RESUMEN - TESIS DE GRADO

AUTORES	**JESUS ALEXIS GARCIA URIBE**
FACULTAD	**CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE**
PLAN DE ESTUDIOS	**INGENIERIA AMBIENTAL**
DIRECTOR	**LUISA FERNANDA MARTINEZ**
TÍTULO DE LA TESIS	**MEDICION DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACION DEL MUNICIPIO DE GAMARRA, CESAR**

RESUMEN
(70 palabras aproximadamente)

LA PASANTÍA SE REALIZO EN LA EMPRESAS DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS Y ALCANTARILLADO DE GAMARRA, CESAR. TENIENDO COMO OBJETIVO PRINCIPAL MEDIR LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN DEL MUNICIPIO. DEBIDO AL DESCONOCIMIENTO DEL GRADO DE REMOCIÓN QUE ESTA VIENE PRESENTANDO DADO A DIFERENTES PROBLEMAS DE DISEÑO.

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 41	PLANOS:	ILUSTRACIONES: 4	CD-ROM: 1

MEDICION DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACION DEL MUNICIPIO DE GAMARRA, CESAR

JESUS ALEXIS GARCIA URIBE

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
INGENIERIA AMBIENTAL
OCAÑA
2015

MEDICION DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACION DEL MUNICIPIO DE GAMARRA, CESAR

JESUS ALEXIS GARCIA URIBE

Informe final de pasantías presentado para optar el título de Ingeniero Ambiental

Director
LUISA FERNANDA MARTINEZ
Ingeniera Ambiental

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
INGENIERIA AMBIETAL
OCAÑA
2015

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCION 11

1. MEDICION DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACION DE GAMARRA, CESAR. 12
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE GAMARRA-CESAR "EMPUGAM" S.A.S. E.S.P. 12
1.1.1 Misión 12
1.1.2 Visión 12
1.1.3 Objetivos de EMPUGAM S.A.S. E.S.P 12
1.1.4 Descripción de la dependencia 12
1.1.5 Descripción de la dependencia 13
1.2 DIAGNÓSTICO INICIAL DE LA DEPENDENCIA ASIGNADA 13
1.2.1 Planteamiento del problema 15
1.3 OBJETIVOS DE LA PASANTÍA 15
1.3.1 General 15
1.3.2 Específicos 15
1.4 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLAR EN LA MISMA 16

2. ENFOQUE REFERENCIAL 17
2.1. ENFOQUE CONCEPTUAL 17
2.2 ENFOQUE LEGAL 20

3. INFORME DE CUMPLIMIENTO DE TRABAJO 23
3.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS 23

4. DIAGNOSTICO FINAL 36

5. CONCLUSIONES 37

6. RECOMENDACIONES 38

REFERENCIAS DOCUMENTALES ELECTRÓNICAS 39

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Organigrama EMPUGAM S.A.S E.S.P. 13

LISTA DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. MATRIZ DOFA 13
Cuadro 2. Actividades a desarrollar 16
Cuadro 3. Resultados de análisis de agua del 26 de junio de 2014 29
Cuadro 4. Resultados de análisis de aguas del 20 de noviembre de 2014 29
Cuadro 5. Características típicas del agua residual municipal. 30
Cuadro 6. Comparación de las concentraciones del efluente con características típicas de agua residual municipal 30
Cuadro 7. Resultados de laboratorio entrada y salida 31
Cuadro 8. Indicadores del cuerpo receptor y vertimiento final 33
Cuadro 9. Valores máximos permisibles de vertimiento de aguas residuales 34

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Pág.

Fotografía 1. Laguna de estabilización 27
Fotografía 2. Punto de toma de muestra en la entrada a la laguna de estabilización. 27
Fotografía 3. Punto de toma de muestra en la salida de la laguna de estabilización. 28
Fotografía 4. Toma de parámetros en campo. 28

RESUMEN

El municipio de gamarra cuenta con la aprobación del plan de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV) desde el 2010 para el manejo de sus aguas residuales, buscando la descontaminación de los cuerpos de agua receptores.

Teniendo como objetivo principal medir la eficiencia del sistema de tratamiento de la laguna de estabilización del municipio. Debido al desconocimiento del grado de remoción que esta viene presentando dado a diferentes problemas de diseño, que lleva al desconocimiento de los caudales que se manejan por la falta de información al respecto.

Para obtener el resultado deseado se llevó a cabo una recolección de información con respecto a la laguna de estabilización y una toma de datos en campo. Para poder obtener información fundamental para la toma de acciones con el fin de dar cumplimiento a las obligaciones adquiridas con la autoridad ambiental correspondiente y contar con un soporte fundamentado para llevar acabo las actividades a corto, mediano y largo plazo planteada en el plan de saneamiento y manejo de vertimientos. Obteniendo resultados de remoción de DBO y SST de 20.253 % y 21.345 % respectivamente.

INTRODUCCION

El manejo inadecuado de las aguas residuales en el país ha intensificado una problemática ambiental, debido a la contaminación del recurso hídrico, donde se considera que no se reporta una aceptable eficiencia y operación de las insuficientes plantas de tratamiento del país.

Esta problemática socio ambiental ha llevado a la toma de decisiones por parte de las autoridades ambientales generando un instrumento de planificación como el plan de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV). Teniendo como propósito fundamental avanzar en forma realista y concreta en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos de las aguas residuales domésticas, contribuyendo así a la descontaminación de las fuentes de agua receptoras.

Llevando esto a un objetivo fundamental como realizar el adecuado mantenimiento y optimización de los sistemas de alcantarillado y PTAR, en el municipio de gamarra, cesar. Mediante la medición de la eficiencia del sistema de tratamiento.

1. MEDICION DE LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACION DE GAMARRA, CESAR.

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE GAMARRA-CESAR "EMPUGAM" S.A.S. E.S.P.

Es una sociedad por acciones simplificadas que utiliza el acrónimo de EMPUGAM S.A.S. cumpliendo con lo establecido en la ley 142 de 1994 llevando como sigla E.S.P.

La actividad económica de la empresa de servicios públicos de EMPUGAM S.A.S. E.S.P. Se fundamente en la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado, encargada así de velar por el buen funcionamiento de los mismos, así como el rendimiento de informes a los entes de control cumpliendo con las peticiones, quejas y reclamos realizados por los usuarios optimizando los procesos continuamente sirviendo con calidad y pensando en el bienestar de la comunidad del municipio de Gamarra, Cesar.

1.1.1 Misión. Somos la Empresa de servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado oficial de los Gamarrenses, dedicada a satisfacer las necesidades de sus usuarios con calidad y eficiencia, ampliando continuamente la cobertura en niveles de excelencia, generando como valores agregados permanentes, el fomento del desarrollo socioeconómico sostenible y la preservación del medio ambiente.

1.1.2 Visión. Ser en el 2024 una empresa líder en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado que a partir del conocimiento y sugerencias de sus usuarios mejore constantemente y promueva la calidad de vida de la ciudadanía en general, para generar desarrollo económico del entorno y retribuciones financieras para el Municipio de Gamarra-Cesar y así lograr satisfacer las necesidades de sus habitantes operando bajo criterios de sostenibilidad y competitividad.

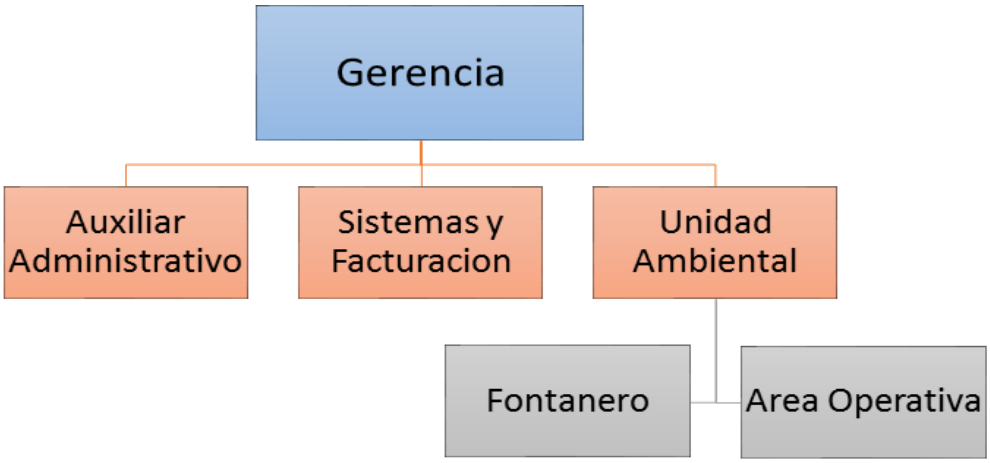
1.1.3 Objetivos de EMPUGAM S.A.S. E.S.P. Ser líderes en la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado mediante la participación de nuestros usuarios en la mejora de los procesos.

En EMPUGAM S.A.S E.S.P. estamos comprometidos con el bienestar y el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes, mediante la provisión de los servicios públicos con eficiencia, compromiso, honestidad, oportunidad y lealtad. Para ello, contamos con la contribución de la comunidad para el desarrollo municipal, donde esta puede cumplir sus deberes y hacer valer sus derechos, buscando así el fortalecimiento de la empresa y de todo el entorno.

1.1.4 Descripción de la estructura organizacional. La empresa de servicios públicos de Gamarra-cesar está encabezada por la gerencia al cual se le atribuye la máxima autoridad, seguido por las dependencias de auxiliar administrativo, sistemas y facturación y la unidad

ambiental, la cual se apoya en la función de dos dependencias como lo son: fontanero y área operativa (véase figura 1)

Figura 1. Organigrama EMPUGAM S.A.S E.S.P.



Fuente. Pasante del proyecto

1.1.5 Descripción de la dependencia. La unidad Ambiental es una dependencia dentro de la empresa de servicios públicos de gamarra, encargada del adecuado funcionamiento y cumplimiento de los programas ambientales a los que debe dar cumplimiento ante la autoridad ambiental correspondiente. Con el fin de prevenir, controlar y mitigar los impactos generados en el entorno del municipio.

1.2 DIAGNÓSTICO INICIAL DE LA DEPENDENCIA ASIGNADA

Cuadro 1. MATRIZ DOFA

	FORTALEZAS	**DEBILIDADES**
Ambiente Interno / **Ambiente Externo**	-Se cuenta con plan de saneamiento y manejos de vertimientos. -Se elaboró el plan de uso eficiente y ahorro de agua. -Implementación de algunas actividades de los planes con los que cuenta. -Compromiso de mejorar el	-Falta de recursos económicos, humanos y tecnológicos. -Carencia de términos de referencia para el manejo del sistema. -Falta de seguimiento y control a los planes ambientales.

Cuadro 1. (Continuación)

	desempeño ambiental de la empresa. -Recurso hídrico suficiente para el abastecimiento de la población.	-insuficiencia en cobertura de alcantarillado. -Ausencia de sistemas de tratamiento de aguas residuales.
OPORTUNIDADES	**FO**	**DO**
-Compromiso del estado. -Mejores prácticas para mejorar los servicios prestados. -Información necesaria para el seguimiento de actividades. -Normatividad ambiental aplicable.	-Implementación de programas del plan de saneamiento y manejo de vertimientos y del plan de uso eficiente y ahorro de agua. -Generar estrategias para mejorar la eficiencia del sistema. -Cumplimiento de la normatividad ambiental. -Seguimiento y control a las actividades realizadas en los diferentes procesos.	-Gestionar recursos del estado por medio de proyectos. -Establecer manuales de operación para el manejo del sistema. -Implementación de mejores prácticas para mejorar los sistemas de tratamiento.
AMENAZAS	**FA**	**DA**
-Contaminación por vertimientos. -Falta de separación de aguas lluvias del alcantarillado de aguas negras. -Daños a la infraestructura del sistema. -Riesgo al recuro hídrico por el cambio climático o el mal uso de la sociedad. -Inconvenientes para realizar actividades por parte de la comunidad.	-Implementación del plan de saneamiento y manejo de vertimientos para eliminar los vertimientos. -Realizar actividades para el aprovechamiento sostenible del recurso hídrico. -Aprovechar el compromiso con el que se cuenta para trabajar con la comunidad en actividades de concientización.	-Aprovechamiento de los recursos existentes al máximo para contrarrestar afectaciones al recurso hídrico. -Mejorar el funcionamiento de los sistemas de tratamiento existentes.

Fuente. Pasante del proyecto

1.2.1 Planteamiento del problema. El municipio de Gamarra Cesar, cuenta con el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) en su componente urbano, el cual fue aprobado mediante Resolución N° 358 de fecha 26 de Marzo del 2010 por la corporación autónoma regional del Cesar(Corpocesar).

El PSMV contiene cuatro programas, los cuales son:

Programa concientización en materia de ahorro de agua.
Programa ampliación de cobertura de alcantarillado sanitario urbano.
Programa construcción de las PTAR del municipio de Gamarra.
Programa de mantenimiento y operación eficiente de los sistemas de alcantarillado sanitario y PTAR.

Dentro del programa de mantenimiento y operación eficiente de los sistemas de alcantarillado y PTAR. Se plantea la medición de la eficiencia del sistema de tratamiento el cual se desconoce debido al incumplimiento de las actividades planteadas en el PSMV y al inadecuado manejo que presenta la laguna de estabilización en cuanto a su mantenimiento y buena operación. Además de las dificultades de diseño que presenta, impidiendo conocer volúmenes de entrada al sistema de tratamiento, impidiendo obtener información precisa que pueda determinar el funcionamiento en cuanto al tratamiento de las aguas residuales.

Dado a esto se hace necesario la medición de la eficiencia del sistema de tratamiento para dar cumplimiento a las actividades establecidas en el PSMV y poder determinar el % de remoción de sustancias de interés y establecer los caudales y volúmenes de entrada al sistema de tratamiento, con el fin de plantear soluciones que ayuden al mejoramiento de la laguna de estabilización.

1.3 OBJETIVOS DE LA PASANTÍA.

1.3.1 General. Medir la eficiencia del sistema de tratamiento de la laguna de estabilización del municipio de Gamarra, Cesar

1.3.2 Específicos. Determinar la carga contaminante del afluente del sistema de tratamiento.

Determinar la carga contaminante del efluente descargado por el sistema de tratamiento.

Establecer el nivel de carga contaminante removida del sistema de tratamiento.

Generar estrategias para la optimización del sistema de tratamiento de aguas residuales.

1.4 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN LA MISMA.

Cuadro 2. Actividades a desarrollar

Objetivo General	Objetivo Específicos	Actividades a desarrollar
Medir la eficiencia del sistema de tratamiento de la laguna de estabilización del municipio de Gamarra, Cesar .	Determinar la carga contaminante del afluente del sistema de tratamiento.	Descripción del afluente del sistema de tratamiento.
		Hallar el volumen de agua residual colectada.
		Realizar muestras de caracterización de las aguas residuales
	Determinar la carga contaminante del efluente descargado por el sistema de tratamiento.	Realizar muestras de caracterización al efluente.
		Hallar la cantidad de carga contaminada asociada por vertimiento.
		Analizar el vertimiento con el cuerpo de agua receptor.
	Establecer el nivel de carga contaminante removida del sistema de tratamiento.	Determinar la eficiencia de la remoción de DBO y SST
		Analizar el nivel de remoción con la normatividad.
		Comparar el nivel de carga contaminada removida con los indicadores establecidos en el PSMV.
	Generar estrategias para la optimización del sistema de tratamiento de aguas residuales.	Plantear soluciones para el mejoramiento de la laguna de estabilización.

Fuente. Pasante del proyecto

2. ENFOQUE REFERENCIAL

2.1. ENFOQUE CONCEPTUAL

Plan de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV) "Es el conjunto de programas, proyectos y actividades, con sus respectivos cronogramas e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos, incluyendo la recolección, transporte, tratamiento y disposición final de las aguas residuales descargadas al sistema público de alcantarillado, tanto sanitario como pluvial, los cuales deberán estar articulados con los objetivos y las metas de calidad y uso que defina la autoridad ambiental competente para la corriente. Tramo o cuerpo de agua."[1]

PSMV de Gamarra, Cesar. Busca identificar, encaminar y cuantificar las acciones necesarias para avanzar en el saneamiento de los vertimientos puntuales existen y/o futuros, para la obtención de beneficios ambientales y sociales.

Aguas residuales se le denominan "a los líquidos que han sido utilizados en las actividades diarias de una ciudad (domésticas, comerciales, industriales y de servicios)."[2]
"Es decir, Agua que contiene material disuelto y en suspensión, luego de ser usada por una comunidad o industria"[3]

Donde encontramos las **Aguas residuales domesticas** que "son procedentes de los hogares, así como las de las instalaciones en las cuales se desarrollan actividades industriales, comerciales o de servicios y que corresponden a:

Descargas de los retretes y servicios sanitarios.
Descargas de los sistemas de aseo personal (duchas y lavados), de las áreas de cocinas y cocinetas, de las pocetas de lavado de elementos de aseo y lavado de paredes y pisos y del lavado de ropa (No se incluyen las de los servicios de lavandería industrial)"[4]

Un **Vertimientos** es "cualquier descarga final de un elemento, sustancia o compuesto, que contenido en un líquido residual de cualquier origen, ya sea agrícola, minero, industrial, de servicios, aguas residuales a un cuerpo de agua, canal, al suelo o el subsuelo."[5]

---

[1] RESOLUCION 1433 DcitE 2004. [en línea][citado el 09 de junio de 2015] Disponible en internet: http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=15603
[2] Depuración de aguas residuales. [en línea][citado el 09 de junio de 2015] Disponible en internet: http://www.navarra.es/NR/rdonlyres/D49F54B3-3E90-4E8E-B4B9-89B282D89410/0/5depuracionaguasresiduales.pdf
[3] PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HIDRICO DE LA QUEBRADA EL BELÉN Y MAGDALENA CON JURISDICCIÓN EN EL MUNICIPIO DE SANDONÁ.[en línea][citado el 09 de junio de 2015]Disponible en internet: http://corponarino.gov.co/expedientes/descontaminacion/porhsandona.pdf
[4] MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE [en línea] [citado el 10 de junio de 2015]Disponible en internet: http://www.andi.com.co/Ambiental/SiteAssets/res631vertimientos.pdf
[5] Op. Cit., p.8

Determinando que los vertimientos a destacar son producto de la descarga de aguas residuales hecha a cuerpos de agua o el alcantarillado.

Laguna de estabilización "son depósitos de agua de profundidad de entre 1 y 3.5 mts., y tienen como finalidad estabilizar la materia orgánica presente en las aguas residuales."[6] "En el cual se desarrolla una población microbiana compuesta por bacterias, algas y protozoos que conviven en forma simbiótica y eliminan en forma natural patógenos relacionados con excrementos humanos, sólidos en suspensión y materia orgánica, causantes de enfermedades tales como el cólera, el parasitismo, la hepatitis y otras enfermedades gastrointestinales."[7] Generando un vertimiento final en condiciones óptimas que pueda ser asimilado por el cuerpo de agua receptor.

Afluente es el "agua residual u otro líquido que ingrese a un reservorio, o algún proceso de tratamiento." 8 Refiriéndose en este caso a las aguas residuales descargadas por el alcantarillado en la laguna de oxidación. Donde también encontramos el **Efluente, "**es decir, una derivación (natural o artificial) que se desprende fuera de la corriente principal de un río mayor a través de otro menor."[9] Tratándose del vertimiento que sale de la laguna de oxidación después de ser tratado hacia un cuerpo de agua receptor.

Muestreo de agua residual es **"**la forma de llevar a cabo el control a través de visitas de inspección a los usuarios, en las cuales se aforarán las descargas y se tomarán muestras que se envían a laboratorios acreditados para que realicen los análisis."[10] Con el fin de contar con información cuantificada de las características que contiene el agua en cuanto a su concentración y sustancias que contiene.

Concentración es la "cantidad o concentración en que se encuentra una sustancia específica en una muestra. La cantidad de material disuelto o suspendido en una unidad de solución, expresado en mg/L."[11] Conociendo la cantidad en la que se encontraran las sustancias que contienen las aguas residuales a las que se les realice un muestreo para su análisis.

---

[6] LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN [en línea][citado el 11 de junio de 2015] disponible en internet: http://www.oocities.org/edrochac/residuales/lagunas7.pdf

[7] Lagunas de Oxidación [en línea][citado el 11 de junio de 2015] disponible en internet: http://es.slideshare.net/marisolmendozaf/lagunas-de-oxidacion

[8] TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES [en línea][citado el 15 de junio de 2015] disponible en internet: http://es.scribd.com/doc/3288548/TRATAMIENTO-DE-AGUAS-RESIDUALES#scribd

[9] Cartilla técnica: Aguas subterráneas-acuíferos [en línea] [citado el 15 de junio de 2015] disponible en internet: http://www.gwp.org/Global/GWP-SAm_Files/Publicaciones/Varios/Cuenca_hidrologica.pdf

[10] SERIE AUTODIDÁCTICA DE MEDICIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA [en linea] [citado el 15 de junio de 2015] disponible en internet: http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/Fundamentos_Tecnicos.pdf

[11] PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HIDRICO DE LA QUEBRADA EL BELÉN Y MAGDALENA CON JURISDICCIÓN EN EL MUNICIPIO DE SANDONÁ.[en línea][citado el 15 de junio de 2015] disponible en internet: http://corponarino.gov.co/expedientes/descontaminacion/porhsandona.pdf

Las **Cargas contaminantes** es el "producto de la concentración media de un contaminante por el caudal medio determinado en el mismo sitio. Se expresa en kilogramos por día (kg/día)." Determinando que la concentración de ese contaminante puede ser el de una sustancia, elemento o parámetro.

Eficiencia del tratamiento es el que "permite evaluar la capacidad de rendimiento de los procesos o parte de ellos. En alguna medida, esto también es válido para el caso del tratamiento de las aguas, en donde, a través del grado de eficiencia del proceso se puede lograr lo siguiente:

- Comparar el resultado de la capacidad real del tratamiento, ya sea con el resultado de la capacidad teórica estimada, con la capacidad garantizada de servicio o con la capacidad exigida."[12] Determinando con esto la remoción que cumple el sistema de tratamiento de aguas residuales para que el vertimiento final sea asimilado por un cuerpo de agua receptor evitando contaminar fuentes hídricas y a la vez cumplir con la normatividad ambiental sobre el grado de efectividad que debe cumplir el sistema de tratamiento.

Demanda biológica de oxígeno "se define como D.B.O. de un líquido a la cantidad de oxígeno que los microorganismos, especialmente bacterias (aeróbias o anaerobias facultativas: Pseudomonas, Escherichia, Aerobacter, Bacillius), hongos y plancton, consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas contenidas en la muestra. Se expresa en mg / l."[13] "Medida del componente orgánico que puede ser degradado mediante procesos biológicos. Representa la cantidad de materia orgánica biodegradable."[14]

La demanda química de oxígeno (DQO) "determina la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica en una muestra de agua residual, bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo."[15] "DQO representa tanto la materia orgánica biodegradable como la no biodegradable."[16]

Solidos suspendidos totales "corresponde a la cantidad de material (sólidos) que es retenido después de realizar la filtración de un volumen de agua. Es importante como indicador puesto que su presencia disminuye el paso de la luz a través de agua evitando su actividad fotosintética en las corrientes, importante para la producción de oxígeno.

[12] DETERMINACION DEL GRADO DE EFICIENCIA DE PLANTAS DE TRATAMINETO DE AGUAS RESIDUALES –HOJA TECNICA M 755- [en línea] [citado el 15 de junio de 2015] disponible en internet: http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan2/026935/026935.pdf

[13] Demanda Biológica de Oxígeno (D.B.O.) [en línea] [citado el 16 de junio de 2015] disponible en internet: http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/DBO.htm

[14] CATEDRA BIOTECNOLOGIA [en línea][citado el 16 de junio de 2015] disponible en internet: http://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5_anio/biotecnologia/DBO.pdf

[15] DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO [en línea] [citado el 16 de junio de 2015] disponible en internet: http://www.drcalderonlabs.com/Metodos/Analisis_De_Aguas/Determinacion_de_DQO.htm

[16] Op. Cit., p.4

En lenguaje técnico se usa la expresión Carga para señalar la masa de Sólidos Suspendidos Totales SST que corre o alberga un cuerpo de agua durante un periodo determinado."[17]

2.2 ENFOQUE LEGAL

Decreto – Ley 2811 de 1974 Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. "En este decreto se establece los requerimientos generales en materia del manejo de los recursos naturales renovables como la atmosfera, el espacio aéreo, la tierra, el suelo y el subsuelo, entre otros; además de las condiciones bajo las cuales se debe manejar el recurso hídrico.

Además, aparecen las tasas retributivas por la utilización directa o indirecta del medio ambiente para introducir o arrojar desechos o desperdicios, aguas negras o servidas, humos, vapores y sustancias nocivas en general. En el artículo 18 se estableció como requisito necesario para aplicar las tasas, que la contaminación generada fuera causada por la producción de actividades lucrativas, lo cual significo la imposibilidad de la aplicación inmediata, pues se requería de una reglamentación que definiera las actividades lucrativas, así como su campo de aplicación y los parámetros necesarios para determinarlas."[18]

Ley 9 de 1979. "Denominada Código Sanitario Nacional, en su título I especifica los aspectos generales referentes a residuos líquidos. Esta se reglamentó con el decreto 1594/84"[19]

Decreto 1594 de 1984. "Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III - Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos"[20]
"En los artículos 142 y siguientes, se definieron los factores para su cálculo, se especificó la forma de pago y la periodicidad, además establecieron los límites de vertimiento de agua residual a cuerpos de agua (artículo 72) y al alcantarillado público (artículo 73), y determinaron los límites de vertimiento de sustancias de interés sanitario y ambiental (artículo 74), los permisos de vertimiento, estudios de impacto ambiental y procesos sancionatorios."[21]

---

[17] Carga de Sólidos Suspendidos Totales Transportados al Río Bogotá- SST [en línea][citado el 16 de junio de 2015] disponible en internet: http://oab.ambientebogota.gov.co/es/indicadores?id=138

[18] ANALISIS DE LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL COLOMBIANA PARA EL VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PUBLICO [en línea] [citado el 16 de junio de 2015]disponible en internet: http://repository.upb.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/51/1/digital_15337.pdf

[19] LEY 9 DE 1979 [en linea][citado el 16 de junio de 2015] disponible en internet: http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1177

[20] Decreto 1594 de 1984 [en línea][citado el 16 de junio de 2015] disponible en internet: http://oab.ambientebogota.gov.co/es/con-la-comunidad//decreto-1594-de-1984

[21] ANALISIS DE LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL COLOMBIANA PARA EL VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PUBLICO [en línea] [citado el 16 de junio de 2015]disponible en internet: http://repository.upb.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/51/1/digital_15337.pdf

Ley 99 de 1993. "Ley General Ambiental de Colombia, Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones."[22]

Resolución 1096 de 2000 Reglamento técnico del sector agua potable y saneamiento – RAS. "El ministerio de desarrollo económico adopto el RAS como el documento técnico que fija los criterios básicos y requisito mínimos que deben reunir los diferentes procesos involucrados en la conceptualización, el diseño, la construcción, la supervisión técnica, la puesta en marcha, la operación y tratamiento de aguas residuales, entre otras obras de agua potable y saneamiento básico."[23]

Conpes 3177 de 2002. "Acciones prioritarias y lineamientos para la formulación del plan nacional de manejo de aguas residuales. Este documento somete a consideración del CONPES las acciones prioritarias y los lineamientos para la formulación del Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales (PMAR) con el fin de promover el mejoramiento de la calidad del recurso hídrico de la Nación."[24]

Decreto3100 de 2003. "El presente decreto tiene por objeto reglamentar las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de vertimientos puntuales. Contempla lo relacionado con el establecimiento de la tarifa mínima y su ajuste regional; define los sujetos pasivos de la tasa, los mecanismos de recaudo, fiscalización y control, y el procedimiento de reclamación."[25]

Resolución 1433 DE 2004. "Por la cual se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones. Que de acuerdo con lo establecido en el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, los usuarios prestadores del servicio de alcantarillado sujetos al pago de la tasa retributiva deberán presentar a la autoridad ambiental competente el plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, de conformidad con la reglamentación que para tal efecto expida el Ministerio de Ambiente. Vivienda y Desarrollo Territorial, el cual deberá contener las actividades e inversiones necesarias para avanzar en el saneamiento y tratamiento de los vertimientos. Dicho, plan contendrá la meta, individual de reducción de carga contaminante de los usuarios mencionados que se fijará por la autoridad ambiental

[22] Ley General Ambiental de Colombia [en linea][citado el 16 de junio de 2015] disponible en internet: http://www.oas.org/dsd/fida/laws/legislation/colombia/colombia_99-93.pdf
[23] Op. Cit., p.46
[24] ACCIONES PRIORITARIAS Y LINEAMIENTOS PARA LA FORMULACION DEL PLAN NACIONAL DE MANEJO DE AGUAS RESIDUALES.[en linea][citado el 16 de junio de 2015] disponible en internet: http://www.minvivienda.gov.co/conpesagua/3177%20-%202002.pdf
[25] DECRETO 3100 DE 2003 [en línea][citado el 16 de junio de 2015] disponible en internet: http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=15073

competente, cuyo cumplimiento se evaluará de acuerdo con los compromisos establecidos en el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos."[26]

Resolución 0631 de 2015. "La presente resolución establece los parámetros y los valores límites máximos permisibles de deberán cumplir quienes realizan vertimientos puntuales a los cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público. Igualmente, se establecen los parámetros objeto de análisis y reporte por parte de las actividades industriales, comerciales o servicios, de conformidad con el artículo 18 de la presente resolución."[27]

[26] RESOLUCION 1433 DE 2004 [en línea][citado el 17 de junio de 2015] disponible en internet: http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=15603

[27] MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLLO SOSTENIBLE [en línea][citado el 17 de junio de 2015]disponible en internet: https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d1-res_631_marz_2015.pdf

3. INFORME DE CUMPLIMIENTO DE TRABAJO

3.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

"El Municipio de Gamarra está ubicado al sur occidente del Departamento del Cesar, limita al norte con el Municipio de la Gloria, al sur y al oriente con el Municipio de Aguachica y al occidente con el río Magdalena que lo separa del Municipio de Morales - Bolívar. Posee una extensión de trescientos veinte (320.3) kilómetros cuadrados (Km2).Gamarra está localizada a orillas del río Magdalena y su cabecera municipal está rodeada por complejos cenagosos. Su cabecera municipal tiene una altura sobre el nivel del mar de 50 Mts y localizada a 296 Km. de la capital del departamento; con una temperatura promedia de 32º grados centígrados."[28]

"Hidrográficamente está localizado en la margen derecha de la principal arteria fluvial del país el río Grande de la Magdalena, y sus afluentes principales son las quebradas de Buturama, la Dorada, Noréan, San Antonio, Caimán, Pital los cuales desembocan en las diferentes ciénagas del municipio, estando estas comunicadas por caños entre las que se destacan Caño tortuga, Caño Pital, Caño Rabón, Caño Zulia, Caño Danta y Caño Sinaí En el municipio las ciénagas que integran este Complejo son: El Tonto, Palenquillo, Marisonga, Zulia, La Mula, El Juncal, El Sordo, Pela gallinas, Juncal, Baquero, EL Contento, La Montoya, La Hermosa, Líbano, Teresa."[29]

"La jurisdicción urbana del Municipio de Gamarra, Cesar, está conformada por un área urbana o cabecera municipal, y los centros poblados o corregimientos. El área urbana o cabecera municipal está conformada por catorce (14) barrios, con un total de ciento veintiséis (126) manzanas, y una extensión superficial de 87.33 Hectáreas.

La población, según el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas, DANE, censo del año 2005, está conformada por 14.224 habitantes. En la cabecera municipal, 7.834 habitantes, y en los centros poblados y veredas, 6.390 habitantes. El DANE, para el año 2012, con fundamento en el censo del año 2005, muestra la proyección de la población, así: En la cabecera municipal, 8.937 habitantes, y en los centros poblados y veredas, 7.054 habitantes, para un total de 15.991 habitantes."[30]

El municipio en su zona urbana, presenta dificultades en cuanto al tratamiento de agua residual, ya que Gamarra no está cubierta en su totalidad con sistema de alcantarillado. "Según el Esquema de Ordenamiento Territorial, EOT, del municipio, actualizado al año 2010, muestra que la red matriz del alcantarillado está construida en un setenta por ciento (70%) sobre el total del perímetro urbano, lo cual indica que 1.225 viviendas pueden

[28] SISTEMA DE GESTION AMBIENTAL MUNICIPAL (SIGAM)[en línea][citado el 17 de junio de 2015] disponible en internet: http://www.gamarra-cesar.gov.co/apc-aa-files/383537376262396130353938643134 39/sigam-fin-3.pdf
[29] Ibíd., p.17
[30] PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL 2012 – 2015 [en línea][citado el 17 de junio de 2015] disponible en internet: http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/gamarracesarpd20122015.pdf

acceder al servicio del alcantarillado urbano, presentándose un déficit, en este sentido, de 522 viviendas sin la red matriz del alcantarillado."[31]

Dado a todo esto y a los diferentes cuerpos de agua que se encuentran en la cabecera municipal y al riesgo a inundaciones a las que se ve sometidas el municipio en fuertes temporadas de invierno, algunos habitantes no utilizan el alcantarillado con el que se cuenta, descargando sus aguas residuales a los diferentes humedales aledaños a las viviendas. Convirtiéndose en una fuente de contaminación puntual.

Las aguas residuales generadas en el municipio son de tipo doméstico, ya que no se cuenta con presencia de actividades industriales de importancia que puedan afectar la composición de la misma, teniendo como principales generadores de este tipo de aguas residuales, actividades de preparación de alimentos, el lavado de platos, la limpieza de la casa, el lavado de la ropa e higiene personal, el uso del inodoro y el lavado de superficies pavimentadas externas y de automóviles. Las residuos líquidos generados en el municipio en gran parte son conducidas al sistema de tratamiento de la Laguna de estabilización y otra parte a una PTAR que no ha entrado en funcionamiento.

Cabe resaltar que el afluente conducido por el alcantarillado realiza su descarga a la laguna de estabilización de manera subterránea, impidiendo conocer el caudal de aguas residuales que se descarga.

El sistema de tratamiento de aguas residuales llamado laguna de estabilización cabe aclarar, ya que dicho sistema consiste en la utilización de un humedal natural debido a que estos ecosistemas cumplen funciones de depuración dado que "En los últimos años se han reconocido las múltiples funciones y valores de los humedales naturales. Estos sistemas debido a la gran cantidad de luz, agua y nutrientes, juntamente con la presencia de unas plantas que han desarrollado adaptaciones morfológicas y bioquímicas se encuentran entre los sistemas más productivos del mundo. La alta productividad de estos sistemas da como resultado una alta productividad microbiana y en consecuencia una alta capacidad de descomponer materia."[32] Complementando el humedal se encuentra una caseta de bombeo que cuenta con una trampa grasas como un medio de remoción del material graso de las aguas residuales y un sedimentador.

Terminando el proceso con el vertimiento final al caño rabón, donde 100 metros abajo vierte al rio Magdalena. Siento este punto de descarga del sistema de tratamiento donde la corporación autónoma regional Corpocesar hace el cobro de la tasa retributiva.
Donde se hace de gran importancia conocer la eficiencia del sistema de tratamiento, ya que se desconoce por el mal manejo llevado hasta el momento.

---

[31] Ibíd., p.33

[32] EFECTIVIDAD EN LA REMOCIÓN DE ORGANISMOS PATÓGENOS DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS UTILIZANDO HUMEDALES CONSTRUIDOS CON DIFERENTE TIPOS DE FLUJOS [en línea][citado el 17 de junio de 2015] disponible en internet: http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/1687/1/628162O74.pdf

Teniendo en cuenta los problemas estructurales que presenta el sistema de tratamiento, no es posible conocer que cantidad de agua residual se descarga a la laguna.

Para hallar el volumen de agua residual colectada se hallara el caudal según el RAS 2000 en el titulo D.3.2.2.1 donde el aporte del caudal doméstico (QD) estado dado por la expresión

QD= C*P*R/86400 (RAS D.3.1)

Dónde:

P: Población Servida: = 3968 hab
R: Coeficiente de Retorno = 0,8
C: Estimación del consumo medio diario por habitante

Tomando como dotación neta el promedio de la dotación mínima y máxima según la tabla B.2.2

Donde la dotación neta mínima es 120 L/ hab-dia y la dotación neta máxima 175 L/ hab-dia

Obteniendo como dotación neta 147.5 L/ hab-dia

La variación a la dotación neta según el clima es un efecto de más 15% por tratarse de un clima cálido de más de 28°c según la tabla B 2.3
C=dotación neta= 170 L/ hab-dia
QD= (170 L/hab·día * 3968 hab* 0,8) / 86400seg/d
QD= 6.2 L/s

Volumen total de agua residual generada en el área urbana. Para calcular el volumen del agua residual colectada tenemos.

Vtarc = Qtc x Tti x 86400

Dónde:
Vtarc: Volumen Total de Agua Residual Colectada.
Qtc: Caudal total colectado en el área de servicio, se puede estimar como el producto entre la dotación, la población servida con el servicio de alcantarillado y el factor de retorno, en los términos de la sección D.3.2 del RAS 2000.
Ti: Tiempo en días.
V= (6.2 L/s)(1)(86400 s)
V= 535.680 L

Este resultado nos da una aproximación del volumen generado de aguas residuales que colecta el alcantarillado para descargarlo a la laguna de estabilización el cual es 535.680 litros diarios.

Caracterización del agua residual. Se caracterizó los vertimientos líquidos de entrada y salida de laguna de estabilización durante un monitoreo de doce (12) horas en los puntos de entrada del vertimiento y salida del vertimiento de la laguna de estabilización mediante muestras compuestas.

El muestreo se desarrolló teniendo en cuenta los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 y fue realizado por el laboratorio PSL PROANALISIS LTDA, acreditado por el instituto de hidrología y meteorología y estudios ambientales – IDEAM.

Los parámetros medidos en el sitio para los vertimientos entra y salida de la laguna de estabilización:

Caudal
Temperaturas de la muestra en °C
Temperaturas del ambiente en °C
pH
Solidos sedimentables
Oxígeno disuelto

Los parámetros medidos en el laboratorio para los vertimientos entra y salida de la laguna de estabilización:

DQO
DBO5
Solidos totales
Solidos suspendidos
Grasas y aceites
Nitrógeno total
Nitratos
Fosforo total
Coliformes totales
E. coli

Fotografía 1. Laguna de estabilización



Fuente. Pasante del proyecto

Fotografía 2. Punto de toma de muestra en la entrada a la laguna de estabilización.



Fuente. Pasante del proyecto

Fotografía 3. Punto de toma de muestra en la salida de la laguna de estabilización.



Fuente. Pasante del proyecto

Fotografía 4. Toma de parámetros en campo.



Fuente. Pasante del proyecto

La laguna de estabilización cuenta con antecedentes de la medición de su efluente solamente debido a las dificultades de diseño que presenta, las cuales fueron tomadas en dos oportunidades el año 2014 como lo contempla la autoridad ambiental.

Cuadro 3. Resultados de análisis de agua del 26 de junio de 2014

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUAS

ANÁLISIS	IDENTIFICACIÓN DE LA(S) MUESTRA(S) Vertimiento Agua Residual Municipio Gamarra 1 VARG2	UNIDADES	MÉTODO DE ANÁLISIS	DECRETO 1594 DE 1984 (1)
Demanda Bioquímica de Oxígeno	148	mg O_2/L	S.M. 5210 B	R>80%
Demanda Química de Oxígeno	364	mg O_2/L	S.M. 5220 C	R>80%
Solidos Totales	680	mg/L	S.M. 2540 B	*
Solidos Suspendidos	250	mg/L	S.M. 2540 D	*
Nitrógeno Total	2,0	mg N/L	S.M. 4500-N C	*
Nitratos	6,76	mg NO_3/L	RODIER	*
Fósforo Total	6,80	mg P/L	S.M. 4500 P E	*
Grasas y Aceites	4,18	mg/L	S.M. 5520 B	R>80%
Coliformes Totales	70 x 10^4	NMP/100 ml	S.M. 9223 B	*
E. coli	49 x 10^4	NMP/100 ml	S.M. 9223 B	*

Fuente: EMPUGAN S.A.S. E.S.P

Cuadro 4. Resultados de análisis de aguas del 20 de noviembre de 2014

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUAS

ANÁLISIS	IDENTIFICACIÓN DE LA(S) MUESTRA(S) Vertimiento Agua Residual Municipio Gamarra 2 VARG2	UNIDADES	MÉTODO DE ANÁLISIS	DECRETO 1594 DE 1984 (1)
Demanda Bioquímica de Oxígeno	37	mg O_2/L	S.M. 5210 B	R>80%
Demanda Química de Oxígeno	98	mg O_2/L	S.M. 5220 C	R>80%
Solidos Totales	260	mg/L	S.M. 2540 B	*
Solidos Suspendidos	32	mg/L	S.M. 2540 D	*
Nitrógeno Total	1,6	mg N/L	S.M. 4500-N C	*
Nitratos	8,22	mg NO_3/L	RODIER	*
Fósforo Total	8,16	mg P/L	S.M. 4500 P E	*
Grasas y Aceites	10,2	mg/L	S.M. 5520 B	R>80%
Coliformes Totales	220 x 10^3	NMP/100 ml	S.M. 9223 B	*
E. coli	39 x 10^3	NMP/100 ml	S.M. 9223 B	*

Fuente: EMPUGAN S.A.S. E.S.P

Los análisis físico-químicos del cuadro 4 y cuadro 5 fueron medidos en el laboratorio por PSL PROANALISIS LTDA, donde se encuentran las cargas contaminantes del vertimiento de la laguna de estabilización en diferentes periodos del año 2014 donde se calculó por un tiempo de doce horas.

Las muestras realizadas en los periodos del año 2014, como solo se conocen los resultados del efluente final debido a que en las muestras no se realizó una caracterización al afluente. Debido a esto no se puede conocer con que eficiencia viene trabajando la laguna de estabilización del municipio. Por tal motivo las características que presentan dichas aguas residuales se clasificaran de acuerdo a la concentración en mg/l que presenta cada uno de los parámetros obtenidos. Basándonos en la tabla de características típicas del agua residual municipal, según la guía de aguas residuales municipales.

Cuadro 5. Características típicas del agua residual municipal.

COMPONENTE	CONCENTRACIÓN		
	ALTA	MEDIA	BAJA
Sólidos Totales	1000	500	200
Sólidos Suspendidos	500	300	100
Sólidos Sedimentables	12	8	4
Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO5	300	200	100
Demanda Química de Oxígeno, DQO	1000	500	250
Nitrógeno total	80	50	25
Fósforo Total	20	15	5
Grasas y Aceites	40	20	0
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	10^9	10^7	10^5

Nota: Las unidades de medidas son en mg/lt

Fuente: guía de aguas residuales municipales

Cuadro 6. Comparación de las concentraciones del efluente con características típicas de agua residual municipal.

COMPONENTE	CONCENTRACIÓN (mg/l)			1 periodo 2014	2 periodo 2014
	ALTA	MEDIA	BAJA		
Sólidos Totales	1000	500	200	680	260
Sólidos Suspendidos	500	300	100	250	32
Sólidos Sedimentables	12	8	4		
Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO5	300	200	100	148	37
Demanda Química de Oxígeno, DQO	1000	500	250	364	98
Nitrógeno total	80	50	25	2,0	1,6
Fósforo Total	20	15	5	6,80	8,16
Grasas y Aceites	40	20	0	4,18	10,2
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	10^9	10^7	10^5	70 x 10^4	220 x 10^3

Fuente. Pasante del proyecto

De acuerdo al cuadro 7 podemos deducir que el componente de solidos totales en el primer periodo del año presento concentraciones altas con respecto al segundo periodo que obtuvo concentraciones medias.

En cuanto a los sólidos suspendidos presento en el primer periodo una concentración media y en el segundo periodo una concentración baja.

En cuanto al DBO componente fundamental tenido en cuenta en el cobro de la tasa retributiva en el primer periodo del año presento una concentración media y en el segundo periodo una concentración baja.

En el componente DQO presento una concentración media y baja en el primer y segundo periodo del año respectivamente.

Con respecto al nitrógeno total en los dos periodos las concentraciones fueron bajas. Teniendo el componente fosforo total en concentraciones medias para los dos periodos.
Con respecto a las grasas y aceites las concentraciones son medias, al igual que los Coliformes fecales.

Cuadro 7. Resultados de laboratorio entrada y salida.

ANÁLISIS	RESULTADO		UNIDADES	MÉTODO DE ANÁLISIS
	ENTRADA	SALIDA		
Demanda Bioquímica de Oxígeno	93	58	mg O_2/L	S.M. 5220 C
Demanda Química de Oxígeno	203	135	mg O_2/L	S.M. 5210 B
Sólidos Totales	556	342	mg/L	S.M. 2540 B
Sólidos Suspendidos	230	60	mg/L	S.M. 2540 D
Nitrógeno Total	2,2	1,9	mg N/L	S.M. 4500-N C
Nitratos	8,19	7,42	mg NO_3/L	RODIER
Fósforo Total	6,74	5,40	mg P/L	S.M. 4500 P E
Grasas y Aceites	34	25,4	mg/L	S.M. 5520 B
Coliformes Totales	220 x 10^3	170 x 10^3	NMP/100 ml	S.M. 9223 B
E. coli	140 x 10^3	110 x 10^3	NMP/100 ml	S.M. 9223 B

Fuente: EMPUGAN S.A.S. E.S.P

Cantidad de carga contaminante asociada por vertimiento. Es necesario conocer la carga contaminante de los componentes SST y DBO ya que son los parámetros que se tienen en cuenta para el cobro de la taza retributiva.

La carga contaminante se obtiene con la fórmula:

$Cc = Q \times C \times 0.0036 \times t$

Dónde :
Cc = Carga Contaminante, en kilogramos por día (kg/día)
Q = Caudal promedio de aguas residuales, en litros por segundo (l/s)
C = Concentración del elemento, sustancia o compuesto contaminante, en miligramos por litro (mg/I)
0.0036 = Factor de conversión de unidades (de mg/s a kg/h)
t = Tiempo de vertimiento del usuario, en horas por día (h)

Para el parámetro DBO tenemos en la entrada y salida de la laguna de estabilización los siguientes datos respectivamente.

DBO entrada: 93 mg/l
DBO salida: 58 mg/l

Dónde:

$Cc = Q \times C \times 0.0036 \times t$
Donde el caudal para la entrada será de 6.2 l/s
$CC_{DBOA} = (6.2\ l/s)\ (93\ mg/l)\ (0.0036)\ (12\ h)$
$CC_{DBOA} = 24.\ 909\ kg\ /día$

El caudal de la salida es el promedio de los datos tomados en campo que equivale a 7,928 l/s
$Cc = Q \times C \times 0.0036 \times t$
$CC_{DBOE} = (7.928\ l/s)\ (58\ mg/l)\ (0.0036)\ (12\ h)$
$CC_{DBOE} = 19.864\ kg\ /\ día$

Para el parámetro SST tenemos en la entrada y salida de la laguna de estabilización los siguientes datos respectivamente.

SST entrada: 556 mg/l
SST salida: 342 mg/l
$Cc = Q \times C \times 0.0036 \times t$
$CC_{SSTA} = (6.2\ l/s)\ (556\ mg/l)\ (0.0036)\ (12\ h)$
$CC_{SSTA} = 148.919\ kg/dia$
$Cc = Q \times C \times 0.0036 \times t$
$CC_{SSTE} = (7.928\ l/s)\ (342\ mg/l)\ (0.0036)\ (12\ h)$
$CC_{SSTE} = 117.131\ kg/dia$

Análisis del vertimiento con el cuerpo de agua receptor. En la etapa de formulación del PSMV en 2009 se llevó a cabo un análisis con indicadores de calidad al caño rabón, cuerpo receptor del efluente final de la laguna. Comparándolos con las muestras tomadas aguas arribas de dicho cuerpo receptor y con el vertimiento final de la laguna

Donde dichos resultados arrogaron:

Cuadro 8. Indicadores del cuerpo receptor y vertimiento final

Indicadores	PSMV	Monitoreo reciente al cuerpo de agua receptor	Vertimiento de la laguna
Oxígeno disuelto	4.15 – 4.59 mg/l	7 mg/ l	0.1 mg/l
DBO	19. 8 mg/l	20 mg/l	58 mg/l
SST	40 mg/l	52 mg/l	342 mg/l
PH	5 – 9	6,85	6.81

Fuente. Pasante del proyecto

Se puede concluir del cuadro 9 que el caño rabón aguas arriba presenta un considerable oxígeno disuelto superando el rango de los resultados llevados a cabo en la formulación del PSMV. Presentando condiciones para que se desarrollen especies de peces en ese cuerpo de agua. Aclarando que el vertimiento final descarga sus aguas residuales en concentraciones nulas prácticamente de oxígeno disuelto.

En cuanto a los parámetros de DBO y SST se encuentran en concentraciones mayores que los resultados iniciales pero siendo en rangos mínimos su incremento, a diferencia del vertimiento final que si hace su descarga al cuerpo receptor en concentraciones considerables de contaminación.

En cuanto al PH se encuentra en un rango optimo tanto el vertimiento como el caño rabón.

Determinación de la eficiencia de la remoción de DBO Y SST

Nivel de carga contaminante removida de DBO y SST

$\varepsilon = (Ccai - Ccei) \times 100 / Ccai$
Dónde:
ε: % de remoción de carga de la sustancia de interés i.
Ccai: Carga contaminante del afluente para la sustancia de interés i.
Ccei: Carga contaminante del efluente para la sustancia de interés i.

$\varepsilon_{DBO} = (24.\ 909 - 19.864) \times 100 / 24.909$
$\varepsilon_{DBO} = 20.253\ \%$

$\varepsilon_{SST} = (148{,}919 - 117{,}131) \times 100 / 148{,}919$
$\varepsilon_{SST} = 21.345\ \%$

La eficiencia de la remoción de la laguna de estabilización del municipio de gamarra, cesar en cuanto a los parámetros de DBO Y SST es de 20. 253 % y 21.345 % respectivamente. Donde se puede concluir que el tratamiento que se está llevando acabo no es el más efectivo para cumplir con la normatividad ambiental del país.

Análisis del nivel de remoción con la normatividad. La laguna de estabilización no está cumpliendo con lo establecido en el decreto 1594 de 1984. La cual establece que todo vertimiento a un cuerpo de agua debe cumplir con un porcentaje de remoción del 80% en cuanto a DBO y SST. Estando muy por debajo del porcentaje de remoción que se necesita para dar cumplimento a dicho decreto.

Con respecto a la nueva resolución 0631 de 2015 por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones

En la cual Se pasó de los valores límites máximos permisibles expresados en carga (Kg/día) a los expresados en concentración (mg/L)

Donde se comparara las concentraciones de los resultados obtenidos en la laguna con los valores máximos permisibles de la resolución. De acuerdo a la clasificación de aguas residuales domésticas y de las aguas residuales de los prestadores del servicio público de alcantarillado a cuerpos de aguas superficiales, con una carga menor o igual a 625,00 kg/día DBO_5

Determinando que la laguna de estabilización del municipio maneja cargas de 49.818 kg/día aproximadamente.

Cuadro 9. Valores máximos permisibles de vertimiento de aguas residuales

Parámetro	Unidades	Valores máximos permisibles resolución 0631 2015	Vertimiento laguna de estabilización
PH	Unidades de PH	6,00 a 9,00	6,81
DQO	mg/l	180,00	135
DBO	mg/l	90,00	58
SST	mg/l	90,00	342
Solidos sedimentables	ml/l	5,00	O,2
Grasas y aceites	mg/l	20,00	25,4

Fuente. Pasante del proyecto

El vertimiento que está generando la laguna de estabilización del municipio solo cumple con 4 parámetros de los establecidos en la resolución 0631 de 2015 los cuales son PH, DQO, DBO y solidos sedimentables. Determinando que la laguna de estabilización no presenta un adecuado tratamiento de las aguas residuales para dar cumplimiento a la normatividad. Notándose un gran déficit en el tratamiento que está llevando a cabo en la descontaminación de las aguas residuales generadas en el municipio.

En cuanto a los indicadores establecidos en el PSMV de remoción de las sustancias de interés no se está cumpliendo. Ya que el PSMV estable que partir del 4 año de a aprobación debe cumplir con un 81% de remoción de los parámetros. Por lo cual DBO solo alcanza el 20,253 % y los SST un porcentaje de remoción del 21,345.

Plantear soluciones para el mejoramiento de la laguna de estabilización. Dado a los resultados obtenidos, se puede determinar que la eficiencia de la laguna de estabilización no es la óptima, ya que los porcentajes de remoción son muy bajos con respecto a la normatividad que debe cumplir el sistema de tratamiento. Generando la necesidad de plantear estrategias que permitan dar mejor funcionamiento de la laguna de estabilización del municipio.

Es necesario que se lleve a cabo obras que permitan tener el alcantarillado que conduce el afluente de manera superficial en la entrada de la laguna de estabilización, donde se puedan tomar datos como caudales y volúmenes que maneja el sistema de tratamiento periódicamente. Como la instalación de un tratamiento preliminar antes de que las aguas residuales entren a la laguna, permitiendo la retención de material solido que es conducido. Dentro de la laguna de estabilización es necesario establecer un manejo de sus operaciones para garantizar su correcto funcionamiento, como es la ejecución de un mantenimiento periódico donde permita la remoción de gran parte de la cobertura vegetal que se encuentra en toda la superficie del sistema de tratamiento. Ejecutando estas acciones se puede garantizar la circulación de las aguas residuales por la laguna de estabilización, y el contacto directo con la radiación solar, más el proceso de depuración que cumplen las plantas que se adaptan a este medio, donde se puede llegar a alcanzar una mejor descontaminación de las aguas residuales que trata este sistema de tratamiento, mejorando así los porcentajes de remoción de los contaminantes presentes.

Ejecutar actividades de educación ambiental con la comunidad que permitan involucrarlos en el proceso de protección de las fuentes de agua y a su vez permita mantenerlos constantemente informados acerca de los procesos y avances obtenidos.

4. DIAGNOSTICO FINAL

Con la elaboración de las actividades planteadas en el programa de mantenimiento y operación eficiente de los sistemas de alcantarillado y PTAR, se logró conocer la medición de la eficiencia del sistema de tratamiento.

Dejando un aporte como pasante a la empresa de servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado, la medición de la eficiencia que está llevando a cabo la laguna de estabilización del municipio. Generando una información fundamental para el cumplimiento de las obligaciones adquiridas por parte de la empresa con la autoridad ambiental, a la vez obteniendo un soporte documentado para la toma de decisiones; con el fin de mejorar el tratamiento que se le viene dando a las aguas residuales, con el objetivo final de tener un vertimiento que pueda cumplir los requisitos de la normatividad ambiental. Ya que se desconocía por completo el funcionamiento y el grado de remoción con la que funcionaba el sistema de tratamiento.

5. CONCLUSIONES

Se logró determinar el caudal generado por los habitantes de aguas residuales con 6.2 l/s, debido a que se desconocía completamente el volumen de agua residual del afluente de la laguna el cual fue de 535.680 L diarios. Como la realización de muestras de caracterización del mismo para poder obtener datos de referencia para poder alcanzar el objetivo final del trabajo.

Se obtuvo la carga contaminante de los componentes de DBO y SST con la que viene haciendo sus vertimientos la laguna de estabilización al cuerpo receptor y en su afluente con los siguientes resultados: CC_{DBOA} = 24. 909 kg /día, CC_{DBOE} = 19. 864 kg / día CC_{SSTE} = 117.131 kg/dia CC_{SSTA} = 148.919 kg/dia; y determinando en que concentraciones venía haciendo los vertimientos en el año anterior, ya que no se contaba con una caracterización del afluente para poder compararlo con la descarga final del efluente. Para así poder contar con un soporte del funcionamiento del sistema de tratamiento.

Se determinó la remoción de carga contaminante que está llevando a cabo el sistema de tratamiento a las aguas residuales en cuanto a componentes fundamentales para el cobro de la tasa retributiva como lo son DBO y SST con porcentajes de remoción de ε_{DBO} = 20.253 % y ε_{SST} = 21.345 % respectivamente para poder conocer con que eficiencia viene funcionando la laguna de estabilización y así compararla con la normatividad.

Se identificó las posibles fallas en el funcionamiento de la laguna de estabilización para poder plantear soluciones que permitan tomar las medidas correctivas necesarias que puedan llevar a la optimización del tratamiento de las aguas residuales de la laguna de estabilización.

6. RECOMENDACIONES

Con los resultados obtenidos de la medición de la eficiencia del sistema de tratamiento de la laguna de estabilización del municipio de gamarra, cesar. Se comprobó que el sistema con el que se está tratando las aguas residuales no es el óptimo, lo que hace necesario hacer las adecuaciones necesarias para que este tipo de aguas lleguen de forma superficial al sistema de tratamiento y así instalar un pre tratamiento que permita separar los residuos sólidos que llegan con las aguas residuales, donde el pre tratamiento también elimine los aceites y grasas que pueden llegar para que el tratamiento biológico que realiza la laguna de estabilización se lleve a cabo con el mejor rendimiento y así mejore la calidad del efluente. Para luego hacerle unas adecuaciones al tratamiento donde se permita la circulación de las aguas residuales , retirando el material vegetal que cubre en su totalidad la superficie de la laguna y pueda entrar en contacto directo con la radiación solar, para mejorar los porcentajes de remoción en los diferentes componentes de las aguas residuales generadas por el municipio, donde se busque optimizar el tratamiento para generar un vertimiento en condiciones asimilables por el cuerpo de agua receptor y cumplir con la normatividad ambiental.

REFERENCIAS DOCUMENTALES ELECTRÓNICAS

ACCIONES PRIORITARIAS Y LINEAMIENTOS PARA LA FORMULACION DEL PLAN NACIONAL DE MANEJO DE AGUAS RESIDUALES.[en linea][citado el 16 de junio de 2015] disponible en internet: http://www.minvivienda.gov.co/conpesagua/3177%20-%202002.pdf

ANALISIS DE LA NORMATIVIDAD AMBIENTAL COLOMBIANA PARA EL VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PUBLICO [en línea] [citado el 16 de junio de 2015]disponible en internet: http://repository.upb.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/51/1/digital_15337.pdf

Carga de Sólidos Suspendidos Totales Transportados al Río Bogotá- SST [en línea][citado el 16 de junio de 2015] disponible en internet: http://oab.ambientebogota.gov.co/es/indicadores?id=138

CATEDRA BIOTECNOLOGIA [en línea][citado el 16 de junio de 2015] disponible en internet: http://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/5_anio/biotecnologia/DBO.pdf

Cartilla técnica: Aguas subterráneas-acuíferos [en línea] [citado el 15 de junio de 2015] disponible en internet: http://www.gwp.org/Global/GWP-SAm_Files/Publicaciones/Varios/Cuenca_hidrologica.pdf

Cartilla técnica: Aguas subterráneas-acuíferos [en línea] [citado el 15 de junio de 2015] disponible en internet: http://www.gwp.org/Global/GWP-SAm_Files/Publicaciones/Varios/Cuenca_hidrologica.pdf

Decreto 1594 de 1984 [en línea][citado el 16 de junio de 2015] disponible en internet: http://oab.ambientebogota.gov.co/es/con-la-comunidad//decreto-1594-de-1984

DECRETO 3100 DE 2003 [en línea][citado el 16 de junio de 2015] disponible en internet: http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=15073

Demanda Biológica de Oxígeno (D.B.O.) [en línea] [citado el 16 de junio de 2015] disponible en internet: http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/DBO.htm

Depuración de aguas residuales. [en línea][citado el 09 de junio de 2015] Disponible en internet: http://www.navarra.es/NR/rdonlyres/D49F54B3-3E90-4E8E-B4B9-89B282D89410/0/5depuracionaguasresiduales.pdf

DETERMINACION DEL GRADO DE EFICIENCIA DE PLANTAS DE TRATAMINETO DE AGUAS RESIDUALES –HOJA TECNICA M 755- [en línea] [citado el 15 de junio de 2015] disponible en internet: http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan2/026935/026935.pdf

EFECTIVIDAD EN LA REMOCIÓN DE ORGANISMOS PATÓGENOS DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS UTILIZANDO HUMEDALES CONSTRUIDOS CON DIFERENTE TIPOS DE FLUJOS [en línea][citado el 17 de junio de 2015] disponible en internet: http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/1687/1/628162O74.pdf

LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN [en línea][citado el 11 de junio de 2015] disponible en internet: http://www.oocities.org/edrochac/residuales/lagunas7.pdf

Lagunas de Oxidación [en línea][citado el 11 de junio de 2015] disponible en internet: http://es.slideshare.net/marisolmendozaf/lagunas-de-oxidacion

Ley General Ambiental de Colombia [en linea][citado el 16 de junio de 2015] disponible en internet: http://www.oas.org/dsd/fida/laws/legislation/colombia/colombia_99-93.pdf

LEY 9 DE 1979 [en linea][citado el 16 de junio de 2015] disponible en internet: http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1177
Decreto 1594 de 1984 [en línea][citado el 16 de junio de 2015] disponible en internet: http://oab.ambientebogota.gov.co/es/con-la-comunidad//decreto-1594-de-1984

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE [en línea] [citado el 10 de junio de 2015]Disponible en internet: http://www.andi.com.co/Ambiental/SiteAssets/res631vertimientos.pdf

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLLO SOSTENIBLE [en línea][citado el 17 de junio de 2015]disponible en internet: https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d1-res_631_marz_2015.pdf

PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL 2012 – 2015 [en línea][citado el 17 de junio de 2015] disponible en internet: http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/gamarracesarpd20122015.pdf
PLAN DE ORDENAMIENTO DEL RECURSO HIDRICO DE LA QUEBRADA EL BELÉN Y MAGDALENA CON JURISDICCIÓN EN EL MUNICIPIO DE SANDONÁ.[en línea][citado el 09 de junio de 2015]Disponible en internet: http://corponarino.gov.co/expedientes/descontaminacion/porhsandona.pdf

RESOLUCION 1433 DE 2004 [en línea][citado el 17 de junio de 2015] disponible en internet: http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=15603

SERIE AUTODIDÁCTICA DE MEDICIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA [en linea] [citado el 15 de junio de 2015] disponible en internet: http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/Fundamentos_Tecnicos.pdf

SISTEMA DE GESTION AMBIENTAL MUNICIPAL (SIGAM)[en línea][citado el 17 de junio de 2015] disponible en internet: http://www.gamarra-cesar.gov.co/apc-aa-files/383537376262396130353938643134 39/sigam-fin-3.pdf

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES [en línea][citado el 15 de junio de 2015] disponible en internet: http://es.scribd.com/doc/3288548/TRATAMIENTO-DE-AGUAS-RESIDUALES#scribd