

# Diseño de un sistema alternativo de tratamiento de aguas residuales para el vertimiento de La Casona B (La Ceiba) de Unisangil, sede San Gil

## Design of an alternative system of wastewater treatment for dumping at La Casona B (La Ceiba) of Unisangil, San Gil

Díaz R., Steven<sup>1</sup>, Plata G., Jaime Andrés<sup>2</sup> y Calvo C., Julio C<sup>3</sup>.

Fundación Universitaria de San Gil - Unisangil, Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería  
Programa Ingeniería Ambiental  
San Gil, Colombia

[stevendiaz@unisangil.edu.co](mailto:stevendiaz@unisangil.edu.co)

[jaimeplata@unisangil.edu.co](mailto:jaimeplata@unisangil.edu.co)

[jccalvo23@hotmail.com](mailto:jccalvo23@hotmail.com)

Fecha de Recepción: agosto 11 de 2015  
Fecha de Aceptación: diciembre 15 de 2015

**Resumen** — Este artículo presenta los estudios realizados en la parte baja de la Casona B (La Ceiba) de Unisangil, sede San Gil, donde se presenta la caracterización típica de las aguas residuales, el tipo de suelo y un levantamiento topográfico para definir las características naturales o artificiales del terreno y de todos los elementos que en él se encuentran. Para lograrlo, se identificaron los agentes contaminantes por medio de una caracterización de aguas residuales que se realizó en el laboratorio CEIAM – UIS, Universidad Industrial de Santander, con el fin de conocer los contaminantes presentes en dicho vertimiento; de esta manera, se realizó un estudio del suelo para identificar su textura y un levantamiento topográfico. Todo esto se tuvo en cuenta para realizar el diseño y la construcción del sistema de tratamiento adecuado y eficaz en la remoción de carga contaminante, que da gran importancia a innovaciones realizadas por el hombre para mejorar la calidad de vida, asegurando un aporte significativo al desarrollo sostenible.

**Palabras clave** — Caracterización de aguas, estudio de suelos, levantamiento topográfico, carga contaminante, desarrollo sostenible.

**Abstract** - This article presents the studies at the bottom part of La Casona B (La Ceiba) Unisangil location of San Gil, where the features that conserve wastewater, soil type and topographical surveys were analyzed to define the natural or artificial features of the land and all the elements found there. To achieve this, the contaminants were

identified through a wastewater characterization performed in the laboratory of water and soil from the center of environmental studies and investigations CEIAM – Universidad Industrial de Santander UIS, in order to meet contaminants in such dumping, on this way a study was performed to identify soil texture and soil type together with a survey. All this was taken into account for the design and construction of the most appropriate system and effective treatment for the removal of contaminant load, which attaches great importance to innovations made by man to improve the quality of human life and the environment, ensuring a significant contribution to sustainable development.

**Keywords** - Characterization of water, soil survey, topographic survey, pollutant load, sustainable development.

### I. INTRODUCCIÓN

El tratamiento de aguas residuales se ha convertido en uno de los problemas ambientales más críticos y progresivos en Colombia. El vertimiento de aguas domésticas, agropecuarias e industriales está contaminando los ríos, los mares, las aguas subterráneas, los humedales y las represas, originando un grave deterioro al medio ambiente y a la salud humana.

<sup>1</sup> Ingeniero Ambiental, Unisangil

<sup>2</sup> Ingeniero Ambiental, Unisangil

<sup>3</sup> Ingeniero Químico y Civil

Las aguas residuales pueden ser tratadas dentro del sitio en el cual son originadas, pero por lo general son entregadas a un sistema de alcantarillado, el cual las conduce hasta una PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales), donde se les realiza un tratamiento de acuerdo al tipo de aguas y a la capacidad de la planta, pero las aguas que no son tratadas de ninguna de estas formas, son vertidas directamente al suelo o a alguna fuente hídrica superficial [1].

La construcción de sistemas de tratamientos de aguas en Colombia es una práctica relativamente reciente. El país trata el 10% de las aguas residuales a pesar de contar con una capacidad instalada que alcanzaría el 20%. Según un estudio realizado en el 2010 por el Fondo Internacional de Emergencia de las Naciones Unidas para la Infancia, Unicef, menos de la cuarta parte de los municipios de 21 departamentos analizados cuentan con una planta de tratamiento de aguas residuales [2].

La Fundación Universitaria de San Gil, Unisangil sede San Gil, se divide en dos sectores: la casona A y la casona B La Ceiba. La casona A entrega el agua residual que genera el alcantarillado municipal, y la casona B La Ceiba utiliza un sistema de tratamiento de aguas residuales que se encuentra en mal estado para descargar estas al Río Fonce. Esta situación lleva a proponer alternativas para el tratamiento adecuado de este vertimiento, por ende es de gran importancia la elaboración de un sistema eficiente que disminuya la contaminación hídrica que se está generando.

El procedimiento para la elaboración del diseño consiste en la síntesis y análisis ingenieril del sistema de tratamiento apropiado para tratar las aguas residuales generadas en la casona B La ceiba de Unisangil sede San Gil y obtener un efluente de las características sanitarias reguladas por las entidades correspondientes, Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS) y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

## II. CONTEXTUALIZACIÓN

Unisangil sede San Gil en la casona B (La ceiba) presenta un problema de carácter ambiental, ya que vierte las aguas residuales de este sector al río Fonce; este procedimiento, además de no estar legalizado ante una autoridad ambiental, está siendo tratado por un biodigestor el cual no se encuentra funcionando como debería. El agua residual es vertida al río Fonce porque la topografía de la casona B (La ceiba)

no permite que se conecte con el alcantarillado del municipio.

El diseño e implementación de un sistema alternativo de tratamiento de agua residual para el vertimiento de la casona B (La ceiba) de Unisangil, sede San Gil, se plantea como una posible solución al proceso que se debe aplicar para tratar el agua residual generada en la casona B; con el objetivo de que cumpla con los requerimientos legales que exige la normatividad vigente, permitiéndole a Unisangil mejorar la calidad del procedimiento y legalizando el mismo ante la autoridad ambiental.

Algunos de los aspectos ambientales significativos en las universidades son los consumos de agua y energía, la generación de vertimientos con contenidos de materia orgánica y sólidos. Igualmente, se pueden emitir gases, ruido y vibraciones; por lo tanto, una acción efectiva dentro de la gestión ambiental, es hacer uso de la evaluación de impacto para identificar y valorar los aspectos ambientales de potencial ocurrencia e incidencia; esto, con el fin de establecer medidas de prevención, mitigación y control de los impactos negativos de mayor significación, y lograr de esta manera que la universidad tenga un desarrollo sostenible garantizando su permanencia en el tiempo y espacio [3].

### A. Enfoque legal

La normatividad ambiental existente responde a la preocupación del Estado por la preservación del medio ambiente y procura garantizar a los habitantes del territorio nacional el derecho colectivo a gozar de un ambiente sano que se encuentra consagrado en la Constitución Nacional de Colombia de 1991.

La legislación ambiental, a su vez, constituye límites o restricciones a los derechos de la propiedad privada e iniciativa económica. Ello significa que en el ejercicio de los mismos, no se debe abusar degradando el medio ambiente [4].

Actualmente, en Colombia se han expedido varias leyes, desde 1950 hasta la fecha, las más importantes y vigentes son:

**Ley 99 de 1993**, 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.

**Decreto – Ley 2811 de 1974**, Código de los Recursos Naturales Renovables y Protección del Medio Ambiente.

**Decreto 1594 del 26 de Junio de 1984**: en el cual los artículos vigentes 72 (Vertimiento a un cuerpo de agua) y 73 (Vertimiento a un alcantarillado público), son de gran importancia y requiere parámetros a monitorear en Sólidos Suspendidos Totales (SST), demanda biológica de oxígeno (DBO5), Grasas y Aceites, pH y Temperatura en vertidos a cuerpos de agua y Sólidos Sedimentables, para Vertimientos al alcantarillado. Por último en el Artículo 74 se evidencian los parámetros permisibles establecidos para el control de cargas contaminantes.

**Decreto 3930 de 2010**: Establece las disposiciones relacionadas con:

- Usos del recurso hídrico.
- Ordenamiento del recurso hídrico.
- Control de los vertimientos al recurso, al suelo asociado a un acuífero y a los alcantarillados.

**Decreto 4728 de 2010 que modifica parcialmente el decreto 3930 de 2010 en los plazos de:**

- 10 meses, para la expedición de la norma de vertimientos a aguas superficiales y al alcantarillado
- 36 meses, para la expedición de la norma de vertimiento al suelo y aguas marinas
- 16 meses para expedir el protocolo de monitoreo de vertimientos, en agua superficial y subterránea.

**Decreto 2667 de 2012**: Marco Normativo vigente en cuanto a Tasa Retributiva por Vertimientos. Cobro por vertimientos directos e indirectos a los cuerpos de agua. Objetos de cobro: La DBO5 y los SST.

**Resolución 1433 de 2004**: relacionado con el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos. Conjunto de Programas, proyectos y actividades tendientes a mejorar las condiciones de recolección; transporte y tratamiento de aguas residuales. PSMV Vs Plan de cumplimiento.

**Resolución 1514 de 2012**: se adoptan los términos para la Elaboración del Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos.

**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.

### III. METODOLOGÍA

La metodología empleada se basó en el desarrollo de 6 fases complementarias:

#### A. Fase 1. Etapa preliminar

En esta fase se realizó una búsqueda de información referente a sistemas de tratamiento de aguas residuales, metodologías para caracterización de estas en vertimientos puntuales, y demás investigaciones relacionadas; adicional a esto se tuvo en cuenta algunas tesis realizadas en diferentes municipios y departamentos en Colombia y otras partes del mundo.

#### B. Fase 2. Identificación del vertimiento

Para realizar la identificación del vertimiento puntual generado por la Casona B (La Ceiba), se efectuó el siguiente procedimiento.

1. Se evidenciaron las fuentes generadoras de aguas residuales en la Casona B (La Ceiba).
2. Se realizó el diagnóstico actual de los Sistemas de Tratamiento que están siendo utilizados.
3. Se identificó el tipo de suelo que se presenta en la zona de ejecución del proyecto, siguiendo el procedimiento del Método Hidrométrico Bouyoucos.

#### C. Fase 3. Caracterización del vertimiento

Se caracterizó el vertimiento para obtener datos, que permitieran determinar el diseño del sistema de tratamiento más aceptable para la remoción de carga contaminante. La caracterización se realizó de la siguiente manera:

1. Se estableció un día donde se presente una elevada cantidad de personas en las instalaciones de la sede B (La Ceiba), que permita determinar el flujo máximo de caudal.
2. Se aforaron y tomaron muestras puntuales durante un tiempo de 16 horas, comprendidas entre las 6 a.m. y las 10 p.m., midiendo cada hora los parámetros in situ (pH, Temperatura, Oxígeno Disuelto, Caudal y Sólidos Sedimentables); para posteriormente realizar una muestra compuesta.
3. Se enviaron muestras al Laboratorio de Aguas y Suelos del Centro de Estudio e Investigaciones Ambientales CEIAM –UIS, el cual se encuentra

certificado para la determinación de los siguientes parámetros:

**Potencial de Hidrogeno (pH):** para determinar por medio de Standart Methods 4500 B.

**Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5):** para determinar por medio de Incubación a 5 días - electrodo de membrana Standart Methods 5210 B.

**Demanda Química de Oxígeno (DQO):** para determinar por medio de Reflujo Cerrado - Colorimétrico Standart Methods 5210 D.

**Sólidos Suspendidos Totales (SST):** para determinar por medio Gravimétrico - Secado 103 - 105 °C, Standart Methods 2540 D.

**Sólidos Totales (ST):** para determinar por medio Gravimétrico - Secado 103 - 105 °C, Standart Methods 2540 D.

**Grasas y Aceites:** para determinar por medio de Extracción Soxhlet Standart Methods 5520 D.

**Nitrógeno Total:** para determinar por medio de Standart Methods 4500 N.

**Fósforo Total:** para determinar por medio de Standart Methods 4500 E.

**Coliformes Totales (CT):** para determinar por medio de Standart Methods 9221 B.

**Coliformes Fecales (CF):** para determinar por medio de Standart Methods 9223 B.

#### *D. Fase 4. Diseño del sistema de tratamiento*

Esta fase estuvo compuesta por el diseño del sistema de tratamiento a utilizar en la remoción de carga contaminante del vertimiento.

Un sistema de tratamiento de aguas residuales debe tener como propósito, eliminar toda contaminación química y bacteriológica del agua que pueda ser nociva para los seres humanos, de manera que el agua sea dispuesta en el ambiente de forma segura [6].

El proceso, además, debe ser optimizado para que el sistema no produzca olores ofensivos, eliminando al menos un 80% de la materia orgánica y de los microorganismos patógenos presentes en ella [5].

#### *E. Fase 5. Manual de operación y mantenimiento*

Se preparó un manual que permitió mostrar la forma adecuada de operación y mantenimiento del sistema diseñado.

#### *F. Fase 6. Construcción y evaluación del diseño*

Implementación del sistema diseñado y evaluación de su desempeño en la remoción de carga contaminante.

### IV. RESULTADOS

A continuación se enuncian los resultados de cada etapa.

#### *A. Fase 1. Etapa preliminar*

En esta etapa se realizó recolección de fuente primaria y secundaria, con la que se obtuvo información legal y conceptos técnicos referentes a los vertimientos.

##### • *Recolección de la información primaria*

Se analizaron algunas innovaciones, diseños y construcciones hechas por el hombre, para sistemas de tratamiento alternativo de aguas residuales; una de las teorías más destacadas fue la de Ron Crites y de George Tchobanoglous para el tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones. El texto presentó un amplio diseño de sistemas, tanto convencionales como innovadores para el tratamiento y eliminación de las aguas tratadas; ayudando en la planeación, el análisis y el diseño de sistemas de administración de aguas residuales e incluyendo información y datos plasmados en tablas y apéndices [5].

##### • *Recolección de información secundaria*

La información secundaria se obtuvo de la entidad gubernamental con competencia en el área de estudio, en este caso, la Corporación Autónoma Regional de Santander, CAS (información como legislación y conceptos técnicos) y la circular con la que se autorizó la tala de los árboles de características leñosas que se encontraban en el área de construcción.

#### *B. Fase 2. Identificación del vertimiento*

Se realizó la identificación de las fuentes generadoras de agua residual (ver figura 1), brindando información sobre la población que asistió a la

Casona B en un mes (septiembre) (ver figura 2), el diagnóstico del estado actual del vertimiento y un estudio textural del suelo.



Fig. 1 Fuentes generadoras de aguas servidas conducidas hasta el vertimiento la Casona B (La Ceiba), Unisangil.

La determinación de las fuentes generadoras presentó importancia a la hora de establecer la clase de agua residual que está siendo vertida y que va a tratar el sistema. En el caso de la Casona B, las fuentes generadoras del vertimiento presentaron características similares a las de uno doméstico a excepción del laboratorio.

El cálculo de la población se realizó con el fin de estimar un promedio sobre la cantidad de personas, que asiste a las instalaciones de la universidad en la casona B La Ceiba y que pueden llegar a influir en una variación del caudal que tiene que tratar el sistema alternativo para aguas residuales.



Fig. 2. Cantidad de personas/día en el mes de septiembre.

Como se muestra en la figura anterior (figura 2), los martes se presentó mayor flujo de personas en la casona B; por ende es uno de los días con mayor caudal. Evidenciando que el agua residual era tratada por un sistema, el cual estaba compuesto por una caja recolectora, una trampa de grasas, un biodigestor con capacidad para 6000 litros y por un tanque de 1000 litros para almacenar un inóculo. Luego de pasar por este sistema, el agua es vertida al río Fonce, es importante resaltar que el sistema se encontraba en

mal estado, dado que presentaba fugas en las tuberías, por falta de mantenimiento y no estaba siendo usado de la forma correcta como se evidencia en la figura 3, provocando que el agua residual circulara sin un adecuado tratamiento.



Fig. 3 Evidencia falta de mantenimiento.

• *Identificación del tipo de suelo*

El tipo de suelo se determinó definiendo su estructura; se realizó una prueba de Bouyoucos que consistió en la determinación de los porcentajes de arena, limo y arcilla presentes en la fracción mineral del suelo. Estos porcentajes se obtuvieron mediante la separación de las partículas en grados clasificados de acuerdo a su diámetro. Para determinar la textura del suelo en la casona B se tomaron dos muestras, una de 50 gramos y una de 100.

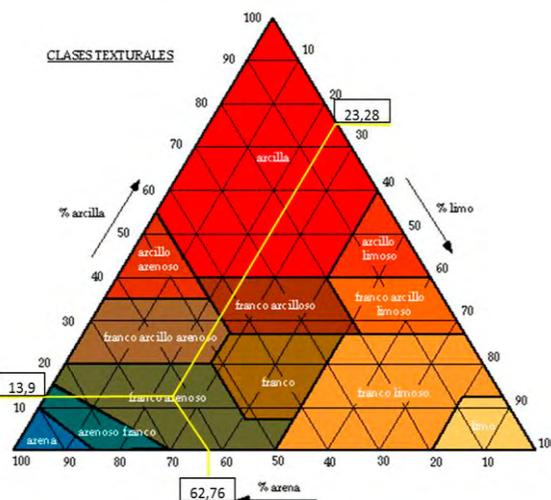


Fig. 4 Ubicación del tipo de suelo en el triángulo textural.

La intersección de las líneas de color amarillo (figura 4) definió la textura del suelo como franco arenoso, este tipo de suelo es estable y no se ve muy afectado por los cambios en la humedad o la temperatura. También se conoce como suelo liviano. Este tipo de suelo de cimentación puede soportar

fácilmente una de losa, sin embargo, es susceptible a la erosión. Si comienza a erosionarse bajo los cimientos, los constructores pueden tener que recurrir a la elevación de las losas para reparar el daño y evitar una mayor erosión.

### C. Fase 3. Caracterización del vertimiento

El 23 de octubre de 2014 se realizó el muestreo al Vertimiento Puntual generado en la Casona B como se evidencia en la figura 5, iniciando a las 6 a.m. hasta las 10 p.m., tomando en cada hora correspondiente los siguientes parámetros: (Caudal, pH, Temperatura de la muestra, Temperatura Ambiente y Oxígeno Disuelto “OD”), ver figura 6, y cada dos horas (Sólidos Sedimentables “SD”); posteriormente se realizó una muestra compuesta que fue enviada al laboratorio de aguas y suelos del centro de estudios e investigaciones ambientales (CEIAM-UIS).



Fig. 5 Evidencia toma de muestras y parámetros.

DATOS DE CAMPO						
MUESTRA	HORA	Q (L/s)	pH	T (°C)	OXIGENO DISUELTO (mg/L)	SOLIDOS SEDIMENTABLES (mg/L)
1	6:00	0.011072426	7.59	22	0.62	5
2	7:00	0.017900049	7.66	18.5	0.78	
3	8:00	0.010097551	7.77	23	1.71	2
4	9:00	0.085842822	7.79	23.6	1.73	
5	10:00	0.02418536	7.65	23.6	3.07	1
6	11:00	0.032414854	7.62	23.8	2.74	
7	12:00	0.035282868	7.69	24	2.39	3
8	13:00	0.028842618	7.48	24.9	2.33	
9	14:00	0.053784955	8.16	24.8	2.52	1
10	15:00	0.063338954	7.95	23.8	3.41	
11	16:00	0.041524232	8.03	23.7	2.68	1
12	17:00	0.024992897	7.94	23.6	2.66	
13	18:00	0.02607902	7.93	23.5	3.19	4
14	19:00	0.099122814	8.14	23.3	2.3	
15	20:00	0.139532994	8.46	23.8	1.9	2
16	21:00	0.115739412	8.48	20.7	1.7	
17	22:00	0.132117859	8.5	21.8	1.6	3
Promedios		0,05540	7,9318	23,0824	2,20765	2,44

Fig. 6 Evidencia toma de muestras y parámetros.

Los datos de campo recolectados dan un aporte importante en la medición del caudal, obteniéndose un caudal mínimo (0.010 (L/s)) y máximo (0.14 (L/s)) necesario para el diseño del sistema de tratamiento. El día en que se realizó el muestreo, se presentaron diferentes eventos por ser la semana cultural de Unisangil, estos eventos se efectuaron en el coliseo Leonor Cordero, donde se albergaron la mayoría de estudiantes en las horas de la noche,

presentando en estas mismas horas los caudales máximos comprendidos entre las 7 p.m. y 10 p.m.

Los resultados obtenidos de la caracterización (tabla 1) fueron la base para definir las unidades a utilizar en el sistema de tratamiento; de esta manera se le dio prioridad a los sistemas de tipo alterno como los humedales y los biodigestores, con el fin de no depender del uso de químicos o gasto de energía.

TABLA 1. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE PARÁMETROS HECHO EN EL LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS DEL CENTRO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES AMBIENTALES (CEIAM-UIS).

Resultados de análisis					
Código Laboratorio	Nombre muestra	Parámetro	Método	Unidades	Resultado
14-0755	Vertimiento la ceiba	pH	Standard Methods 4500 B	[H+]	8,17
14-0756	Vertimiento la ceiba	DBO5	Incubacion a 5 dias-electrodo de membrana standard methods 5210 B	mg/L O2	68
14-0757	Vertimiento la ceiba	DQO	Reflujo cerrado-colorimetrico standard Methods 5220 D	mg/L O2	169
14-0758	Vertimiento la ceiba	SST	Gravimetrico-secado 103-105 °c. Standard methods 5540 D	mg/L	50
14-0759	Vertimiento la ceiba	ST	Gravimetrico-secado 103-105 °c. Standard methods 5540 D	mg/L	436
14-0760	Vertimiento la ceiba	Grasas y aceites	Extraction Soxhlet standard methods 5520 D	mg/L	<10
14-0761	Vertimiento la ceiba	Nitrógeno total	Standard Methods 4500 N	mg/L N	102,2
14-0762	Vertimiento la ceiba	Fósforo total	Standard Methods 4500 E	mg/L P	4,4
14-0763	Vertimiento la ceiba	Coliformes totales	Standard Methods 9221 D	NMP/100 ml	16000
14-0764	Vertimiento la ceiba	Coliformes fecales	Standard Methods 9223 B	NMP/100 ml	9200

### D. Fase 4. Diseño del sistema de tratamiento

El sistema se diseñó y se implementó para remover un 97,3 % de la carga contaminante (figura 7) y para manejar un caudal de 0,20 litros por segundo, el cual fue emitido durante un lapso de 16 horas por día, inclusive cuando se presentan picos de excesivo caudal y otros de muy bajo flujo que llegan incluso a nulo en las noches y en los días no laborados. Contó con nueve unidades, Trampa de Grasas y Aceites, Sedimentador, Biodigestor, Tanque de Inoculo, Humedal, Filtro de Grava y Arena, Escalinata, Tanques para Lodos y Lecho de Secado. Aunque no sea requerida una indemnización por la tala de árboles durante la adecuación del terreno, en el diseño se implementó una cerca viva compuesta de “limón swinglea glutinsa” y “duranta repens”, que servirá como compensación por la ausencia de estos árboles.

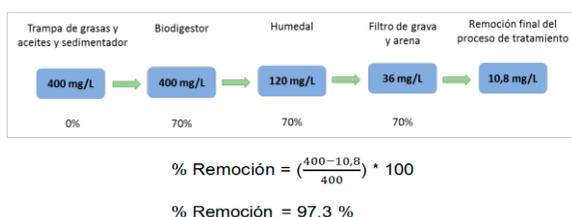


Fig. 7 Cálculo teórico de la eficiencia de remoción del sistema de tratamiento determinado en base a la remoción de DBO5.

#### E. Fase 5. Manual de operación y mantenimiento

Se realizó un documento que servirá como guía para llevar a cabo la operación y mantenimiento del Sistema de tratamiento de aguas residuales de la Casona B (La Ceiba), Unisangil sede San Gil. El Manual de Operación describe las actividades que se realizaron en cada unidad del sistema, comprendiendo de forma ordenada, secuencial y detallada las operaciones de los procedimientos a seguir en cada sistema.

#### F. Fase 6. Construcción y evaluación del diseño

La implementación del diseño inició el lunes 30 de marzo de 2015, con la limpieza del tanque de 6000 litros (biodigestor), y finalizó el 9 de junio de 2015. En la figura 8 se muestran algunas de las instalaciones del sistema, la evaluación del diseño implementado queda como un meta por realizar, partiendo de allí se sugiere colocar un estudiante en práctica para que realice la evaluación.



Fig. 8 Evidencia implementación del diseño.

### V. CONCLUSIONES

El sistema alternativo fue diseñado con el fin de remover la carga contaminante presente en el vertimiento puntual de agua residual generado en la

Casona B (La Ceiba), dándole cumplimiento a la normatividad ambiental vigente.

Con la implementación del sistema teóricamente se remueve el 97,3% de la carga contaminante presente en el vertimiento.

El tipo de suelo donde se realizó la construcción del diseño es franco arenoso, es un suelo estable que no se ve muy afectado por los cambios en la humedad o la temperatura. Este tipo de suelo puede soportar fácilmente una cimentación de losa. Sin embargo, es susceptible a la erosión.

De acuerdo al trabajo de campo realizado durante la caracterización de aguas, quedó claro que el caudal máximo se presentó a las 8 p.m. y fue de 0.14 L/s. Es necesario resaltar que el día en que se realizó el muestreo, se presentaron diferentes eventos por ser la semana cultural de Unisangil.

Las dimensiones de las unidades fueron trazadas de acuerdo al caudal de diseño (0,20 L/s), realizando algunas modificaciones debido a que el efluente que se presenta es de poco caudal.

El problema del vertido del residuo líquido al cuerpo receptor sin un previo tratamiento aceptable, radica principalmente en la contaminación del cuerpo hídrico (Río Fonce), y en el no requerimiento y cumplimiento de la normatividad vigente, (Resolución 631 de 2015), por parte de Unisangil.

La cerca viva, además de cumplir con el objetivo de encerrar y proteger todo el sistema de tratamiento, sirve como parte de la compensación por 12 árboles presentes en el terreno de diseño, cumpliendo así con la normatividad vigente.

Con la implementación del diseño, Unisangil contribuye a la disminución de la contaminación al río Fonce y de esta manera se podrá obtener un permiso de vertimientos por parte de la autoridad ambiental (CAS), ya que cumpliría entonces con los requisitos normativos.

#### REFERENCIAS

- [1] Water Treatment Solutions LENNTECH, (2012). Historia de la desinfección del agua. [Online]. Available: <http://www.lennotech.es/procesos/desinfeccion/historia/historia-desinfeccion-agua.htm>
- [2] Unicef. El agua potable y el saneamiento básico en los planes de desarrollo. [Online]. Available: <http://www.unicef.org/colombia/pdf/Agua3.pdf>
- [3] J, Calpa, y D. López. (2008) Formulación del plan de manejo ambiental para la planta de acopio alimentos del Valle "Alival s.a." Pasto – Nariño. Universidad tecnológica de

- Pereira, facultad de ciencias ambientales, Pereira, Colombia.  
[Online]. Available: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/1133/1/333715C165.pdf>
- [4] Ministerio de Desarrollo Económico. Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico. “Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS – 2000 sección II título e tratamiento de aguas residuales”, 2000. [Online]. Available: [http://cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/7.\\_Tratamiento\\_de\\_aguas\\_residuales.pdf](http://cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/7._Tratamiento_de_aguas_residuales.pdf)
- [5] R. Crites, y G. Tchobanoglous. *Tratamiento de aguas en pequeñas poblaciones*. Bogotá, Colombia: Mcgraw-Hill, 2000.
- [6] L. González. y J. Larrota, Diagnóstico y evaluación de la situación actual de los vertimientos de tipo doméstico generados por el área urbana en los municipios de San Gil, Pinchote y Páramo sobre la cuenca del Río Fonce, 2010 [Online]. Available: <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/6751/2/139123.pdf>