DOMESTICO																		
SUMATORIA TOTAL DE ATRIBUTOS AMBIENTALES PARA EVALUACIÓN GLOBAL DE IMPACTO AMBIENTAL DEL VERTIMIENTO GENERADO EN EL COLEGIO LICESOP CHICO CAMPESTRES S.A.S.			1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

ANUAL	7. FRECUENCIA	0	0
MENSUAL	7. FRECUENCIA	0	0
MUY FRECUENTE	7. FRECUENCIA	2	2
ALTA	8. PROBABILIDAD.	1	1
MEDIA	8. PROBABILIDAD.	0	0
BAJA	8. PROBABILIDAD.	0	0
MUY ALTA	9. SEVERIDAD	0	0
MEDIA	9. SEVERIDAD	0	0
MODERADA	9. SEVERIDAD	0	0
BAJA	9. SEVERIDAD	1	1
PERMANENTE	10. DURACIÓN	1	1
INTERMITENTE	10. DURACIÓN	0	0
EPISODIICO	10. DURACIÓN	0	0
NO HA PASADO	10. DURACIÓN	0	0
LOCAL	11. ALCANCE	1	1
ZONAL	11. ALCANCE	0	0
GLOBAL	11. ALCANCE	0	0
REVERSIBLE	12. REVERSIBILIDAD	1	1
IRREVERSIBLE	12. REVERSIBILIDAD	0	0
SI	13. SENSIBILIDAD PUBLICA	1	1
NO	13. SENSIBILIDAD PUBLICA	0	0
APLICA ADECUACIÓN	14. LEGISLACIÓN APLICABLE	0	0
REQUIERE CONTROL	14. LEGISLACIÓN APLICABLE	1	1
NO EXISTE	14. LEGISLACIÓN APLICABLE	0	0
	15. VALORACIÓN. ALGORITMO PRENTO.	0	0

Fuente: Autor. 2014.

ANÁLISIS DE RESULTADOS:

- Como podemos ver en la tabla anterior, de evaluación global de impactos todos los componentes ambientales, el hidrológico, el geológico, el atmosférico el biótico (fauna y flora) y el social son afectados de manera directa, positivamente, por la implementación del proyecto de Humedal Artificial para el tratamiento de aguas de tipo doméstico en el L.C.C.

2.7.2. EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL POR COMPONENTES.

2.7.2.1. EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL COMPONENTE HIDROLÓGICO.

Tabla 10. Evaluación de Impacto Ambiental componente hidrológico.

3. COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO	NATURALEZA DEL IMPACTO (+ 0 -)	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	5. ACCIÓN	5. ACCIÓN	6. IMPACTO	6. IMPACTO	7. FRECUENCIA	7. FRECUENCIA	7. FRECUENCIA	7. FRECUENCIA	8. PROBABILIDAD.	8. PROBABILIDAD.	8. PROBABILIDAD.	9. SEVERIDAD	9. SEVERIDAD	9. SEVERIDAD	9. SEVERIDAD	10. DURACIÓN	10. DURACIÓN	10. DURACIÓN	10. DURACIÓN	11. ALCANCE	11. ALCANCE	11. ALCANCE	12. REVERSIBILIDAD	12. REVERSIBILIDAD	13. SENSIBILIDAD PUBLICA	13. SENSIBILIDAD PUBLICA	14. LEGISLACIÓN APLICABLE	14. LEGISLACIÓN APLICABLE	14. LEGISLACIÓN APLICABLE
HIDROLOGICO		NORMAL	ANORMAL	INCIDENTE	EMERGENCIA	ACCIDENTE	DIRECTA	INDIRECTA	POSITIVO	NEGATIVO	NO OCURRIDO	ANUAL	MENSUAL	MUY FRECUENTE	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY ALTA	MEDIA	MODERADA	BAJA	PERMANENTE	INTERMITENTE	EXPORÁDICO	NO HA PASADO	LOCAL	ZONAL	GLOBAL	REVERSIBLE	IRREVERSIBLE	SI	NO	APLICA ADECUACIÓN	REQUIERE CONTROL	NO EXISTE
SI	(+)	1	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	8	8	0	0	0	0	0	1	8	0	0	0	1	2	0	4	0	8	0	0	1	0
TOTAL ASPECTOS RELACIONADOS CON EL COMPONENTE		AGUA		6																															
FÓRMULA																																			
I=+- [3M +2 E+ FT+ PE + RV+A+PB+SP]/SUMATORIA TOTAL ASPECTOS																																			
RESULTADO																																			
8,17		FORMULA																																	
1,0		POSITIVO																																	
CALIFICACIÓN DEL IMPACTO		COMPATIBLE																																	
SIMPLE																																			

Fuente: Autor. 2014.

ANÁLISIS DE RESULTADOS: El componente hidrológico por la puesta en marcha del proyecto “humedal artificial” es afectado de manera positiva, y el impacto es COMPATIBLE, ya que si se observan los resultados de laboratorio acreditado y los análisis para cada parámetro, el humedal tiene una remoción del 68% de la carga contaminante, por debajo de los límites máximos permitidos por la Resolución 3957 DE 2009 y no hay sustancias de interés sanitario, lo cual implica que se está haciendo una eficiente gestión del recurso hídrico. Todas las sustancias que pueden contaminar este recurso, en el evento de que tenga contacto con aguas subterráneas por el nivel freático presentado, no tendrá problemas por contaminación por tensoactivos ya que se tiene una remoción del 97%, por grasas o aceites, ya que se tiene una remoción del 98%, hidrocarburos totales, ya que se tiene una remoción del 96% o por agentes biológicos ya que se tiene una remoción del 99.9% de Coliformes fecales.

2.7.2.2. EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL COMPONENTE GEOLÓGICO.

Tabla 11. Evaluación de impacto ambiental componente Geológico

3. COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO	NATURALEZA DEL IMPACTO (+ o -)	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	5. ACCIÓN	5. ACCIÓN	6. IMPACTO	6. IMPACTO	7. FRECUENCIA	7. FRECUENCIA	7. FRECUENCIA	7. FRECUENCIA	8. PROBABILIDAD.	8. PROBABILIDAD.	8. PROBABILIDAD.	9. SEVERIDAD	9. SEVERIDAD	9. SEVERIDAD	9. SEVERIDAD	10. DURACIÓN	10. DURACIÓN	10. DURACIÓN	10. DURACIÓN	11. ALCANCE	11. ALCANCE	11. ALCANCE	12. REVERSIBILIDAD	12. REVERSIBILIDAD	13. SENSIBILIDAD PUBLICA	13. SENSIBILIDAD PUBLICA	14. LEGISLACIÓN APLICABLE	14. LEGISLACIÓN APLICABLE	14. LEGISLACIÓN APLICABLE	
GEOLÓGICO		NORMAL	ANORMAL	INCIDENTE	EMERGENCIA	ACCIDENTE	DIRECTA	INDIRECTA	POSITIVO	NEGATIVO	NO OCURRIDO	ANUAL	MENSUAL	MUY FRECUENTE	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY ALTA	MEDIA	MODERADA	BAJA	PERMANENTE	INTERMITENTE	EXPORÁDICO	NO HA PASADO	LOCAL	ZONAL	GLOBAL	REVERSIBLE	IRREVERSIBLE	SI	NO	APLICA ADECUACIÓN	REQUIERE CONTROL	NO EXISTE	
SI	(+)	1	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	8	8	0	0	0	0	2	0	8	0	0	0	1	2	0	4	0	8	0	0	0	1	0
TOTAL ASPECTOS RELACIONADOS CON EL COMPONENTE																																				
		SUELO		6																																
FÓRMULA																																				
$I = \pm \frac{[3M + 2E + FT + PE + RV + A + PB + SP]}{\text{SUMATORIA TOTAL ASPECTOS}}$																																				
RESULTADO																																				
		8,67		FORMULA																																
		1,0		POSITIVO																																
CALIFICACIÓN DEL IMPACTO		COMPATIBLE																																		

Fuente: Autor. 2014.

ANÁLISIS DE RESULTADOS: El componente geológico por la puesta en marcha del proyecto “humedal artificial” es afectado de manera positiva, y el impacto es COMPATIBLE, ya que si se observan los resultados de laboratorio acreditado y los análisis para cada parámetro, el humedal tiene una remoción del 68% de la carga contaminante, por debajo de los límites máximos permitidos por la Resolución 3957 DE 2009 y no hay sustancias de interés sanitario, que puedan causar un impacto negativo en el recurso, los lodos generados, en el evento de efectuarse una limpieza del lecho del humedal son ricos en materia orgánica y nutrientes que una vez estabilizados con cal y expuestos al sol, pueden ser utilizados como abono para plantas de jardín y pastizales. En cuanto al área de influencia directa, del suelo donde se infiltra el vertimiento, no tendrá problemas de aporte de sólidos que puedan obstruir la tubería ya que se está logrando una remoción de sólidos suspendidos totales del 88% y sólidos sedimentables del 90%, el suelo no presentará contaminación por grasas y aceites ya que se tiene una remoción del 98% con la nueva trampa de grasas implementada y la ayuda de otros microorganismos. El colegio usa jabones biodegradables lo cual hace que la remoción de estos sea efectiva en el humedal alcanzando un 97%, por debajo del límite de la norma lo cual, implica, que tampoco exista contaminación del suelo por sustancias que contengan estos tensoactivos.

2.7.2.3. EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL COMPONENTE ATMOSFÉRICO.

Tabla 12. Evaluación de impacto ambiental componente atmosférico

3. COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO	NATURALEZA DEL IMPACTO (+ O -)	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	5. ACCIÓN	5. ACCIÓN	6. IMPACTO	6. IMPACTO	7. FRECUENCIA	7. FRECUENCIA	7. FRECUENCIA	7. FRECUENCIA	8. PROBABILIDAD.	8. PROBABILIDAD.	8. PROBABILIDAD.	9. SEVERIDAD	9. SEVERIDAD	9. SEVERIDAD	9. SEVERIDAD	10. DURACIÓN	10. DURACIÓN	10. DURACIÓN	10. DURACIÓN	11. ALCANCE	11. ALCANCE	11. ALCANCE	12. REVERSIBILIDAD	12. REVERSIBILIDAD	13. SENSIBILIDAD PUBLICA	13. SENSIBILIDAD PUBLICA	14. LEGISLACIÓN APLICABLE	14. LEGISLACIÓN APLICABLE	14. LEGISLACIÓN APLICABLE	14. LEGISLACIÓN APLICABLE
		NORMAL	ANORMAL	INCIDENTE	EMERGENCIA	ACCIDENTE	DIRECTA	INDIRECTA	POSITIVO	NEGATIVO	NO OCURRIDO	ANUAL	MENSUAL	MUY FRECUENTE	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY ALTA	MEDIA	MODERADA	BAJA	PERMANENTE	INTERMITENTE	EXPORÁDICO	NO HA PASADO	LOCAL	ZONAL	GLOBAL	REVERSIBLE	IRREVERSIBLE	SI	NO	APLICA ADECUACIÓN	REQUIERE CONTROL	NO EXISTE	NO EXISTE
SI	(+)	1	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	8	8	0	0	0	0	0	1	8	0	0	0	1	2	0	4	0	8	0	0	1	0	
TOTAL ASPECTOS RELACIONADOS CON EL COMPONENTE																																				
AIRE		6																																		
FÓRMULA																																				
$I = \pm [3M + 2E + FT + PE + RV + A + PB + SP] / \text{SUMATORIA TOTAL ASPECTOS}$																																				
RESULTADO																																				
6,166666667		FORMULA																																		
0,770833333		POSITIVO																																		
CALIFICACIÓN DEL IMPACTO		COMPATIBLE																																		

Fuente: Autor. 2014.

ANÁLISIS DE RESULTADOS: El componente atmosférico por la puesta en marcha del proyecto “humedal artificial” es afectado de manera positiva, y el impacto es COMPATIBLE, ya que si se observan los resultados de laboratorio acreditado y los análisis para cada parámetro, el humedal por ser un sistema compuesto por fauna y flora, ayuda a controlar los gases emanados de los procesos de biodegradación natural que ocurre en el pozo y en el agua, aunque se requeriría un estudio más especializado (que es muy costoso para el colegio), se puede inferir desde que hay un ciclo de gases regulado por la actividad biológica, la simbiosis, ya que los gases son atrapados en los poros del lecho del humedal. En la profesión ambiental, las plantas emiten oxígeno y absorben Dióxido de carbono que puede generarse de la depuración de las aguas y las condiciones anóxicas del humedal por donde circula el agua, hacen que las bacterias sulfurosas, que son aeróbicas y oxidantes, productoras de mal olor, no progresen ya que este medio no se los permite.

2.7.2.4. EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL COMPONENTE BIÓTICO FLORA

Tabla 13. Evaluación de Impacto Ambiental componente Biótico - Flora

3. COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO	NATURALEZA DEL IMPACTO (+ O	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	5. ACCIÓN	5. ACCIÓN	6. IMPACTO	6. IMPACTO	7. FRECUENCIA	7. FRECUENCIA	7. FRECUENCIA	7. FRECUENCIA	8. PROBABILIDAD.	8. PROBABILIDAD.	8. PROBABILIDAD.	9. SEVERIDAD	9. SEVERIDAD	9. SEVERIDAD	9. SEVERIDAD	10. DURACIÓN	10. DURACIÓN	10. DURACIÓN	10. DURACIÓN	11. ALCANCE	11. ALCANCE	11. ALCANCE	12. REVERSIBILIDAD	12. REVERSIBILIDAD	13. SENSIBILIDAD PUBLICA	13. SENSIBILIDAD PUBLICA	14. LEGISLACIÓN APLICABLE	14. LEGISLACIÓN APLICABLE	14. LEGISLACIÓN APLICABLE	14. LEGISLACIÓN APLICABLE
BIOTICO: FLORA		NORMAL	ANORMAL	INCIDENTE	EMERGENCIA	ACCIDENTE	DIRECTA	INDIRECTA	POSITIVO	NEGATIVO	NO OCURRIDO	ANUAL	MENSUAL	MUY FRECUENTE	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY ALTA	MEDIA	MODERADA	BAJA	PERMANENTE	INTERMITENTE	EXPORÁDICO	NO HA PASADO	LOCAL	ZONAL	GLOBAL	REVERSIBLE	IRREVERSIBLE	SI	NO	APLICA ADECUACIÓ	REQUIERE CONTROL	NO EXISTE	NO EXISTE
SI	(+)	1	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	8	8	0	0	0	0	2	0	8	0	0	0	0	2	0	4	0	8	0	0	1	0	
TOTAL ASPECTOS RELACIONADOS CON EL COMPONENTE																																				
FLORA		6																																		
I=+- [3M +2 E+ FT+ PE + RV+A+PB+SP]/SUMATORIA TOTAL ASPECTOS																																				
RESULTADO																																				
8,333333333		FORMULA																																		
1,4		POSITIVO																																		
CALIFICACIÓN DEL IMPACTO		COMPATIBLE																																		

Fuente: Autor. 2014.

ANÁLISIS DE RESULTADOS: El componente biótico en su subcomponente flora, por la puesta en marcha del proyecto “humedal artificial” es afectado de manera positiva, y el impacto es COMPATIBLE, ya que al ser un sistema vivo, ayuda a la propagación de especies propias de humedal como espadaña, juncos, papiros, junquillos, buchones, etc., lo cual contribuye a aumentar la riqueza florística del colegio, convirtiéndose en un aula ambiental para los estudiantes, docentes y visitantes, puesto que es un ejemplo de la importancia ecosistémica en la depuración de las aguas de las fuentes superficiales. No hay impacto negativo, ya que para implementar el humedal no se tuvo que remover especies nativas o introducidas para su construcción.

2.7.2.5. EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL COMPONENTE BIÓTICO FAUNA

Tabla 14. Evaluación de Impacto ambiental Componente Biótico -Fauna

3. COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO	NATURALEZA DEL IMPACTO (+ o -)	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	5. ACCIÓN	5. ACCIÓN	6. IMPACTO	6. IMPACTO	7. FRECUENCIA	7. FRECUENCIA	7. FRECUENCIA	8. PROBABILIDAD.	8. PROBABILIDAD.	8. PROBABILIDAD.	9. SEVERIDAD	9. SEVERIDAD	9. SEVERIDAD	9. SEVERIDAD	10. DURACIÓN	10. DURACIÓN	10. DURACIÓN	10. DURACIÓN	11. ALCANCE	11. ALCANCE	11. ALCANCE	12. REVERSIBILIDAD	12. REVERSIBILIDAD	13. SENSIBILIDAD PUBLICA	13. SENSIBILIDAD PUBLICA	14. LEGISLACIÓN APLICABLE	14. LEGISLACIÓN APLICABLE	14. LEGISLACIÓN APLICABLE	14. LEGISLACIÓN APLICABLE	
BIOTICO: FAUNA		NORMAL	ANORMAL	INCIDENTE	EMERGENCIA	ACCIDENTE	DIRECTA	INDIRECTA	POSITIVO	NEGATIVO	NO OCURRIDO	ANUAL	MENSUAL	MUY FRECUENTE	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY ALTA	MEDIA	MODERADA	BAJA	PERMANENTE	INTERMITENTE	EXPORÁDICO	NO HA PASADO	LOCAL	ZONAL	GLOBAL	REVERSIBLE	IRREVERSIBLE	SI	NO	APLICA ADECUACIÓN	REQUIERE CONTROL	NO EXISTE	NO EXISTE
SI	(+)	1	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	8	8	0	0	0	0	2	0	8	0	0	0	0	2	0	4	0	8	0	0	1	0	
TOTAL ASPECTOS RELACIONADOS CON EL COMPONENTE																																				
FLORA		6																																		
I=+- [3M +2 E+ FT+ PE + RV+A+PB+SP]/SUMATORIA TOTAL ASPECTOS																																				
RESULTADO																																				
8,333333333		FORMULA																																		
1,4		POSITIVO																																		
CALIFICACIÓN DEL IMPACTO		COMPATIBLE																																		

Fuente: Autor. 2014.

ANÁLISIS DE RESULTADOS: El componente biótico en su subcomponente fauna, por la puesta en marcha del proyecto “humedal artificial” es afectado de manera positiva, y el impacto es COMPATIBLE, ya que al ser un sistema vivo, ayuda a la oferta de servicios ambientales a las especies migratorias y nativas que requieren de estos ecosistemas tanto para anidación como para alimentación.

2.7.2.6. EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL COMPONENTE SOCIAL

Tabla 15. Evaluación de impacto ambiental componente social





3. COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO	NATURALEZA DEL IMPACTO (+ o -)	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	4. OPERACIÓN SITUACIÓN.	5. ACCIÓN	5. ACCIÓN	6. IMPACTO	6. IMPACTO	7. FRECUENCIA	7. FRECUENCIA	7. FRECUENCIA	7. FRECUENCIA	8. PROBABILIDAD.	8. PROBABILIDAD.	8. PROBABILIDAD.	9. SEVERIDAD	9. SEVERIDAD	9. SEVERIDAD	9. SEVERIDAD	10. DURACIÓN	10. DURACIÓN	10. DURACIÓN	10. DURACIÓN	11. ALCANCE	11. ALCANCE	11. ALCANCE	12. REVERSIBILIDAD	12. REVERSIBILIDAD	13. SENSIBILIDAD PUBLICA	13. SENSIBILIDAD PUBLICA	14. LEGISLACIÓN APLICABLE	14. LEGISLACIÓN APLICABLE	14. LEGISLACIÓN APLICABLE	14. LEGISLACIÓN APLICABLE
SOCIAL		NORMAL	ANORMAL	INCIDENTE	EMERGENCIA	ACCIDENTE	DIRECTA	INDIRECTA	POSITIVO	NEGATIVO	NO OCURRIDO	ANUAL	MENSUAL	MUY FRECUENTE	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY ALTA	MEDIA	MODERADA	BAJA	PERMANENTE	INTERMITENTE	EXPORÁDICO	NO HA PASADO	LOCAL	ZONAL	GLOBAL	REVERSIBLE	IRREVERSIBLE	SI	NO	APLICA ADECUACIÓ	REQUIERE CONTROL	NO EXISTE	NO EXISTE
SI	(+)	1	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	8	8	0	0	0	4	0	2	8	0	0	0	1	0	0	4	0	8	0	0	1	0	1
TOTAL ASPECTOS RELACIONADOS CON EL COMPONENTE SOCIAL																																				
		6																																		
I=+- [3M +2 E+ FT+ PE + RV+A+PB+SP]/SUMATORIA TOTAL ASPECTOS																																				
RESULTADO																																				
8		FORMULA																																		
0,9		POSITIVO																																		
CALIFICACIÓN DEL IMPACTO		MODERADO																																		

Fuente: Autor. 2014.

ANÁLISIS DE RESULTADOS: El componente Social, por la puesta en marcha del proyecto “humedal artificial” es afectado de manera positiva, y el impacto es COMPATIBLE, ya que el sistema se convierte en un aula ambiental que refleja la importancias de los servicios ambientales que presenta el ecosistema acuático, contribuyendo a la educación ambiental de para la población, si se observa la delimitación de la zona de influencia directa e indirecta del proyecto, de manera indirecta, según los cálculos de los efluentes que se están infiltrando y aportando al suelo, hay una baja probabilidad de que se causen impactos negativos a la población circundante.

2.7.3. CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL VERTIMIENTO PUNTO 01, TRAMO 01.

De acuerdo a los resultados arrojados tras la aplicación de la metodología de evaluación ambiental utilizada, se concluye que:

-  El impacto ambiental tras la puesta en marcha de la alternativa de tratamiento utilizada “Humedal Artificial” para las aguas residuales de tipo doméstico es positivo y compatible con todos los componentes ambientales.
-  Las eficiencias de remoción que se encuentran calculadas a través los límites máximos permisibles, la cuales se encuentran por debajo de estos valores, sacando el promedio de todas las eficiencias, tenemos que el humedal está removiendo el 68% de los contaminantes, debajo los límites permisibles. Expuestos en la Resolución 3957 de 2009.
-  El agua vertida puede ser utilizada sin riesgo alguno para regar pastos y/o construir un tanque de almacenamiento para ser recirculado a sanitarios y así ahorrar el consumo de agua.
-  El humedal artificial además de ser un proyecto que permite el cumplimiento normativo en materia de vertimientos al LCC, es un sistema que aporta a la educación ambiental de los estudiantes, docentes y visitantes ya que se convierte en un “Aula Ambiental” donde se puede ver física, química, biología y ecología.

3. BIBLIOGRAFIA

DAMA. Adaptación con base en la información consignada en "Ecosistemas Estratégicos". Bogotá D.C., 2007.

MAVDT. Guía práctica para formular evaluaciones ambientales estratégicas en Colombia. Bogotá, febrero 2008. Pág.: 25 y 26.

R. RUBERTO. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Editorial Mundi prensa. España, 2006.

REDMSA S.A.S Diseños hidráulicos. Bogotá D.C., 2013

ANTECK S.A. Informe de caracterización de aguas residuales. Bogotá D.C., 2014.