

**EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE
GUASCA CUNDINAMARCA**

**JHON ALEXANDER BERMUDEZ GRISALES
JHON EDISON CARRILLO LOAIZA**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
BOGOTÁ
2019**

**EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE
GUASCA CUNDINAMARCA**

**JHON ALEXANDER BERMUDEZ GRISALES
JHON EDISON CARROLLO LOAIZA**

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil

**Director
Ing. JESUS ERNESTO TORRES QUINTERO
Msc. Recursos Hidráulicos**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
PROYECTO DE INVESTIGACION
BOGOTÁ
2019**



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

Nota de Aceptación

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá, octubre de 2019

CONTENIDO

	Pág.
1 RESUMEN.....	13
2 ABSTRACT.....	14
3 INTRODUCCIÓN.....	15
4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	17
4.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	17
5 OBJETIVOS.....	18
5.1 OBJETIVO GENERAL	18
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
6 ANTECEDENTES.....	19
6.1 CONTAMINACIÓN	19
6.2 CONTRATACIÓN	19
7 JUSTIFICACIÓN.....	21
8 MARCO TEÓRICO	22
8.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	22
8.2 LÍMITES.....	23
8.3 TRATAMIENTO DEL AGUA	24
8.4 PROCESO ANAEROBIO.....	24
8.5 PROCESO ASCENCIONAL DE MANTO DE LODOS ANAEROBIO.....	25
8.6 COMPONENTES DE LA PTAR.....	26
8.6.1 CRIBADO.....	26
8.6.2 DESARENADOR.....	27
8.6.3 CANALETA PARSHALL.....	27
8.6.4 CAMARA DE SEPARADO	27
8.6.5 REACTOR ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE	27
8.6.6 LECHOS DE SECADO DE LODOS	28
8.6.7 VERTIMIENTO.....	28
9 MARCO CONCEPTUAL.....	29
9.1 Contaminación.....	30
9.2 Aguas residuales domésticas	30

9.3	Aguas residuales	30
9.4	Disposición final.....	30
9.5	Medio ambiente	30
9.6	Caudal	31
9.7	Tratamiento de aguas residuales.....	31
9.8	Eficiencia de tratamiento.....	31
9.9	Saneamiento ambiental	31
9.10	Calidad del agua.....	31
9.11	Disposición final.....	32
9.12	Lodo primario.....	32
9.13	Lodo secundario	32
9.14	Lodo activo	32
9.15	Planta de tratamiento de agua residual (PTAR)	33
10	MARCO LEGAL.....	34
11	DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA	39
11.1	Análisis de la información recopilada referente a la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) del municipio de Guasca Cundinamarca	39
11.1.1	Recolección de información	39
11.1.2	Visita a la ptar	39
11.2	Revisión y comparación de los parámetros de diseño con la normatividad vigente la cual reglamenta los requisitos técnicos que deben cumplir en etapas de diseño resolución 0330 de 2017.....	45
11.2.1	Análisis de información	45
11.2.2	Cálculo de Caudales.....	49
11.2.3	Evaluación estructura de la PTAR	50
11.3	Comparación de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio realizados a la PTAR por parte de la entidad encargada de esta, con los máximos permitidos en la resolución 0631 de 2015 para vertimientos con el fin de determinar la eficiencia de la PTAR.	54
11.3.1	Monitoreo realizado a la PTAR	55
11.3.2	Resolución 0631 de 2015	55
11.3.3	Método de análisis y referencia de las muestras	56
11.3.4	Identificación de los puntos de monitoreo	56
11.3.5	Descripción de estaciones de monitoreo	57

11.3.6	Parámetros IN SITU del monitoreo	57
11.3.7	Reporte de resultados y comparación con los límites establecidos en la Resolución 0631/2015 expedida por el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible.....	60
11.3.8	Eficiencia de la PTAR	61
11.3.9	Análisis de resultados para Ph, temperatura y solidos sedimentables 62	
11.3.10	Análisis de resultados para la eficiencia en remoción de la PTAR .	63
11.4	Diagnóstico del estado técnico de la planta de tratamiento de agua residual (PTAR) de Guasca – Cundinamarca.	64
11.4.1	Diagnóstico del funcionamiento de la PTAR	64
11.4.2	Evaluación al funcionamiento de la PTAR	65
12	CONCLUSIONES	67
13	RECOMENDACIONES.....	68
14	BIBLIOGRAFIA.....	69
15	ANEXOS.....	72

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Ubicación de Guasca en Colombia.....	22
Ilustración 2 Ubicación de Guasca en Cundinamarca	23
Ilustración 3 Reactor UASB	25
Ilustración 4 Estructuras Internas PTAR Guasca Cundinamarca.....	26
Ilustración 5 Marco Conceptual.....	29
Ilustración 6 Cribado para solidos gruesos	40
Ilustración 7 Cribado para solidos finos	41
Ilustración 8 Desarenador	41
Ilustración 9 Desarenador	42
Ilustración 10 Canaleta Parshall	42
Ilustración 11 Cámaras de separado	43
Ilustración 12 Reactor UASB	43
Ilustración 13 Reactor UASB	44
Ilustración 14 Lechos de secado de lodos	44
Ilustración 15 Vertimiento	45
Ilustración 16 Cribado para solidos gruesos y finos.....	50
Ilustración 17 Cribado para solidos gruesos y finos.....	52
Ilustración 18 Grafica de resultados de entrada y salida para medición de Temperatura y Ph	58
Ilustración 19 Grafica de resultados de entrada y salida para medición de Solidos sedimentables y comportamiento de Caudal	59

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Marco legal	34
Tabla 2 Censo y proyección Guasca Cundinamarca año 2007- 2032	46
Tabla 3 Proyección Población Guasca Cundinamarca 2019 – 2032 método lineal	46
Tabla 4 Proyección Población Guasca Cundinamarca Método Geométrico.....	47
Tabla 5 Proyección Población Guasca Cundinamarca Método Estadístico.....	48
Tabla 6 Comparación Proyección método Lineal Estadístico y Geométrico	48
Tabla 7 Datos de entrada para cálculo de rejilla para solidos gruesos año 2007 ..	50
Tabla 8 Resultados para el cálculo de la rejilla solidos grueso año 2007	50
Tabla 9 Datos de entrada para cálculo de rejilla para solidos gruesos año 2032 ..	51
Tabla 10 Resultados para el cálculo de la rejilla solidos gruesos año 2032	51
Tabla 11 Datos de entrada para cálculo de rejilla para solidos medio año 2007 ...	51
Tabla 12 Resultados para el cálculo de la rejilla solidos medio año 2007	52
Tabla 13 Datos de entrada para cálculo de rejilla para solidos medio año 2032 ...	52
Tabla 14 Resultados para el cálculo de la rejilla solidos medio año 2032	52
Tabla 15 Análisis rejillas de Cribado	53
Tabla 16 Análisis desarenador.....	53
Tabla 17 Análisis Reactor UASB	54
Tabla 18 MÉTODOS DE ENSAYO Y REFERENCIA BASADOS EN EL DOCUMENTO "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER - APHA - AWWA - WEF, 22nd EDITION 2012.....	56
Tabla 19 Identificación de los puntos de monitoreo	56
Tabla 20 Descripción de estaciones de monitoreo	57
Tabla 21 Datos parámetros IN SITU de entrada.....	57
Tabla 22 Datos parámetros IN SITU de salida.....	58
Tabla 23 Comparación de resultados con la resolución 0631/2016 para salida	60
Tabla 24 Eficiencia remoción PTAR	61
Tabla 25 Agua residual domestica con carga menor o igual a 625,00 Kg/dia	64

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1 Solicitud de acceso a la PTAR.....	72
Anexo 2 Resultados de ensayos de laboratorio para entrada	73
Anexo 3 Resultados de ensayos de laboratorio para salida	74
Anexo 4 Resultados de ensayos de laboratorio en campo para entrada y salida..	75
Anexo 5 Resultados de ensayos de laboratorio en campo para entrada y salida.	76
Anexo 6 Resultados de ensayos de laboratorio en campo para entrada	77
Anexo 7 Resultados de ensayos de laboratorio en campo para entrada.....	78
Anexo 8 Resultados de ensayos de laboratorio en campo para salida.....	79
Anexo 9 Resultados de ensayos de laboratorio en campo para salida.....	80
Anexo 10 Plano cortes de distribución y unidades de tratamiento.....	81
Anexo 11 Plano Detalles desarenador.....	82
Anexo 12 Plano Detalles lechos de secado de lodos y Cabezales de entrega a alcantarillado.....	83
Anexo 13 Plano Detalles 1 UASB	84
Anexo 14 Detalles 2 UASB	85
Anexo 15 Distribución de Unidades de Tratamiento	86
Anexo 16 Esquema perfil hidráulico.....	87
Anexo 17 Localización General	88

GLOSARIO

AGUA RESIDUAL: Tipo de agua que se haya contaminada con elementos tóxicos tales como materia fecal y orina de seres humanos, e incluso de animales, considerándose también como el producto sobrante de las actividades cotidianas de subsistencia humana.¹

AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA: Son las aguas residuales procedentes de zonas de vivienda y de servicios, generadas principalmente por las excretas humanas y las actividades domésticas.²

ANAEROBIO: no requiere O₂ libre para su crecimiento y multiplicación y que es inhibido por las concentraciones.³

CUERPO DE AGUA: Acumulación de agua corriente o quieta, que en su conjunto forma la hidrósfera; son los charcos temporales, esteros, manantiales, marismas, lagunas, lagos, mares, océanos, ríos, arroyos, reservas subterráneas, pantanos y cualquier otra acumulación de agua.⁴

DBO5: Demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días. Medida de la cantidad de oxígeno consumida en la oxidación del material carbonoso de una muestra de agua, por la población microbiana, a lo largo de cinco días de incubación. Se trata de una reacción fuertemente dependiente de la temperatura por lo que siempre que el ensayo no se haya hecho a 20° que es la estándar habrá que indicarlo. Se trata del parámetro indicador de contaminación orgánica más ampliamente empleado, aunque tiene serias limitaciones que hay que tener en cuenta a la hora de su interpretación, entre estas pueden destacarse: en los cinco días que dura el ensayo normalmente no se oxida más del 60 o 70% de la materia orgánica realmente presente en la muestra, los resultados obtenidos dependen del inóculo bacteriano y

¹ SEOÁNEZ CALVO, Mariano; BELLAS VELASCO, Elena; SEOÁNEZ OLIET, Pilar. *Manual de tratamiento, reciclado. aprovechamiento y gestión de las aguas residuales de las industrias agroalimentarias*. A. Madrid Vicente., 2003.

² COLLAZOS, Carlos. Tratamiento de aguas residuales domesticas e industriales. *Universidad Nacional De Colombia*, 2008, vol. 49.

³ LOZADA, Patricia Torres. Perspectivas del tratamiento anaerobio de aguas residuales domésticas en países en desarrollo. *Revista EIA*, 2012, vol. 9, no 18, p. 115-129.

⁴ COLLAZOS, Carlos. Tratamiento de aguas residuales domesticas e industriales. *Universidad Nacional De Colombia*, 2008, vol. 49.

la presencia de sustancias tóxicas para los microorganismos puede falsear los resultados.⁵

DQO: Demanda química de oxígeno. Se trata de un ensayo empleado para la medida del contenido en materia orgánica de una muestra de agua residual. Como agente oxidante se emplea una sustancia química, como el bicromato, fuertemente oxidante en medio ácido y a elevada temperatura.⁶

⁵ CISTERNA, P.; PEÑA, D. Determinación de la relación DQO/DBO5 en aguas residuales de comunas con población menor a 25.000 habitantes en la VIII región. *Hallado en: <http://www.cepis.org.pe/bvsaidis/chile/3/tra-12.pdf> documentos. Acceso en enero de, 2010.*

⁶ ARIAS VARGAS, Rina Eugenia; QUINTANILLA AGUIRRE, Jorge; GUISBERT, Elvira. *Mejoramiento de fichas técnicas de seguridad para sustancias peligrosas y aplicación de la norma boliviana 64009 para la determinación de DQO en efluentes industriales en Embol SA.* 2013. Tesis Doctoral. Universidad Mayor de San Andres. Facultad de Ciencias Puras y Naturales. Carrera Ciencias Químicas.

1 RESUMEN

El presente trabajo de grado se realizó haciendo una evaluación y diagnóstico a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas del Municipio de Guasca Cundinamarca. Se tiene en cuenta que el vertimiento del agua tratada se realiza en el rio Siecha el cual pasa por un lado de la PTAR.

Respondiendo al objetivo principal del presente proyecto, se realiza una evaluación y diagnóstico a la PTAR, en aras de realizar lo anterior, se solicita acceso a la PTAR al igual que la información referente a los planos de diseño, con la información obtenida se procede a hacer el análisis de esta, realizando una comparación con la resolución 0330 de 2017 ya que la planta se diseñó antes de la actualización anteriormente nombrada.

Dentro de la solicitud de información a los administradores de la PTAR, se realizó la solicitud de unos ensayos de laboratorio realizados dentro de los últimos 6 meses; y se obtuvieron unos ensayos realizados dentro de los últimos (2) meses, con estos resultados de laboratorio se realiza el análisis correspondiente, se hace una comparación con la resolución 0631 de 2015, la cual especifica las características físico químicas que debe cumplir el agua después de ser tratada para realizar el respectivo vertimiento en el Rio Siecha.

Con el análisis de la información obtenida respecto al diseño de la planta y la comparación con la resolución 0330 de 2017. Y el análisis de los ensayos de laboratorio y la comparación con la resolución 0631 de 2015, se procede a realizar la evaluación y diagnóstico a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas del Municipio de Guasca Cundinamarca como se puede observar en el presente documento.

2 ABSTRACT

This degree work was carried out by making an evaluation and diagnosis of the Domestic Wastewater Treatment Plant of the Municipality of Guasca Cundinamarca, on the other hand, it is taken into account that the dumping of treated water is carried out in the river Siecha.

As the main object of this project, an evaluation and diagnosis is made to the PTAR, in order to perform the above, it begins with the request for access to the PTAR and the request for information regarding the design plans, with the information obtained being It proceeds to make the analysis of this, making a comparison with resolution 0330 of 2017 since the plant was designed before the previously named update.

Within the request for information from the administrators of the PTAR, the request for laboratory tests carried out within the last 6 months was made; and some tests were carried out within the last (2) months, with these laboratory results the analysis of this is made, a comparison is made with resolution 0631 of 2015, which specifies the physical chemical characteristics that the water must meet after being treated to perform the respective dumping in the Siecha River.

With the analysis of the information obtained regarding the design of the plant and the comparison with the resolution 0330 of 2017. And the analysis of the laboratory tests and the comparison with the resolution 0631 of 2015, the evaluation and diagnosis are carried out. the Domestic Wastewater Treatment Plant of the Municipality of Guasca Cundinamarca as can be seen in this document.

3 INTRODUCCIÓN

La contaminación de las fuentes hídricas como el río Siecha en el municipio de Guasca Cundinamarca, conforma una de los problemas ambientales que la naturaleza y los habitantes de la zona enfrentan, causado en parte, por los mismos residentes del sector y sus actividades cotidianas, arrojando desechos directamente al río, tales como plásticos, escombros, basura entre otros, sin medir las consecuencias de ello. Se suma a esto, el deficiente proceso que realiza la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas del municipio, ya que según los habitantes del sector se observa que el agua tratada no cumple con las condiciones mínimas para ser vertida en el río, según las observaciones de la comunidad.

Para disminuir el impacto ambiental causado al río por los desechos que se vierten en él, es necesario contar con un adecuado proceso de tratamiento de agua residual el cual debe ser garantizado por la PTAR del casco urbano del municipio de Guasca, que a pesar de tener poco tiempo desde su puesta en funcionamiento presenta inconsistencia en sus procesos debido a que el resultado no es el esperado para el tipo de tratamiento que debe realizar a las aguas residuales domésticas.

Conscientes de la gran problemática presente en el sector se debe recolectar información referente a la planta, para lo cual se acude a la empresa de servicios públicos de guasca ECOSIECHA S.A E.S.P., empresa encargada del funcionamiento de la planta en el municipio, CORPOGUAVIO (Corporación Autónoma Regional del Guavio), quienes tienen la información técnica del funcionamiento y características propias de la planta para su puesta en marcha y todos los informes de pruebas de laboratorio realizados a la PTAR que muestren un control de calidad a sus procesos, acompañado de visitas a la planta para inspeccionar los procesos que se realizan.

Una vez se obtenga la información anteriormente mencionada, se procede a realizar una evaluación de la información recolectada versus los parámetros de control de calidad aceptados según la normatividad vigente referente al vertimiento de aguas residuales tratadas a las fuentes hídricas, con el fin de conocer el estado actual de la planta.

Realizando un análisis a los resultados de la evaluación se procese a emitir el diagnóstico de la planta, el cual estará acompañado de una serie de observaciones

y sugerencias de tipo técnico orientados a como la Ingeniería Civil puede impactar de forma positiva los procesos y de esta manera pueda optimizarse el trabajo que realiza la planta con las aguas residuales domesticas del municipio de Guasca Cundinamarca y reducir considerablemente la carga contaminante que se vierte al río Siecha, mejorando la calidad del servicio y a su vez reduciendo los riesgos biológicos que puedan transferirse mediante el consumo de agua contaminada.

4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Es importante garantizar en el municipio de Guasca Cundinamarca el correcto tratamiento al agua residual doméstica, mitigando así, el riesgo de contaminación a las fuentes hídricas cercanas y de esta manera evitar un riesgo tanto al medio ambiente como a quienes habitualmente usan el agua del río Siecha para algunas actividades cotidianas.

Teniendo en cuenta la importancia de contar con un sistema óptimo que garantice un adecuado tratamiento a las aguas residuales, luego de que algunos habitantes del municipio manifestaran molestias y una vez realizada la visita a la PTAR, es evidente que no funciona de una manera eficiente respecto al tratamiento que debe realizar la PTAR, ya que el agua sale visiblemente muy contaminada y hay presencia de mal olor, color oscuro y espuma.

Debido a esto, el río es quien sufre las mayores consecuencias, derivándose de allí otro tipo de problemática, como los malos olores e incrementándose la posibilidad de que por medio del agua contaminada que ahora hace parte del río Siecha se generen enfermedades a la población y así mismo un impacto negativo en los ecosistemas que dependen del río para sobrevivir.

4.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo se puede validar si la planta de tratamiento de agua residual doméstica (PTAR) del municipio de Guasca – Cundinamarca, funciona de forma óptima cumpliendo con los estándares de calidad del agua tratada?

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar evaluación y diagnóstico a la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas casco urbano del municipio de Guasca en Cundinamarca.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar la información recopilada referente a la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) del municipio de Guasca Cundinamarca para continuar con la evaluación.
2. Revisar y comparar los parámetros de diseño con la normatividad vigente la cual reglamenta los requisitos técnicos que se deben cumplir en etapas de diseño resolución 0330 de 2017.
3. Comparar los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio realizados a la PTAR por parte de la entidad encargada de esta, con los máximos permitidos en la resolución 0631 de 2015 para vertimientos con el fin de determinar la eficiencia de la PTAR.
4. Diagnosticar el estado técnico de la planta de tratamiento de agua residual (PTAR) de Guasca – Cundinamarca.

6 ANTECEDENTES

6.1 CONTAMINACIÓN

Según un estudio realizado en el 2017 en la zona, se estableció contacto con algunos habitantes del sector, quienes expresaron su preocupación por la contaminación que se presenta en el río Siecha, en gran parte, por el inadecuado funcionamiento de la PTAR del municipio, ya que esta no brinda las condiciones óptimas de vertimiento de estas aguas tratadas al río, generando en primera medida molestia por los malos olores que producen las aguas negras que llegan al río.

Con la contaminación del río, se incrementa en gran proporción la posibilidad de que se generen enfermedades no solo a los animales, sino también a los habitantes del sector, en especial a la población más vulnerable como son los niños, mujeres en estado de embarazo y los ancianos.

Según los habitantes de la zona, existe un abandono por parte de las entidades que están a cargo de la PTAR, como lo son la empresa ECOSIECHA, encargada principalmente del funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio y por otro lado CORPOGUAVIO, quien es la corporación que tiene la jurisdicción del sector y quien debería generar y brindar soluciones que permitan mejorar la calidad del agua que se vierte al río Siecha.

6.2 CONTRATACIÓN

Teniendo en cuenta la contaminación que se estaba presentando en la represa TOMINE, la secretaria ejecutiva del convenio Andrés Bello – SECAB, adjudicó el contrato de obra N° 001 de 2006 al consorcio SIMA HIDROMECHANICAS para ejecutar las obras enmarcadas dentro del convenio de cooperación y asistencia técnica 001/2006, cuyo objeto fue “EL DISEÑO, CONSTRUCCION Y PUESTA EN MARCHA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL MUNICIPIO DE GUASCA E INTERVENTORIA. Contrato que tuvo un valor de \$ 427.577.791, las obras de diseño se iniciaron el 16 de julio de 2007 y terminaron el 31 de julio del 2009.

Los diseños de la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas para el municipio de Guasca y construcción de la primera etapa estuvieron a cargo del consorcio SIMA HIDROMECHANICAS, estos se realizaron basados en la norma NSR 98 y RAS 2000. Esta primera etapa, constaba de realizar las excavaciones necesarias para construir la obra diseñada y la construcción de un tanque en concreto correspondiente al reactor UASB de la planta de tratamiento. La interventoría estuvo a cargo del ingeniero EVER SUAREZ LAGOS contrato de interventoría N° 002 de 2007 por un valor de \$ 38.490.000.

Durante el 2012 se ejecutaron las obras correspondientes a la segunda etapa, Contrato 070 de 2011 que se adjudicó al CONSORCIO PTAR GUASCA, representante legal del consorcio FAUSTO FERNANDO GONZALES BARRERA cuyo objeto era, "CONSTRUCCION DE LA SEGUNDA ETAPA DE LA PLANTA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DEL MUNICIPIO DE GUASCA.

7 JUSTIFICACIÓN

Según el informe “Estudio Sectorial de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado”, presentado a finales de 2017 por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (Superservicios), solo 541 municipios de los 1.122 registrados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane) cuentan con algún tipo de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

Debido a la gran importancia que representa el tratamiento de aguas residuales para las poblaciones y en busca de mitigar al máximo la contaminación producida por las diferentes actividades generadas por el ser humano, se requiere contar con la implementación de plantas de tratamiento de aguas residuales, mejor llamadas PTAR, las cuales ayudan a mejorar la calidad del agua que se recibe del alcantarillado.

Existen diversos tipos de plantas para el tratamiento de aguas residuales, con procesos diversos que buscan un mismo resultado, eliminar gran parte de las sustancias contaminantes presentes en las aguas provenientes del alcantarillado, reduciendo significativamente la carga contaminante presente, para luego ser vertidas en los afluentes y reducir el impacto ambiental.

De acuerdo con lo anterior y conociendo la importancia de contar con un adecuado tratamiento a las aguas residuales, una vez conocida la problemática del sector e indagando con algunos habitantes de la zona y luego de realizar una visita a la PTAR del municipio de Guasca, se pudo evidenciar el deficiente proceso que realiza la planta de tratamiento de aguas residuales.

Con base en esto, es necesario realizar la evaluación y diagnóstico del estado de la PTAR del municipio de Guasca, comparando aspectos técnicos de control de calidad con los establecidos y permitidos por la normatividad vigente y finalizando de ser necesario con el planteamiento de una solución sostenible y viable para el problema presentado.

8 MARCO TEÓRICO

8.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La Cuenca del Río Siecha, está ubicada en la cordillera oriental de los andes colombianos, en el municipio de Guasca, departamento de Cundinamarca. Dista a 51 Km. de la ciudad Capital de Bogotá. Dentro de sus características, cuenta con una extensión de 14.500 Has.⁷

Guasca está ubicada en la región de Cundinamarca, a escasos 51 kilómetros de Bogotá, cuenta con una superficie de 34600 hectáreas, a 2637 metros sobre el nivel de mar, está ubicado en la provincia del Guavio, su temperatura promedio es de 15°C.

Ilustración 1 Ubicación de Guasca en Colombia



Fuente. 1 [https://es.wikipedia.org/wiki/Guasca_\(Cundinamarca\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Guasca_(Cundinamarca))

⁷ [https://es.wikipedia.org/wiki/Guasca_\(Cundinamarca\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Guasca_(Cundinamarca))

Ilustración 2 Ubicación de Guasca en Cundinamarca



Fuente. 2 [https://es.wikipedia.org/wiki/Guasca_\(Cundinamarca\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Guasca_(Cundinamarca))

8.2 LÍMITES

Al norte limita con los municipios de Tocancipa y Guatavita, al sur con el municipio de La Calera, al este con el municipio de Junín y al oeste con los municipios de Tocancipa y Sopo. Tiene una superficie total de 346 kilómetros cuadrados, con una población total de 14.759 habitantes en el año 2015, con una densidad de 46,62 habitantes por kilómetro cuadrado y el zona urbana con un total de 5203 habitantes.⁸

⁸ [https://es.wikipedia.org/wiki/Guasca_\(Cundinamarca\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Guasca_(Cundinamarca))

8.3 TRATAMIENTO DEL AGUA

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos con el fin de realizar la remoción de los agentes contaminantes presentes en el agua residual, para poder realizar el vertimiento final o poderla dar uso ya sea en la agricultura, como la producción de lodos los cuales sirven como abono para la misma.

El tratamiento de agua residual comienza con la captación y la separación de sólidos que trae el agua residual doméstica, esta primera separación se realiza por medio de una rejilla para sólidos grandes; posteriormente se conduce hacia otra rejilla de menores dimensiones en donde se realiza la remoción de los sólidos que lograron pasar por la primera rejilla, el agua fluye por el desarenador en donde por gravedad se precipitan las partículas más finas que vienen en el agua como la arena y luego se conduce por unas cámaras de separación en donde se realiza la retención de las partículas flotantes que vienen en el agua residual, estas cámaras conducen el agua al reactor que realiza el tratamiento biológico al agua residual.

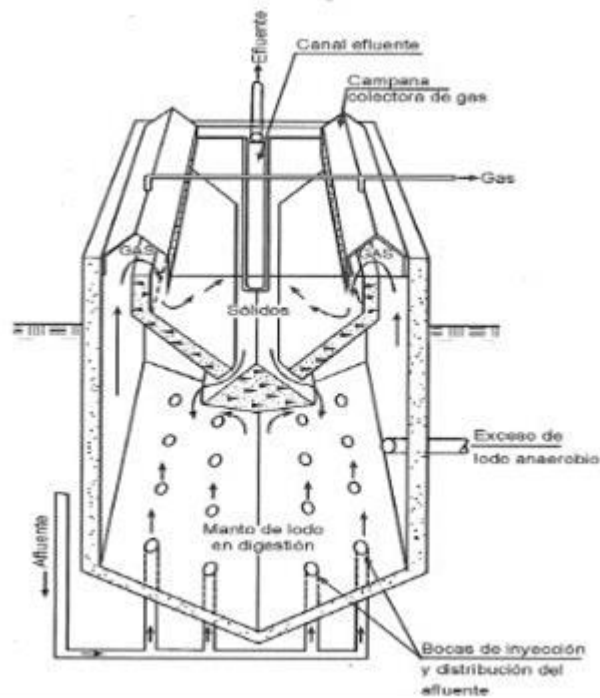
El tratamiento biológico en plantas de tratamiento de agua residual consiste en realizar la remoción de agentes contaminantes mediante procesos biológicos. En este proceso se remueven sustancias orgánicas biodegradables, coloidales o disueltas, mediante procesos de gasificación que escapa a la atmósfera y en biomasa extraíble mediante procesos de sedimentación, en este proceso también se remueve nitrógeno y fósforo del agua residual.

8.4 PROCESO ANAEROBIO

El proceso anaerobio es la oxidación de compuestos orgánicos a causa de la ausencia de oxígeno libre el cual se requiere para el crecimiento de los compuestos orgánicos o bacterias anaerobias que se encuentran en el agua residual las cuales se encargan de realizar el proceso de filtración al agua residual.

8.5 PROCESO ASCENCIONAL DE MANTO DE LODOS ANAEROBIO

Ilustración 3 Reactor UASB



Fuente. 3 Jairo Alberto Romero Rojas. (2010). *TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES*. Bogotá D.C. Colombia. Ed. Escuela Colombiana De Ingeniería.

Para este proceso conocido en inglés como UASB y en español RAFA o PAMLA, es un proceso en el cual el agua residual a tratar se introduce por el fondo del reactor, y esta fluye de manera ascensional a través de un manto de lodos que se forma en el fondo del reactor por gránulos floculentos, el tratamiento se realiza al contacto del agua residual con el manto de lodos en el cual se desarrollan bacterias que se mezclan con el gas en circulación que se adhieren a estas para la producción de más gránulos floculentos.⁹

El gas libre y las partículas con gas adherido, se elevan hasta la superficie del reactor en donde chocan con unas pantallas desgasificadoras para que el gas se libere, y los gránulos floculentos con buenas características de precipitación caigan sobre el manto de lodos formado en el fondo del reactor. El agua fluye al

⁹ Jairo Alberto Romero Rojas. (2010). *TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES*. Bogotá D.C. Colombia. Ed. Escuela Colombiana De Ingeniería.

sedimentador en donde se separan los sólidos residuales, esta recirculación interna de lodos permite edades de lodos prolongadas y hace innecesaria la recirculación externa.

8.6 COMPONENTES DE LA PTAR

Ilustración 4 Estructuras Internas PTAR Guasca Cundinamarca



Fuente. 4 ECOSIECHA S.A. E.S.P. Guasca Cundinamarca

8.6.1 CRIBADO

Es un subsistema de tratamiento primario que consiste en la separación de grandes sólidos del agua residual, estos sólidos retenidos en la rejilla se evacuan manualmente cada que lo requiera o en su mantenimiento; estas rejillas normalmente se usan en cribado para aguas o como protección para bombas en grandes instalaciones hidráulicas.¹⁰

¹⁰ <https://es.slideshare.net/VictorMedina19/diseo-de-un-modelo-para-una-planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales>

8.6.2 DESARENADOR

Es un subsistema de tratamiento primario que consiste en la separación del material particulado que trae el agua residual por medio de gravedad, este sistema consiste en dejar pasar el agua por la parte superior cuando el material particulado suspendido en el agua haya realizado el proceso de precipitación.

8.6.3 CANALETA PARSHALL

La canaleta Parshall es una estructura de la planta de tratamiento que trabaja a flujo crítico la cual es utilizada para realizar la medición del caudal de entrada y para poder llevar un control por medio de aforos de caudales en tiempos específicos del día.

8.6.4 CAMARA DE SEPARADO

En esta cámara se realiza la retención de todos los materiales sólidos flotantes que vienen en agua residual, este es ultimo pretratamiento realizado al agua en donde continua hacia el reactor en donde se realiza el tratamiento biológico. La separación de todo el material flotante que viene con el agua, el cual no fue retenido en las dos anteriores rejillas fina y gruesa. De este punto se envía el agua al reactor UASB o RAFA (reactor anaerobio de flujo ascendente) para realizar el tratamiento correspondiente al proceso ascensional de manto de lodos anaerobio PAMLA.

8.6.5 REACTOR ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE

El reactor UASB, conocido también como reactor RAFA (Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente) es un biorreactor que opera con agua residual de régimen continuo y flujo ascendente,¹¹ se basa en la formación de lechos de lodos granulares con buenas propiedades de sedimentación, que permite su permanencia en el reactor, ésta formación es causada por el flujo ascendente en el sistema.¹²

¹¹ GÓMEZ, Eugenio Giraldo. Tratamientos anaerobios de las aguas residuales domésticas. Revista de Ingeniería, 1993, no 4, p. 1-12.

¹² PÉREZ, Jhonny, et al. Evaluación del modelo de dispersión axial de un reactor anaerobio de flujo ascendente (RAFA) a escala de laboratorio. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, 2010, vol. 33, no 3, p. 213-222.

Una de las bondades de utilizar este sistema es el bajo costo debido a que es una técnica que en su proceso de separación de gran parte de los sólidos, líquidos y gas se realizan en su interior y por ello se dice que es un sistema muy completo y quizá uno de los inconvenientes o desventajas de utilizarlo son los periodos.

8.6.6 LECHOS DE SECADO DE LODOS

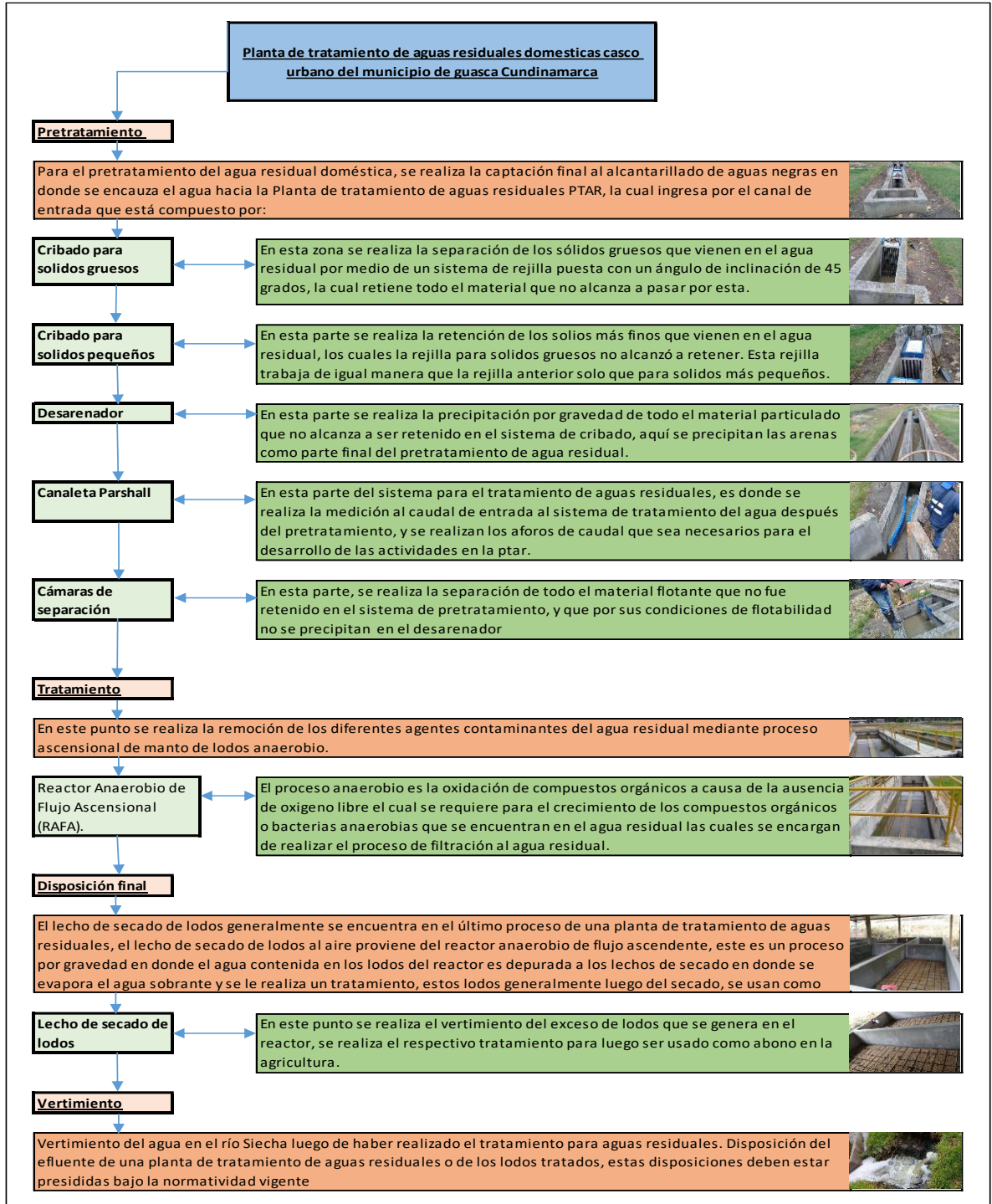
Es el último componente del proceso de la planta de tratamiento de aguas residuales, éste proceso es natural, en el cuál el ambiente es partícipe, el lodo proviene del reactor UASB, donde se filtra el agua presente en los lodos que llegan a los lechos por medio de la gravedad usando un lecho filtrante.

8.6.7 VERTIMIENTO

La norma para vertimientos, la Resolución 0631 de 2015 reglamenta el artículo 28 del Decreto 3930 de 2010 y actualiza el decreto 1594 de 1984 respondiendo a la realidad urbana, industrial y ambiental del país para el vertimiento de aguas residuales sobre cuerpos de agua; esta permite el control de agentes o sustancias contaminantes que llegan a los cuerpos de agua por 73 actividades productivas en el país entre las que se encuentra el vertimiento de aguas residuales para plantas de tratamiento de esta en donde el agua para el vertimiento debe cumplir unas características físicas, químicas y biológicas.

9 MARCO CONCEPTUAL

Ilustración 5 Marco Conceptual



Fuente. 5 Autor

A continuación, se muestra los términos referentes a las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas en reactores UASB con flujo ascendente, para un tratamiento de aguas por el método de lodos activados:

9.1 Contaminación

Es la alteración de las características orgánicas, físicas, químicas, radiactivas y microbiológicas, como resultado de las actividades humanas o procesos naturales, que producen o pueden producir rechazo, enfermedad o muerte al consumidor.

9.2 Aguas residuales domésticas

Son las aguas residuales provenientes de las viviendas, edificios comerciales e institucionales, que por ser residuales se conducen por la red de alcantarillado para aguas residuales hasta la respectiva planta de tratamiento para estas.

9.3 Aguas residuales

Son las aguas residuales que contienen sólidos disueltos y en suspensión, luego de ser usadas por una comunidad o industria.¹³

9.4 Disposición final

Vertimiento del afluente de una planta de tratamiento de aguas residuales o de lodos tratados, estos vertimientos deben realizarse cumpliendo los parámetros establecidos en la normatividad vigente.

9.5 Medio ambiente

Conjunto constituido por los agentes físicos, químicos, biológicos, visuales y sociales que constituyen el escenario donde transcurre la existencia del ser humano.¹⁴

¹³ JA Romero Rojas - ... Rojas, Tratamiento de aguas residuales ..., 1999 - dspace.ucbscz.edu.bo

¹⁴ JA Romero Rojas - ... Rojas, Tratamiento de aguas residuales ..., 1999 - dspace.ucbscz.edu.bo

9.6 Caudal

Volumen de agua que pasa por una sección dada en una determinada unidad de tiempo. Las expresiones más usadas son litros por segundo, litros por minuto, metros cúbicos por hora, metros cúbicos por día. La operación comprende no solamente la medición de la velocidad del agua y el área de la sección de aforo de la corriente de agua sino también los subsiguientes cálculos necesarios.¹⁵

9.7 Tratamiento de aguas residuales

Como finalidad principal del tratamiento de aguas residuales, es realizar la disminución de agentes contaminantes en esta, de tal forma que su disposición final cumpla con los parámetros establecidos en la norma para la realización de vertimientos.¹⁶

9.8 Eficiencia de tratamiento

Relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración en el afluente, para un proceso o planta de tratamiento y un parámetro específico; normalmente se expresa en porcentaje.¹⁷

9.9 Saneamiento ambiental

Comprende el conjunto de acciones técnicas y socioeconómicas que garantizan la salud pública, lo que conlleva a la salubridad ambiental.¹⁸

9.10 Calidad del agua

Son aquellas condiciones que deben darse en el agua para que ésta mantenga un ecosistema equilibrado y para que cumpla unos determinados objetivos de calidad (calidad ecológica). Además de ser el conjunto de características físicas,

¹⁵ JA Romero Rojas - ... Rojas, Tratamiento de aguas residuales ..., 1999 - dspace.ucbscz.edu.bo

¹⁶ JA Romero Rojas - ... Rojas, Tratamiento de aguas residuales ..., 1999 - dspace.ucbscz.edu.bo

¹⁷ JA Romero Rojas - ... Rojas, Tratamiento de aguas residuales ..., 1999 - dspace.ucbscz.edu.bo

¹⁸ JA Romero Rojas - ... Rojas, Tratamiento de aguas residuales ..., 1999 - dspace.ucbscz.edu.bo

químicas y microbiológicas que benefician al medio ambiente y a las especies que lo habitan.¹⁹

9.11 Disposición final

Disposición del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales o de los lodos tratados, estas disposiciones deben estar presididas bajo la normatividad vigente.²⁰

9.12 Lodo primario

El lodo primario es producido durante los procesos de tratamiento primario de las aguas residuales. Esto ocurre después de las pantallas y desarenado y consiste en productos no disueltos de las aguas residuales. La composición del lodo depende de las características del área de recogida de las aguas. Generalmente contiene una gran cantidad de material orgánica, vegetales, frutas, papel, etc. en un estadio inicial de descomposición. La consistencia se caracteriza por ser un fluido denso con un porcentaje en agua que varía entre 92 % y 96 %. El contenido de agua es función también de la dotación de agua potable que se distribuye en el barrio o ciudad.²¹

9.13 Lodo secundario

En el proceso de tratamiento, es conveniente alcanzar una vida del lodo constante, para lograrlo, la biomasa en exceso debe de eliminarse de la planta biológica de tratamiento de lodo. El lodo secundario es rico en lodo activo.²²

9.14 Lodo activo

La eliminación de la materia orgánica disuelta y los nutrientes de las aguas residuales tiene lugar durante el tratamiento biológico del agua, por un complejo proceso donde interactúan distintos tipos de bacterias y microorganismos, que

¹⁹ JA Romero Rojas - ... Rojas, Tratamiento de aguas residuales ..., 1999 - dspace.ucbscz.edu.bo

²⁰ JA Romero Rojas - ... Rojas, Tratamiento de aguas residuales ..., 1999 - dspace.ucbscz.edu.bo

²¹ JA Romero Rojas - ... Rojas, Tratamiento de aguas residuales ..., 1999 - dspace.ucbscz.edu.bo

²² JA Romero Rojas - ... Rojas, Tratamiento de aguas residuales ..., 1999 - dspace.ucbscz.edu.bo

requieren oxígeno para vivir, crecer y multiplicarse y consumen materia orgánica. El lodo resultante se llama lodo activo. Este lodo, generalmente, está en forma de flóculos que contienen biomasa viva y muerta además de partes minerales y orgánicas absorbida y almacenada.²³

9.15 Planta de tratamiento de agua residual (PTAR)

Conjunto de obras, instalaciones y procesos para tratar las aguas residuales.²⁴

²³ JA Romero Rojas - ... Rojas, Tratamiento de aguas residuales ..., 1999 - dspace.ucbscz.edu.bo

²⁴ JA Romero Rojas - ... Rojas, Tratamiento de aguas residuales ..., 1999 - dspace.ucbscz.edu.bo

10 MARCO LEGAL

Tabla 1 Marco legal

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. 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. El PSMV será aprobado por la autoridad ambiental competente. ²⁵
Resolución 0631 de 2015	Por la cual se establecen los valores máximos permisibles que deben cumplir quienes realizan vertimientos a cuerpos de agua superficiales y los alcantarillados. ²⁶
Resolución 0330 de 2017	“Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009”. ²⁷

²⁵ JS Cruz Becerra - 2013 - repository.upb.edu.co

²⁶ JC Espinosa Camacho, J Cifuentes Sánchez - repository.fedepalma.org

²⁷ LOZANO, W. Rincón; MESA, WA Córdoba. Determinación de los factores de mayoración para el consumo de agua potable en el Municipio de Sibaté con respecto a los definidos en la Resolución Número 0330 del 8 de junio del 2017. *Universidad Católica de Colombia, Bogotá*, 2017.

Continuación tabla 1 Marco Legal

<p>Titulo E - RAS 2000</p>	<p>Caracterización de aguas residuales: El propósito del siguiente título es fijar los criterios básicos y requisitos mínimos que deben reunir los diferentes procesos involucrados en el diseño, la construcción, la supervisión técnica, la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.²⁸</p>
<p>Titulo D - RAS 2005</p>	<p>Sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y aguas lluvias.²⁹</p>
<p>NTC-ISO 5667-10 Calidad del agua, muestreo de aguas residuales</p>	<p>Cargas de la planta de tratamiento: Los datos del flujo son necesarios para evaluar la carga de contaminación impuesta sobre una planta de tratamiento. Es posible que esto haga necesario efectuar mediciones en los puntos de descarga, a un sistema de aguas residuales, así como también en los trabajos mismos.³⁰</p>

²⁸DE AGUA, Reglamento Técnico del Sector. Potable y Saneamiento Básico Ras–2000. *Título E, Sistemas de Potabilización*, 2000.

²⁹ DE AGUA, Reglamento Técnico del Sector. Potable y Saneamiento Básico Ras–2000. *Título D, Sistemas de Potabilización*, 2005.

³⁰ ICONTEC NTC-IOS 5667-10 1995 Con la cual se analiza la calidad del agua potable y agua residual

Continuación tabla 1 Marco Legal

<p>Resolución 151 de 2001 de la comisión de regulación de Agua Potable</p> <p>Regulación integral de los servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo</p>	<p>Artículo 334: La Constitución Política establece la intervención del Estado en los servicios públicos, por mandato de la ley, para racionalizar la economía con el fin de conseguir el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, la distribución equitativa de las oportunidades y los beneficios del desarrollo y la preservación de un ambiente sano. Artículo 1.3.1.1 Personas que pueden prestar servicios públicos domiciliarios.</p> <p>De conformidad con el artículo 15 de la Ley 142 de 1994 pueden prestar los servicios públicos:</p> <p>a) Las empresas de servicios públicos; b) Las personas naturales o jurídicas que produzcan para ellas mismas, o como consecuencia o complemento de su actividad principal, los bienes y servicios propios del objeto de las empresas de servicios públicos; c) Los municipios cuando asuman en forma directa, a través de su administración central, la prestación de los servicios.³¹</p>
<p>Resolución 1074 de 1997</p> <p>Establece concentraciones máximas permisibles para vertimientos de aguas a redes de alcantarillado público.</p>	<p>Artículo 7: Los lodos y sedimentos originados en sistemas de tratamiento de aguas residuales no podrán ser dispuestos en corrientes de agua y/o en redes de alcantarillado.³²</p>

³¹ LA COMISIÓN DE REGULACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO. Resolución 151. (23, enero 2001) Por la cual se regula la prestación integral de los servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo.

³² El Director del Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente – DAMA. Ley 1074 (28, octubre 1997). por la cual se establecen estándares ambientales en materia de vertimientos. Bogotá 1997

Continuación tabla 1 Marco Legal

<p>Ley 373 de 1997</p> <p>Establece el programa de ahorro y uso eficiente del agua.</p>	<p>Artículo 1: Programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Todo plan ambiental regional y municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro de agua el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico..³³</p>
<p>Ley 142 de 1994</p> <p>Establece el Régimen de Servicios Públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.</p>	<p>Artículo 2: El estado intervendrá en los servicios públicos, conforme a las reglas de competencia de que trata esta Ley, en el marco de lo dispuesto en los artículos 334, 336, y 365 a 370 de la Constitución Política. Artículo 6: Prestación directa de servicios por parte de los municipios. Los municipios prestarán directamente los servicios públicos de su competencia, cuando las características técnicas y económicas del servicio, y las conveniencias generales lo permitan y aconsejen. Artículo 9: Derecho de los usuarios. Los usuarios de los servicios públicos tienen derecho, además de los consagrados en el Estatuto Nacional del Usuario y demás normas que consagren derechos a su favor, siempre que no contradigan esta ley..³⁴</p>

³³ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Ley 373. (11, junio 1997). Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Ministerio del ambiente Bogotá 1997

³⁴ COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 142. (11, julio 1994). Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones. El Congreso Bogotá 1994

Continuación tabla 1 Marco Legal

<p>Ley 1594 de 1984 Aguas residuales</p>	<p>Artículo 29. Para los efectos del presente Decreto se tendrán en cuenta los siguientes usos del agua, sin que su enunciado indique orden de prioridad: a) Consumo humano y doméstico; b) Preservación de flora y fauna; c) Agrícola; d) Pecuario.</p> <p>Artículo 30. Se entiende por uso del agua para consumo humano y doméstico su empleo en actividades tales como: a) Fabricación o procesamiento de alimentos en general y en especial los destinados a su comercialización o distribución. b) Satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios. c) Fabricación o procesamiento de drogas, medicamentos, cosméticos, aditivos y productos similares.³⁵</p>
<p>Ley 09 de 1979 Reglamenta el Código Sanitario Nacional.</p>	<p>Artículo 10: Todo vertimiento de residuos líquidos deberá someterse a los requisitos y condiciones que establezca el Ministerio de Salud, teniendo en cuenta las características del sistema de alcantarillado y de la fuente receptora correspondiente. Artículo 14: Se prohíbe la descarga de residuos líquidos en las calles, calzadas, canales o sistemas de alcantarillado de aguas lluvias. Artículo 38: Se prohíbe colocar letrinas directamente sobre fuentes de agua.³⁶</p>

Fuente. 6 Autor

³⁵ EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA Ley 1594. (26, junio 1984). Por el cual se reglamenta el uso del agua y residuos líquidos. El presidente Bogotá 1984.

³⁶ COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 09. (24, enero 1979). Por el cual se dictan medidas sanitarias. El Congreso Bogotá, 1979.

11 DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

Se realizar evaluación y diagnostico a la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas casco urbano del municipio de Guasca en Cundinamarca.

11.1 Análisis de la información recopilada referente a la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) del municipio de Guasca Cundinamarca

11.1.1 Recolección de información

Como parte de primera fase de este proyecto, se solicitó a la entidad encargada de la PTAR, ingreso para realizar la visita y de allí tomar los respectivos registros fotográficos y las observaciones pertinentes respecto al funcionamiento de la PTAR, también se solicitó acceso a la información relacionada con diseños de la planta y certificados de control de calidad realizados, de los cual únicamente se recibió planos y un informe de resultados de pruebas y análisis de laboratorio para medir la calidad del agua tratada.

11.1.2 Visita a la ptar

Se realizó la visita a la planta de tratamiento de aguas residuales el día 4 de abril del 2019 una vez aprobada la solicitud por parte de ECOSIECHA. Se recibió acompañamiento por parte del operario de la planta, quién realizando el recorrido mostraba las características de funcionamiento de la PTAR.

Durante la visita hecha a la PTAR, se realizó una verificación de las condiciones de funcionamiento actuales con las que se realiza el proceso de tratamiento a las aguas residuales en el municipio, inspeccionando la estructura con

el fin de determinar las posibles fallas técnicas en la estructura y su funcionamiento que permitirían identificar deficiencias en el proceso.

El sitio de estudio es la Planta de Tratamiento de aguas residuales del municipio de Guasca, la cual se encuentra ubicada en su casco urbano del municipio, es aledaño a la cuenca del río Siecha, al cual se realiza el proceso de vertimiento de las aguas tratadas una vez salen de la PTAR.

En la visita realizada, se tomó registro fotográfico y análisis visual del funcionamiento de la planta, desde la captación del agua residual proveniente del alcantarillado del municipio, al pozo de la alcantarilla inicial, se observa que el agua fluye sin contener elementos demasiado grandes en su caudal.

11.1.2.1 Cribado

Ilustración 6 Cribado para sólidos gruesos



Fuente. 7 Autor

Ilustración 7 Cribado para solidos finos



Fuente. 8 Autor

Se procede con la inspección al canal de entrada de la PTAR, en esta parte del proceso, se observó que el cribado para material fino y para material grueso funciona de forma correcta ya que, en ese momento, no se observan daños en las rejillas.

11.1.2.2 Desarenador

Ilustración 8 Desarenador



Fuente. 9 Autor

Ilustración 9 Desarenador



Fuente. 10 Autor

Una vez realizada la inspección a las rejillas, se procedió a inspeccionar el desarenador, se observan funcionamiento normal, una vez sale el agua del desarenador se nota que no contiene material particulado.

11.1.2.3 Canaleta Parshall

Ilustración 10 Canaleta Parshall



Fuente. 11 Autor

En la inspección se nota un funcionamiento adecuado sin presencia de daños o deterioros en su estructura.

11.1.2.4 Cámaras de separado

Ilustración 11 Cámaras de separado



Fuente. 12 Autor

Encargadas de retener el material flotante, resultante de los procesos anteriores, no se observan daños, funciona sin inconvenientes.

11.1.2.5 Reactor UASB

Ilustración 12 Reactor UASB



Fuente. 13 Autor

Ilustración 13 Reactor UASB



Fuente. 14 Autor

Se observó que la PTAR cuenta con dos reactores UASB, los cuales según lo informado por el operario Se encuentran en normal funcionamiento, sin ningún tipo de novedad que afectara su normal funcionamiento.

11.1.2.6 Lechos de Secado de Lodos

Ilustración 14 Lechos de secado de lodos



Fuente. 15 Autor

Se observó que se encuentra en funcionamiento recibiendo únicamente lodos de los dos reactores con los que cuenta la planta.

11.1.2.7 Vertimiento

Ilustración 15 Vertimiento



Fuente. 16 Autor

Se evidencia contaminación aún presente en el agua que sale de la planta una finalizado el tratamiento, de color oscuro, genera espuma al momento de su vertimiento y adicional a ello presenta mal olor, lo cual puede favorecer la proliferación de enfermedades a seres vivos que consuman de estas aguas.

11.2 Revisión y comparación de los parámetros de diseño con la normatividad vigente la cual reglamenta los requisitos técnicos que deben cumplir en etapas de diseño resolución 0330 de 2017.

11.2.1 Análisis de información

11.2.1.1 Proyección de la población del municipio de Guasca Cundinamarca

Inicialmente se realizaron los diseños para la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Guasca en el año 2007, con una proyección en su momento a 25 años debido a su nivel de complejidad, tomando en cuenta este dato se realiza la proyección de la población hasta el año 2032.

Tabla 2 Censo y proyección Guasca Cundinamarca año 2007- 2032

CENSO DANE GUASCA - CUNDINAMARCA					
AÑO	TOTAL POBLACIÓN	URBANA		RURAL	
		HOMBRES	MUJERES	HOMBRES	MUJERES
1951	5711	328	409	2514	2460
1964	7142	470	678	3026	2878
1973	6996	650	869	3012	2465
1985	11676	768	877	5517	4514
1993	9150	1161	1260	3415	3314
2005	12208	1465	1603	4517	4623
2007	12753				

Población Futura	2007	25	2032
-------------------------	-------------	-----------	-------------

Fuente. 17 Autor

Tabla 3 Proyección Población Guasca Cundinamarca 2019 – 2032 método lineal

Método Lineal

$$ka = \frac{Puc - Pci}{Tuc - Tci}$$

Puc	Pci	Tuc	Tci
12753	5711	2007	1951

125,75
ka

$Pf_{2019} = Puc + ka * (Tf - Tuc)$	15897	Método Lineal - Población Futura		
		2018	2019	2032
		12753	15897	16148
$Pf_{2032} = Puc + ka * (Tf - Tuc)$	16148			

Fuente. 18 Autor

Tabla 4 Proyección Población Guasca Cundinamarca Método Geométrico

Método Geométrico

$Pf = Puc * (1 + r)^{Tf - Tuc}$	Puc	Tf	Tuc
	12753	2007	2007
		2019	
		2032	

$r = \left(\frac{Puc}{Pci} \right)^{\left(\frac{1}{Tuc - Tci} \right) - 1}$	Tci	Pci
	1951	5711

r=	0,0144	1,44%
----	--------	-------

Método Geométrico - Población Futura		
2007	2019	2032
12753	15149	18255

Fuente. 19 Autor

Tabla 5 Proyección Población Guasca Cundinamarca Método Estadístico

Método Estadístico	
AÑO	TOTAL POBLACIÓN
1951	5711
1964	7142
1973	6996
1985	11676
1993	9150
2005	12208
2018	12753

$$P = 3881.1 * e^{0,0007x}$$

2007	2019	2032
15816	15949	16095

Método	R ²
Lineal	0,0388
Potencial	0,0305
Logarítmico	0,0383
Exponencial	0,0309

Fuente. 20 Autor

Tabla 6 Comparación Proyección método Lineal Estadístico y Geométrico

Periodo	Método			
	Lineal	Geométrico	Estadístico	Promedio
2007	12753	12753	15816	12753
2019	15897	15149	15949	15523
2032	16148	18255	16095	17201

Fuente. 21 Autor

11.2.2 Cálculo de Caudales

Los cálculos de caudales son tomados con referencia a lo indicado en la resolución 0330 de 2017:

11.2.2.1 Caudal de aguas residuales:

$$QD = (0,85 * 12753 \text{ ha} * 120 \text{ L/ha.d}) / 86400 = 15,05 \text{ l/s}$$

11.2.2.2 Caudal medio diario

$$QmD = QD$$

Caudal máximo horario

$$QMh = (1,4 * 15,05 \text{ l/s}) = 21,07 \text{ l/s}$$

Caudal de conexiones erradas

$$0,2 \text{ l/s.ha}$$

Caudal de infiltración

$$QI = 0,1 * 15,05 \text{ l/s} = 1,55 \text{ l/s}$$

Caudal de diseño

$$Qd = 21,07 + (15,05 * 0,1) + 0,2 = 22,07 \text{ l/s}$$

11.2.3 Evaluación estructura de la PTAR

11.2.3.1 Rejillas de Cribado Grueso

Tabla 7 Datos de entrada para cálculo de rejilla para solidos gruesos año 2007

DATOS DE ENTRADA	
Qmd (m3/s)	15,05563
Dimensiones canal	0,54
	0,92
Barrotes ancho (m)	0,0127
Separación (m)	0,025
V rejilla (m/s)	0,6

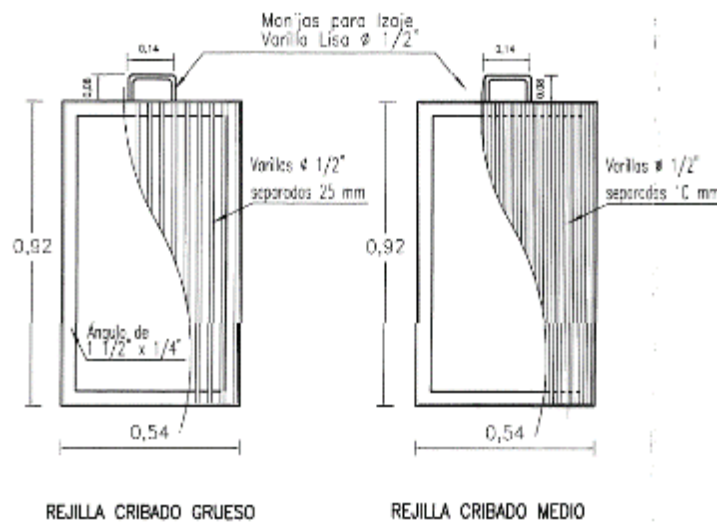
Fuente. 22 Autor

Tabla 8 Resultados para el cálculo de la rejilla solidos grueso año 2007

Ar (m2)=	0,25	Área útil del canal en la zona del canal perdida de cargas generada por la rejilla
DH(m)=	0,04	
N	14	

Fuente. 23 Autor

Ilustración 16 Cribado para solidos gruesos y finos



Fuente. 24 Ecosiecha S.A. ESP

Tabla 9 Datos de entrada para cálculo de rejilla para solidos gruesos año 2032

DATOS DE ENTRADA	
Qmd (m ³ /s)	20,30721
Dimensiones canal	0,54
	0,92
Barros ancho (m)	0,0127
Separación (m)	0,025
V rejilla (m/s)	0,6

Fuente. 25 Autor

Tabla 10 Resultados para el cálculo de la rejilla solidos gruesos año 2032

Ar (m ²)=	0,25	Área útil del canal en la zona del canal Perdida de cargas generada por la rejilla Numero de barrotes
DH(m)=	0,04	
N	14	

Fuente. 26 Autor

Se evidencia que la rejilla para solidos gruesos cumple con los parámetros establecidos para el diseño realizando la comparación con los diseños establecidos en los planos y con la proyección y aumento de caudal para el año 2032.

11.2.3.2 Rejilla de cribado medio

Tabla 11 Datos de entrada para cálculo de rejilla para solidos medio año 2007

DATOS DE ENTRADA	
Qmd (m ³ /s)	15,05563
Dimensiones canal	0,54
	0,92
Barros ancho (m)	0,0127
Separación (m)	0,01
V rejilla (m/s)	0,6

Fuente. 27 Autor

Tabla 12 Resultados para el cálculo de la rejilla solidos medio año 2007

Ar (m2)=	0,17	Área útil del canal en la zona del canal Perdida de cargas generada por la rejilla Numero de barrotes
DH(m)=	0,04	
N	23	

Fuente. 28 Autor

Tabla 13 Datos de entrada para cálculo de rejilla para solidos medio año 2032

DATOS DE ENTRADA	
Qmd (m3/s)	20,30721
Dimensiones canal	0,54
	0,92
Barrotes ancho (m)	0,0127
Separación (m)	0,01
v rejilla (m/s)	0,6

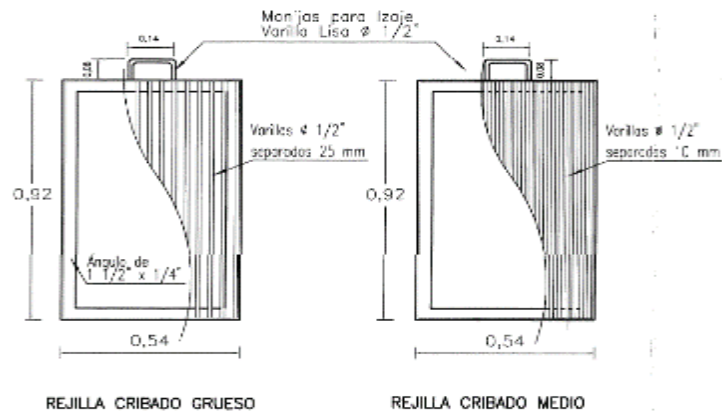
Fuente. 29 Autor

Tabla 14 Resultados para el cálculo de la rejilla solidos medio año 2032

Ar (m2)=	0,17	Área útil del canal en la zona del canal
DH(m)=	0,04	Perdida de cargas generada por la rejilla
N	23	Numero de barrotes

Fuente. 30 Autor

Ilustración 17 Cribado para solidos gruesos y finos



Fuente. 31 Ecosiecha S.A. ESP

Se observa que la rejilla para solidos medios cumple con los parámetros establecidos para el diseño realizando la comparación con los diseños establecidos en los planos y con la proyección y aumento de caudal para el año 2032.

Tabla 15 Análisis rejillas de Cribado

REJILLAS DE CRIBADO			
PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD	TOMADO DE
Barrotes distancia	4 a 10	cm	Resolución 0330 de 2017
Rejas medias	entre 2 y menores de 4	cm	Resolución 0330 de 2017
Rejas finas	entre 2 y menores de 2	cm	Resolución 0330 de 2017
vel para caudal max	1,2	m/s	Resolución 0330 de 2017
vel maxima para caudal min	0,3	m/s	Resolución 0330 de 2017
rejas de limpieza para caudales medios de diseño iguales o superiores a 100 l/s	100	l/s	Resolución 0330 de 2017

Fuente. 32 Autor

Verificando las dimensiones que hay en diseños y las que hay en la PTAR, al comparar estos datos con los permitidos en la resolución 0330 de 2017, se establece que cumple con los requisitos requeridos.

11.2.3.3 Desarenador

Tabla 16 Análisis desarenador

DESARENADOR			
PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD	TOMADO DE
Localización	Después de las rejillas y antes de los tanques de sedimentación primaria y estaciones de bombeo		Resolución 0330 de 2017
Eliminar partículas de diámetro mínimo	0,3	mm	Resolución 0330 de 2017
Velocidad de decantacion de	0,03	m/s	Resolución 0330 de 2017
Velocidad horizontal de	0,3	m/s	Resolución 0330 de 2017

Fuente. 33 Autor

Al realizar el cálculo para determinar las dimensiones del desarenador y verificando el existente en la planta, se establece que el desarenador construido en la planta cumple con las especificaciones de diseño recomendadas. (Ver anexo MEMORIAS DE CÁLCULO)

11.2.3.4 Reactor UASB

Tabla 17 Análisis Reactor UASB

REACTOR UASB			
PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD	TOMADO DE
Velocidad ascendente	0,8 y 1	m/h	Resolución 0330 de 2017
Profundidad del tanque	4,5 a 6	m	Resolución 0330 de 2017
Velocidad de flujo ascendente de 16 a 19°C	de 0,5 a 0,7	m/h	Resolución 0330 de 2017
Tiempo de retención hidráulica de 16 a 19°C	de 10 a 14	Hora	Resolución 0330 de 2017
Sistema separados gas-sólido-líquido	Altura de 2,5, ángulo de inclinación de la placa 45° y velocidad de 1 m/h	1 m/h	Resolución 0330 de 2017

Fuente. 34 Autor

Es necesario más información del reactor para establecer de forma clara si realmente cumple con los parámetros mínimos permitidos para su funcionamiento, al realizar algunos cálculos se establece que las dimensiones indicadas en los planos de diseño se adaptan. (Ver PLANO DETALLES UASB)

Verificando los planos de diseño, en ellos se contempla la construcción de un filtro percolador y un sedimentador, los cuales, en la inspección realizada en la visita a la PTAR, no se encuentran construidos, la planta está en funcionamiento sin estos elementos.

11.3 Comparación de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio realizados a la PTAR por parte de la entidad encargada de esta, con los máximos permitidos en la resolución 0631 de 2015 para vertimientos con el fin de determinar la eficiencia de la PTAR.

11.3.1 Monitoreo realizado a la PTAR

Una vez hecha la visita y como parte del proceso inicial de ésta investigación, se solicitó a los encargados de la PTAR suministrar datos que permitieran tener mayor información acerca de del proceso de tratamiento que realiza la planta, para lo cual compartieron copia de los planos correspondientes a los diseños iniciales de la PTAR y por otro lado suministraron los resultados de los últimos análisis de control de calidad que se realizaron al agua tratada, los cuales fueron realizados por el laboratorio ANALQUIM LTDA.

El monitoreo de control de calidad se realizó el día 5 de junio de 2019, por un técnico designado por el laboratorio para la labor, donde se recolectaron muestras de agua para los diferentes ensayos de laboratorio y la medición in situ de algunos parámetros como PH, temperatura, sólidos sedimentables y el caudal.

La toma de muestras se compone de un periodo de ocho horas con medición de parámetros in situ y toma de muestras cada (60) minutos, a la entrada y a la salida de la PTAR, en total se tomaron en cuenta el análisis de (17) parámetros fisicoquímicos, (4) de ellos in situ y los restantes en el laboratorio mediante las muestras tomadas en el día del monitoreo.

11.3.2 Resolución 0631 de 2015

La Resolución 0631 del 17 de marzo del 2015 expedida por el Ministerio de ambiente y Desarrollo Sostenible, "Por el cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales ya los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones".³⁷

³⁷ JC Espinosa Camacho, J Cifuentes Sánchez - repositorio.fedepalma.org

11.3.3 Método de análisis y referencia de las muestras

Tabla 18 MÉTODOS DE ENSAYO Y REFERENCIA BASADOS EN EL DOCUMENTO "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER - APHA - AWWA - WEF, 22nd EDITION 2012

ENSAYO	MÉTODO	REFERENCIA
D.B.O. 5	Incubación 5 días y electrodo de membrana	SM 5210 B, 4500-O G
D.Q.O.	Reflujo abierto y titulación	SM 5220 B
FÓSFORO REACTIVO TOTAL	Colorimétrico	SM 4500-P D
FOSFORO TOTAL	Colorimétrico	SM 4500-P B, E
GRASAS Y ACEITES	Extracción Soxhlet	SM 5520 D
HIDROCARBUROS TOTALES	Extracción Soxhlet	SM 5520 D, F
IN SITU CAUDAL	Volumétrico	NTC-ISO 5667-10
IN SITU pH	Electrométrico	SM 4500-H+ B
IN SITU SÓLIDOS SEDIMENTABLES	Volumétrico - Cono Imhoff	SM 2540 F
IN SITU TEMPERATURA	Termométrico	SM 2550 B
NITRATOS	Espectrofotométrico U. V.	SM 4500-NO3 B
NITRITOS	Colorimétrico	SM 4500-NO2 B
NITRÓGENO AMONIACAL - AMONIO	Volumétrico	SM 4500-NH3 B, C
NITRÓGENO TOTAL	Cálculo	---
NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL	Volumétrico	SM 4500 N ORG C, 4500-NH3 B, C
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Gravimétrico - Secado a 105°C	SM 2540 D
TENSOACTIVOS ANIÓNICOS - SAAM	Colorimétrico	SM 5540 C

Fuente. 35 Analquim Limitada. 2019.

11.3.4 Identificación de los puntos de monitoreo

Tabla 19 Identificación de los puntos de monitoreo

No.	UBICACIÓN GENERAL	PUNTO DE MUESTREO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS*	TIPO DE AGUA	TIPO DE MUESTRA
1	PTAR CASCO URBANO	ENTRADA PTAR	N: 04°52'26,91" W: 73°53'02,85"	AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA	COMPUESTA 8 HORAS
2		SALIDA PTAR			

Fuente. 36 Analquim Limitada. 2019.

11.3.5 Descripción de estaciones de monitoreo

Tabla 20 Descripción de estaciones de monitoreo

CÓDIGO DE LA MUESTRA:	175628	175629
NOMBRE PUNTO DE MONITOREO: *	ENTRADA PTAR	SALIDA PTAR
HORA DE MONITOREO:	06:00 H – 14:00 H	06:05 H – 14:05 H
CAUDAL (L/S):	10,556**	5,856
CONDICIÓN CLIMATOLÓGICA:	SOLEADO / NUBLADO (16,0 °C – 18,0 °C)	
ORIGEN DE LA DESCARGA: *	AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS (VIVIENDAS)	
TIEMPO DE OPERACIÓN ACTIVIDAD GENERADORA: *	24 HORAS – 7 DÍAS A LA SEMANA	
TIPO DE TRATAMIENTO: *	PRIMARIO Y SECUNDARIO	
FRECUENCIA DE TRATAMIENTO: *	CONTINUO	
TIEMPO DE DESCARGA: *	24 HORAS – 7 DÍAS A LA SEMANA	
TIPO DE DESCARGA: *	IRREGULAR	
DESCARGA VERTIMIENTO: *	FUENTE SUPERFICIAL (RIO SIECHA)	
TIPO DE MONITOREO:	COMPUESTO 8 HORAS	
VOLUMEN TOTAL MONITOREADO:	VOLUMEN MUESTRA COMPUESTA: 2500 ML VOLUMEN MUESTRAS PUNTUALES: 1500 ML VOLUMEN TOTAL: 4000 ML	

Fuente. 37 Analquim Limitada. 2019.

- Código de la muestra de entrada a la PTAR: 175628
- Código de la muestra de entrada a la PTAR: 175629

11.3.6 Parámetros IN SITU del monitoreo

Tabla 21 Datos parámetros IN SITU de entrada

Hora	pH	TEMPERATURA	SÓLIDOS SEDIMENTABLES	CAUDAL*	CAUDAL DE COMPOSICION	ALICUOTA
(hh:mm)	(Unidades)	(°C)	(mL/L)	(L/s)	(L/s)	(mL)
6:00	8,24	14,1	2,5	14,000	14,000	515
7:00	8,88	14,3	3,0	20,000	20,000	740
8:00	8,12	15,6	2,5	7,000	7,000	260
9:00	8,27	16,3	4,0	7,000	7,000	260
10:00	8,19	16,1	4,0	7,000	7,000	260
11:00	7,79	16,9	3,0	10,000	10,000	370
12:00	8,10	16,7	4,0	10,000	10,000	370
13:00	8,27	16,4	4,0	10,000	10,000	370
14:00	8,24	16,1	—	10,000	10,000	370
Minimo	7,79	14,1	2,5	7,000	—	—
Maximo	8,88	16,9	4,0	20,000	—	—
Promedio	8,23	15,8	3,4	10,556	—	—
Intervalo	7,79 - 8,88	14,1 - 16,9	2,5 - 4,0	7,000 - 20,000	—	—

Fuente. 38 Analquim Limitada. 2019.

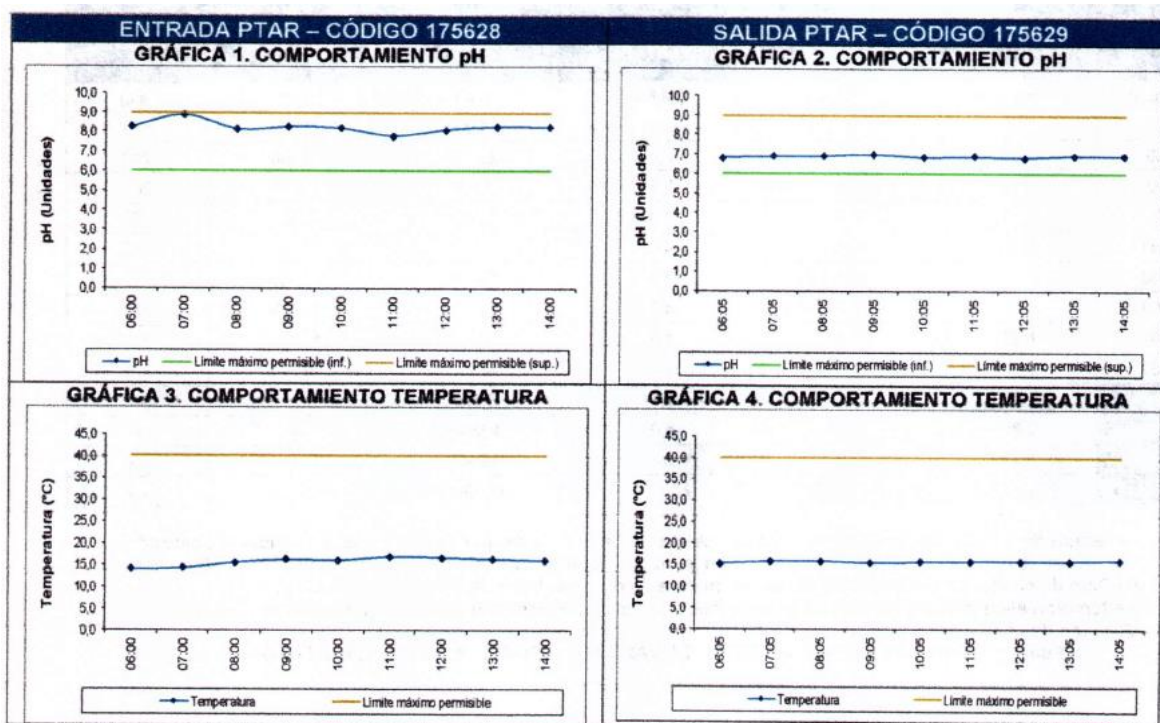
Tabla 22 Datos parámetros IN SITU de salida

Hora	pH	TEMPERATURA	SÓLIDOS SEDIMENTABLES	TIEMPO	VOLUMEN	CAUDAL	CAUDAL DE COMPOSICION	ALICUOTA
(hh:mm)	(Unidades)	(°C)	(mL/L)	(s)	(L)	(L/s)	(L/s)	(mL)
6:05	6,81	15,4	<0,1	0,91	7,35	8,077	8,077	535
7:05	6,88	15,8	<0,1	0,83	7,11	8,566	8,566	570
8:05	6,90	15,9	<0,1	1,34	6,52	4,866	4,866	325
9:05	6,98	15,5	<0,1	1,56	6,70	4,295	4,295	285
10:05	6,83	15,7	<0,1	1,51	6,83	4,523	4,523	300
11:05	6,88	15,8	<0,1	1,78	6,90	3,876	3,876	260
12:05	6,81	15,8	<0,1	1,66	7,05	4,247	4,247	280
13:05	6,93	15,9	<0,1	1,24	8,16	6,577	6,577	435
14:05	6,89	16,1	---	1,11	8,52	7,676	7,676	510
Minimo	6,81	15,4	<0,1	---	---	3,876	---	---
Maximo	6,98	16,1	<0,1	---	---	8,566	---	---
Promedio	6,88	15,8	<0,1	---	---	5,856	---	---
Intervalo	6,81 - 6,98	15,4 - 16,1	<0,1	---	---	3,876 - 8,566	---	---

Fuente. 39 Analqim Limitada. 2019.

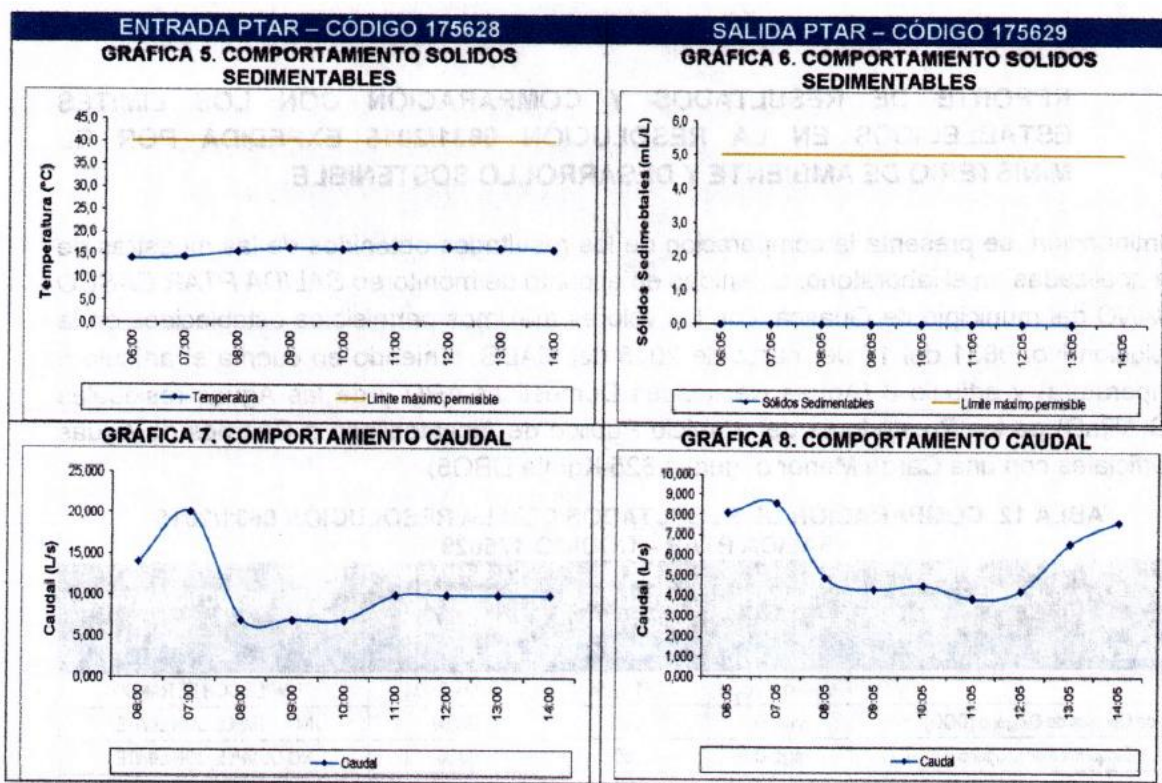
Con base al trabajo de monitoreo en campo se determinan los parámetros IN SITU Ph, temperatura y caudal.

Ilustración 18 Grafica de resultados de entrada y salida para medición de Temperatura y Ph



Fuente. 40 Analqim Limitada. 2019.

Ilustración 19 Grafica de resultados de entrada y salida para medición de Sólidos sedimentables y comportamiento de Caudal



Fuente. 41 Analqim Limitada. 2019.

Con basa en la información obtenida en las anteriores gráficas, se evidencia que los valores de temperatura, Ph, sólidos sedimentables y caudal, se encuentran dentro del rango permitido cumpliendo con las especificaciones requeridas en la Resolución 0631 de 2015

Para comprobar si los resultados tomados en la planta en el momento del monitoreo son aceptables se tiene como parámetro de guía los datos admisibles según la resolución 0631 de 2015, para lo cual se indica:

11.3.7 Reporte de resultados y comparación con los límites establecidos en la Resolución 0631/2015 expedida por el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible

Tabla 23 Comparación de resultados con la resolución 0631/2016 para salida

PARAMETRO	UNIDADES	VALOR OBTENIDO EN LABORATORIO	VALOR MÁXIMO PERMISIBLE (ARTICULO 8)*	CUMPLIMIENTO NORMATIVO
GENERALES				
pH	Unidades de pH	6,81 - 6,98	6,00 a 9,00	CUMPLE CON EL RANGO
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O ₂	340	180,00	NO CUMPLE CON LIMITE
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L O ₂	255	90,00	NO CUMPLE CON LIMITE
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	126	90,00	NO CUMPLE CON LIMITE
Sólidos Sedimentables (SSED)	mL/L	<0,1	5,00	CUMPLE CON LÍMITE
Grasas y Aceites	mg/L	41	20,00	NO CUMPLE CON LIMITE
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/L	5,06	Análisis y Reporte	CUMPLE CON ANÁLISIS Y REPORTE
Temperatura**	°C	15,4 - 16,1	40,00	CUMPLE CON LÍMITE
Caudal	L/s	5,856***	N.E.	N.A.
HIDROCARBUROS				
Hidrocarburos Totales (HTP)	mg/L	12	Análisis y Reporte	CUMPLE CON ANÁLISIS Y REPORTE
COMPUESTOS DE FOSFORO				
Ortofatos / Fósforo Reactivo Total (P-PO ₄ ³⁻)	mg/L	1,81	Análisis y Reporte	CUMPLE CON ANÁLISIS Y REPORTE
Fósforo Total (P)	mg/L	2,4	Análisis y Reporte	CUMPLE CON ANÁLISIS Y REPORTE
COMPUESTOS DE NITRÓGENO				
Nitratos (N-NO ₃)	mg/L	1,7	Análisis y Reporte	CUMPLE CON ANÁLISIS Y REPORTE
Nitritos (N-NO ₂)	mg/L	<0,007	Análisis y Reporte	CUMPLE CON ANÁLISIS Y REPORTE
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ₃)	mg/L	37,0	Análisis y Reporte	CUMPLE CON ANÁLISIS Y REPORTE
Nitrógeno Total Kjeldahl (N)	mg/L	48,7	N.E.	N.A.
Nitrógeno Total (N)	mg/L	50,4	Análisis y Reporte	CUMPLE CON ANÁLISIS Y REPORTE

Fuente. 42 Analquim Limitada. 2019.

11.3.8 Eficiencia de la PTAR

Tabla 24 Eficiencia remoción PTAR

PARAMETRO	UNIDADES	VALOR ENTRADA	VALOR SALIDA	CARGA MASICA ENTRADA (kg/día)	CARGA MASICA SALIDA (kg/día)	REMOCION (%)
GENERALES						
pH	Unidades de pH	7,79 - 8,88	6,81 - 6,98	N.A.	N.A.	N.A.
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O ₂	736	340	671,232	172,026	74,4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L O ₂	516	255	470,592	129,019	72,6
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	245	126	223,440	63,751	71,5
Sólidos Sedimentables (SSED)	mL/L	2,5 - 4,0	<0,1	N.A.	N.A.	N.A.
Grasas y Aceites	mg/L	120	41	109,440	20,744	81,0
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/L	5,02	5,06	4,578	2,560	44,1
Temperatura	°C	14,1 - 16,9	15,4 - 16,1	N.A.	N.A.	N.A.
Caudal	L/s	10,556	5,856	N.A.	N.A.	N.A.
HIDROCARBUROS						
Hidrocarburos Totales (HTP)	mg/L	24	12	21,888	6,072	72,3
COMPUESTOS DE FOSFORO						
Ortofosfatos / Fósforo Reactivo Total (P-PO ₄ ³⁻)	mg/L	2,39	1,8	2,180	0,916	58,0
Fósforo Total (P)	mg/L	3,1	2,4	2,827	1,214	57,0
COMPUESTOS DE NITRÓGENO						
Nitratos (N-NO ₃)	mg/L	1,1	1,7	1,003	0,860	14,3
Nitritos (N-NO ₂)	mg/L	<0,007	<0,007	0,006	0,004	44,5
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ₃)	mg/L	86,8	37,0	79,162	18,720	76,4
Nitrógeno Total Kjeldahl (N)	mg/L	113,4	48,7	103,421	24,640	76,2
Nitrógeno Total (N)	mg/L	114,5	50,40	104,424	25,500	75,6

Fuente. 43 Analquim Limitada. 2019.

En la anterior tabla se presentan el cálculo de la carga para cada uno de los parámetros analizados y la remoción obtenida por el tratamiento realizado al agua, tomando como tiempo de vertimiento 24 horas al día.

11.3.9 Análisis de resultados para Ph, temperatura y solidos sedimentables

Para este caso aplican los parámetros de aguas residuales domésticas (ARD), y de las aguas residuales (ARD- ARnD) de los prestadores de servicio público de alcantarillado a cuerpos de aguas superficiales con una carga menor o igual a 625 kg/DIA DBO5, contemplados en la imagen anterior.

Verificando los datos admisibles que la resolución permite para las plantas de tratamiento de aguas residuales se encontró:

Parámetro de PH: para este caso en los datos de entrada a la PTAR se nota un valor cercano al máximo que establece la resolución, pero se mantiene dentro de los límites permitidos, los datos de la salida de la planta muestran una baja en el valor del pH manteniéndose dentro de los límites permitidos los cuales se encuentran en un rango de 6 a 9 unidades de pH.

Temperatura: En el artículo 5º de la resolución 0631 de 2015 se establece una cuantificación del valor de temperatura ideal para este tipo de tratamiento al agua residual, el cual establece:

“Para todas las actividades industriales, comerciales o de servicios que realicen vertimientos puntuales de aguas residuales a un cuerpo de agua superficial o a los sistemas de alcantarillado público, tendrán en el parámetro de temperatura un valor límite máximo de 40°C”³⁸

Por lo anterior y verificando los datos suministrados por el laboratorio se establece que se está cumpliendo con las indicaciones de la resolución ya que la temperatura se mantiene en un promedio de 15.8°C.

Sólidos sedimentables (SSED): La cantidad de sólidos sedimentables encontrada al inicio del proceso está cercano a límite máximo permitido, al finalizar el proceso se disminuye considerablemente con un promedio de <0.1 ml/l lo cual muestra que cumple ya que el parámetro máximo permitido es de 5 ml/l.

³⁸ Resolución 0631 de 2015

11.3.10 Análisis de resultados para la eficiencia en remoción de la PTAR

11.3.10.1 Demanda química de oxígeno (DQO)

Comparando los resultados obtenidos en el laboratorio con los valores permitidos en la resolución 0631 de 2015, se establece que supera el límite máximo permitido que es de 180 mg/L O₂ y llega hasta los 340 mg/L O₂ por lo tanto no cumple con este parámetro.

11.3.10.2 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)

Este parámetro se encuentra por fuera del permitido ya que el obtenido mediante análisis de laboratorio es de 255 mg/L O₂ cuando el máximo permitido es de 90 mg/L O₂, por tanto, no cumple.

11.3.10.3 Sólidos suspendidos totales (SST)

En este caso no cumple debido a que supera los límites permitidos que son de 90 mg/L y el valor real es de 126 mg/L.

11.3.10.4 Grasas y aceites:

No cumple con el valor máximo permitido que es de 20 mg/L, con un valor real encontrado al finalizar el proceso de tratamiento de 41 mg/L.

Tabla 25 Agua residual domestica con carga menor o igual a 625,00 Kg/dia

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Generales		
pH	Unidad de pH	6,00 a 9,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	180,00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	90,00
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/L	90,00
Sólidos Sedimentables (SSED)	mL/L	5,00
Grasas y Aceites	mg/L	20,00
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/L	Análisis y Reporte
Hidrocarburos Totales		
Hidrocarburos Totales (HTP)	mg/L	Análisis y Reporte
Compuestos de Fósforo		
Ortofosfatos (P-PO ₄ ⁻³)	mg/L	Análisis y Reporte
Fósforo Total (P)	mg/L	Análisis y Reporte
Compuestos de Nitrógeno		
Nitratos (N-NO ₃)	mg/L	Análisis y Reporte
Nitritos (N-NO ₂)	mg/L	Análisis y Reporte
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ₃)	mg/L	Análisis y Reporte
Nitrógeno Total (N)	mg/L	Análisis y Reporte

Fuente. 44 Analquim Limitada. 2019.

Para los parámetros restantes la resolución indica que se debe cumplir con análisis y reporte de los resultados, no especifica valores máximos permitidos, por tanto, se establece que estos resultados cumplen con los análisis y reporte como se indica.

11.4 Diagnóstico del estado técnico de la planta de tratamiento de agua residual (PTAR) de Guasca – Cundinamarca.

11.4.1 Diagnóstico del funcionamiento de la PTAR

Partiendo de la inspección realizada en la visita a la PTAR y tomando la información suministrada por la empresa ECOSIECHA, se establece el siguiente diagnóstico.

Una vez conocido la problemática presente en el sector, la cual mostraba molestias y preocupación en la población aledaña por el mal estado en el que se vierte el agua directamente al río Siecha lo cual, genera contaminación y se deriva de ello muy probablemente afectaciones negativas a aquellos seres vivos que entren en contacto con este afluente contaminado.

Se solicitó acceso en primera instancia para verificar el estado físico de la PTAR, y de allí poder recopilar material para lograr encontrar el problema real que está generando la contaminación al río.

Una vez en la visita realizada a la PTAR, se tomaron observaciones de gran importancia las cuales son:

Quizá lo más importante es la usencia de un filtro percolador y un sedimentador, es de recalcar que estos componentes inicialmente se habían proyectado con la finalidad de brindar un óptimo proceso de tratamiento a las aguas residuales y minimizar el impacto ambiental en el rio Siecha.

Otro aspecto importante a tener en cuenta durante el proceso de verificación y análisis de información son los resultados de laboratorio que confirman un exceso de en los valores máximos permitidos por la resolución 0631 de 2015 en cuanto a demanda química de oxígeno (DQO).

Para aumentar la eficiencia de la PTAR en caso de que no se cuente con el presupuesto para realizar la construcción de un sedimentador y un filtro percolador, se propone la construcción de otro desarenador en paralelo con el construido actualmente. Por otra parte se debe realizar una revisión al estado del manto de lodos del reactor UASB.

11.4.2 Evaluación al funcionamiento de la PTAR

La planta se encuentra bien ubicada, cuenta con el respectivo cerramiento y vigilancia por parte del personal encargado, lo cual brinda seguridad y garantiza la ejecución del proceso que realiza la planta, sin interrupciones.

Las unidades verificadas en sitio, se encuentran en buen estado estructural, no presentan daños visibles y en general su funcionamiento es aceptable.

El personal encargado del mantenimiento de la PTAR, cuenta con los conocimientos, técnicos y de seguridad mínimos requeridos para desempeñar esta función.

Los planos de los diseños iniciales no coinciden con los elementos construidos y que actualmente se encuentran en funcionamiento.

En los diseños se contempla la construcción de un filtro percolador y un sedimentador, los cuales no están construidos.

Al ser vertida el agua al río Siecha después del tratamiento en la PTAR, se evidencia el mal estado con el que sale, color oscuro, presencia de espuma y mal olor.

12 CONCLUSIONES

Se analizó la información suministrada por parte de la empresa ECOSIECHA, la cual contiene planos y resultados de los análisis de control calidad realizados al agua tratada. Es necesario recopilar más información respecto a la no construcción del filtro percolador y el sedimentador que en el momento de diseñarse, se había planteado.

En cuanto a los parámetros de diseño implementados para la PTAR de Guasca, se confirmaron las dimensiones de estos elementos con las recomendaciones indicadas en la resolución 0330 de 2017 la cual indica los parámetros mínimos de diseño.

Con respecto a los ensayos obtenidos en laboratorio, se evidencia que se sobrepasan los límites permitidos por la resolución 0631 de 2015, y se concluye que la razón principal de la obtención de esos parámetros tan elevados los análisis de control calidad se deben a que la PTAR, aún debe terminar su proceso constructivo el que incluye el filtro percolador y el sedimentador, con lo que la calidad de agua vertida mejoraría en gran proporción.

En términos generales la parte de la PTAR que se encuentra construida y en funcionamiento, no presenta daños o inconvenientes durante su proceso, pero es de gran importancia realizar la construcción de los elementos faltantes para garantizar un adecuado tratamiento al agua residual y así minimizar el impacto ambiental en el río Siecha.

13 RECOMENDACIONES

Gestionar la construcción de los elementos faltantes del diseño inicial de la PTAR, para reducir la carga contaminante al río Siecha.

Realizar capacitación al personal encargado de mantenimiento de la planta para prevenir situaciones que pongan en riesgo la operación.

Realizar monitoreo más constante al proceso que se realiza en la PTAR, por parte del personal capacitado.

Contemplar la posibilidad de en caso de no contar con el presupuesto para realizar la construcción del filtro percolador y el sedimentador, construir un segundo desarenador, el cual ayudaría al proceso de tratamiento minimizando de esta forma la cantidad de sólidos presentes en el agua a tratar.

14 BIBLIOGRAFIA

RS RAMALHO. Tratamiento de aguas residuales. Barcelona: Reverté, S.A., 1996. ISBN 84-291-1975-5

RONALD CAMPOS. Evaluación de la operación, mantenimiento y mejoramiento de 12 plantas de tratamiento de aguas residuales en Guatemala, El Salvador y Honduras. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 2005. ISBN 9977-57-111-1

METCALF & EDDY. Ingeniería de Aguas Residuales: tratamiento, vertido y reutilización / Metcalf & Eddy. 3ª. Ed. Madrid: McGraw-Hill, 1995, ISBN 8448116127

SANCHEZ SEGURA, ARACELI. Proyecto de sistemas de alcantarillado. México: Instituto Politécnico Nacional, 2009. ISBN 9789701859634.

AYALA. Nora Rocio, DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA EL MUNICIPIO DE MALAGA Tesis Profesional, Universidad Escuela de Ingeniera Química, Bucaramanga, COLOMBIA, 2009.

Jairo Alberto Romero Rojas. (2010). TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. Bogotá D.C. Colombia. Ed. Escuela Colombiana De Ingeniería.

Ministerio de Desarrollo Económico Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico. Reglamento técnico del sector de Agua potable y Saneamiento Básico RAS-2000. Bogotá D.C. noviembre de 2000

S. D. Servicios, INFORME TECNICO SOBRE TRATAMIENTOS RESIDUALES EN COLOMBIA. BOGOTA.: SUPERSERVICIOS. BOGOTA D.C (2013).

Empresa de servicios públicos de Guasca Cundinamarca ECOSIECHA S.A.

E.S.P. Planta de Tratamiento de Agua Residual domestica casco urbano del municipio de Guasca Cundinamarca.

Freire, M., Luis, F., Villacis, M., Eduardo, Diseño de una planta para tratamiento de aguas residuales en una industria cartonera

M. D. Ministerio De Ambiente TECNOLOGIAS INNOVADORAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA MUNICIPIOS MAYORES A 500HABITANTES Y MENORES DE 300.000. Bogotá. (2014).

Aguas SISTEC, Solución en Tratamientos de agua. Planta de Tratamiento PTAR., de Aguas SISTEC, Solución en Tratamientos de agua.

CÁRDENAS, Yolanda Andía. TRATAMIENTO DE AGUA COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN (2000).

Nolasco, D. A. (2010). Desarrollo de proyectos MDL en plantas de tratamiento de plantas de tratamiento de aguas residuales. Banco Interamericano de Desarrollo.

DE ESTUDIOS, Compañía, et al. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales, industriales y domésticas de los Municipios de Cagua, Guasca y la Calera. 1992.

NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC-ISO-5667-10 GESTION AMBIENTAL CALIDAD DE AGUA MUESTREO.MUESTREO DE AGUAS RESIDUALES.

INCONTEC. República de Colombia. BOGOTÁ DC, junio de 1995.

Decreto 0631/2015 – RAS 2000, resoluciones 0631/2015 Ministerio del medio ambiente, marzo 2015.

BUITRAGO GALINDO, Karen Lorena, et al. Evaluación de las condiciones actuales de la planta de tratamiento de aguas residuales San Mateo del municipio de Cachipay, Cundinamarca.

HERNÁNDEZ, Roberto, et al. Metodología de la investigación. México, 2006.

METCALF & EDDY. Wastewater engineering. Treatment, disposal reuse. 3ª. Ed. Madrid: McGraw-Hill, 1995, ISBN 8448116127

JAND, GRAVES. 1982. Wastewater treatment plant. US 4608157 A. [En línea] 14 de JUNIO de 1982. <https://www.google.com/patents/US4608157>

Mooney, John. 2016. Sludge drying beds. Google Academic. [En línea] 25 de agosto de 2016.

GRADY JR, CP Leslie, et al. Biological wastewater treatment. CRC press, 2011.

ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño. JA Romero Rojas, Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño, 1999, p. 17-23.

PÉREZ, Jhonny, et al. Evaluación del modelo de dispersión axial de un reactor anaerobio de flujo ascendente (RAFA) a escala de laboratorio. Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia, 2010, vol. 33, no 3, p. 213-222.

15 ANEXOS

Anexo 1 Solicitud de acceso a la PTAR

Bogotá 27 de Marzo de 2019

Doctor:
RAFAEL RODRIGUEZ CORTES
Gerente General
Ecosiecha S.A. E.S.P.

UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
OFC-001

Ecosiecha
28 MAR 2019
2019-EE-0030
Empresa de Aclimatación, Alcantarillado
y Asoc. de Guasca S.A. E.S.P.
RADICADO
03:20 pm

Ref.: solicitud de acceso a la Planta de Tratamiento de Agua Residual Casco Urbano del municipio de Guasca Cundinamarca.

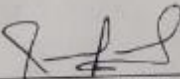
Por medio de la presente nos dirigimos a usted con el fin de solicitar acceso a la planta de tratamiento de agua residual del casco urbano del municipio de Guasca Cundinamarca.

Lo anterior por motivo de que los estudiantes JHON ALEXANDER BERMUDEZ GRISALES C.c. 1.109.296.982 Cód. 504641 y JHON EDISON CARRILLO LOAIZA C.c. 1.069.078.438 Cód. 504120, se encuentran elaborando el trabajo de grado el cual corresponde a la EVALUACION Y DIAGNOSTICO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR) CASCO URBANO del municipio de Guasca Cundinamarca.

La presente solicitud se realiza ya que es necesario realizar un registro fotográfico para la presentación del anteproyecto, y de ser aprobado, el próximo semestre se realizaría la solicitud de acceso para realizar lo requerido para la evaluación y diagnóstico de la PTAR.

Gracias por su atención y colaboración.

Cordialmente;


TUTOR DE TRABAJO DE GRADO
JOSE ERNESTO TORRES
Docente
Universidad Católica De Colombia

Página 1

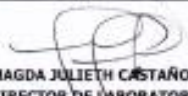
Fuente. 45 Autor

Anexo 2 Resultados de ensayos de laboratorio para entrada



ANALQUIM LTDA.
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y CALIDAD DEL AIRE



INFORME DE RESULTADOS DE LABORATORIO					CÓDIGO: 175628
					PÁGINA: 1 de 1
SEÑOR(ES): ALCALDIA MUNICIPAL DE GUASCA					TELÉFONO: ---
DIRECCIÓN: VDA CASCO URBANO					DEPARTAMENTO: CUNDINAMARCA
MUESTRA PROCEDENTE DE : GUASCA					
LUGAR TOMA DE LA MUESTRA: 9. PTAR CASCO URBANO					
PUNTO DE CAPTACIÓN: ENTRADA PTAR					
TIPO DE MUESTRA : AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA					
FECHA DE TOMA DE LA MUESTRA: 2019-06-05		HORA TOMA DE LA MUESTRA: 06:00 H - 14:00 H			
FECHA RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: 2019-06-05					
RESULTADOS					
ENSAJO	PEC-ANALISIS	TÉCNICA DE ANÁLISIS	REFERENCIA	RESULTADO	
a. D.B.O. 5	2019-06-05	Zincubación 5 días y electrodo de membrana	SH 5218 H, 4500-D G	516 mg/L O ₂	
b. D.Q.O.	2019-06-11	Refujo abierto y titulació	SH 5208 B	736 mg/L O ₂	
a. FÓSFORO REACTIVO TOTAL	2019-06-05	Colimétrico	SH 4500-P D	2,39 mg/L P	
a. FÓSFORO TOTAL	2019-06-05	Colimétrico	SH 4500-P B, E	3,1 mg/L P	
a. GRASAS Y ACEITES	2019-06-07	Extracción Soxhlet	SH 5520 D	520 mg/L	
a. HIDROCARBUROS TOTALES	2019-06-07	Extracción Soxhlet	SH 5520 D, F	24 mg/L	
a. IN SITU PH	2019-06-05	Electrométrico	SH 4500-III+ B	7,79 - 8,80 unidades	
a. IN SITU SÓLIDOS SEDIMENTABLES	2019-06-05	Volumétrico - Cono Imhoff	SH 2540 F	2,5 - 4,0 mg/L	
a. IN SITU TEMPERATURA	2019-06-05	Termométrico	SH 2550 B	14,2 - 16,9 °C	
a. NITRATOS	2019-06-05	Espectrofotométrico U.V.	SH 4500-NO3 B	1,1 mg/L N	
a. NITRITOS	2019-06-05	Colimétrico	SH 4500-NO2 B	49,807 mg/L N	
a. NITRÓGENO AMONÍACAL - AMONÍO	2019-06-13	Volumétrico	SH 4500-NH3-B, C	86,2 mg/L N	
a. NITRÓGENO TOTAL	2019-06-13	Clorato		114,5 mg/L N	
a. NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL	2019-06-13	Volumétrico	SH 4500-N ORG C, 4500-NHS B, C	113,4 mg/L N	
a. SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	2019-06-08	Gravimétrico - Secado a 105°C	SH 2540 D	345 mg/L	
a. TENSIOACTIVOS ANIÓNICOS - SAAM	2019-06-05	Colimétrico	SH 5540 C	5,02 mg/L SAAM	
No ANALISIS 16 --- FIN DEL REPORTE					
OBSERVACIONES: Muestra compuesta recolectada por personal de ANALQUIM LTDA. Procedimiento ANQ-FR-018 y plan de muestreo ANQ-PL-091.					
Nombre del muestreador: Cristian Duven Lara Rojas, Ingeniero Ambiental C.C. 3.105.680.520 del Espinal.					
Referencia (NTC): Norma Técnica Colombiana					
Referencia (SM): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23d Edition, 2017.					
a. Ensayo(s) de laboratorio acreditado(s) en Analquim Ltda. Resolución de acreditación N° 0414 del 07 de mayo de 2019, IDEAM					
z. Parámetros no acreditados.					
El parámetro de tensioactivos es reportado como SAAM calculado como LSS. (peso 288,38 g/mol).					
El presente documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente y es válido únicamente si tiene firma original y el sello seco.					
 Qca. MAGDA JULIETH CASTAÑO ANGEL DIRECTOR DE LABORATORIO		NOTA: Los resultados del presente informe hacen referencia únicamente a la muestra analizada. Bogotá, 2019-06-26 FECHA DE EXPEDICIÓN		ANQ-PL-071-1 - Versión 2	
FIN DE FIRMAS					
El plazo límite para cualquier observación sobre los resultados de este informe, es de 5 días hábiles contados a partir de la fecha de expedición del mismo.					

Carrera 25 No. 73 - 80/66 • PBX: 3291873 - 2318149 • Cel. Gerencia: 315 8602195 • Comercial: 7038006 - 2503701 - Cel. Comercial: 315 7718838 - 320 3166390
 Contabilidad: 2318293 • Resultados: 2506645 • E-mail: gerencia@analquim.com - gerencia@analquim.com - atencionalcliente@analquim.com
 www.analquim.com • Bogotá, D.C. - Colombia

Fuente. 46 Analquim Limitada. 2019.

Documento completo: Evaluación y Diagnostico a La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas Del Municipio de Guasca Cundinamarca. 504641 - 504120\DOCUMENTOS SUMINISTRADOS POR ECOSIECHA\01 ENSAYOS DE LABORATORIO

Anexo 3 Resultados de ensayos de laboratorio para salida



ANALQUIM LTDA.
ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y CALIDAD DEL AIRE



INFORME DE RESULTADOS DE LABORATORIO					CÓDIGO: 175629
					PÁGINA: 1 de 1
SEÑOR(ES):	ALCALDIA MUNICIPAL DE GUASCA				
DIRECCIÓN:	VDA CASCO URBANO		TELÉFONO: ---		
MUESTRA PROCEDENTE DE:	GUASCA		DEPARTAMENTO: CUNDINAMARCA		
LUGAR TOMA DE LA MUESTRA:	10, PTAR CASCO URBANO				
PUNTO DE CAPTACIÓN:	SALIDA PTAR				
TIPO DE MUESTRA:	AGUA RESIDUAL DOMESTICA				
FECHA DE TOMA DE LA MUESTRA:	2019-06-5		HORA TOMA DE LA MUESTRA: 06:05 H - 24:05 H		
FECHA RECEPCIÓN DE LA MUESTRA:	2019-06-5				
RESULTADOS					
INDICADOR	PROC. ANALISIS	TÉCNICA DE ANALISIS	REFERENCIA	RESULTADO	
1. D.O.G. 5	2019-06-05	Inanulación 5 días y electrodeo de membrana	SM 5238 B, 4500-O G	255 mg/L O ₂	
2. D.O.D.	2019-06-11	Reflujo abierto y titulación	SM 5238 B	140 mg/L O ₂	
3. FÓSFORO REACTIVO TOTAL	2019-06-05	Colorimétrica	SM 4500-P D	1,81 mg/L P	
4. FÓSFORO TOTAL	2019-06-05	Colorimétrica	SM 4500-P B, E	2,4 mg/L P	
5. GRASAS Y ACEITES	2019-06-07	Extracción Soxhlet	SM 5520 D	41 mg/L	
6. HIDROCARBURIOS TOTALES	2019-06-07	Extracción Soxhlet	SM 5520 D, F	12 mg/L	
7. IN SITU OXIDAL	2019-06-05	Volumétrica	NTC-150 5967-10	3,856 L/h	
8. IN SITU PH	2019-06-05	Electrométrico	SM 4500-H+ B	6,81 - 6,98 Unidades	
9. IN SITU SÓLIDOS SEDIMENTABLES	2019-06-05	Volumétrica - Con Imhoff	SM 2540 F	<0,1 mg/L	
10. IN SITU TEMPERATURA	2019-06-05	Termométrico	SM 2550 B	15,4 - 16,1 °C	
11. NITRATOS	2019-06-05	Espectrofotométrico U. V.	SM 4500-NO3 B	3,7 mg/L N	
12. NITRITOS	2019-06-05	Colorimétrica	SM 4500-NO2 B	<0,007 mg/L N	
13. NITRÓGENO AMONIACAL - AMONIO	2019-06-13	Volumétrica	SM 4500-NH3 B, C	37,0 mg/L N	
14. NITRÓGENO TOTAL	2019-06-13	Cálculo		50,4 mg/L N	
15. NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL	2019-06-13	Volumétrica	SM 4500-NORG C, 4500-NH3 B, C	48,7 mg/L N	
16. SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	2019-06-08	Gravimétrico - Secado a 105°C	SM 2540 D	126 mg/L	
17. TENSIOACTIVOS ANIÓNICOS - SAAM	2019-06-05	Colorimétrica	SM 5540 C	3,08 mg/L SAAM	
No ANALISIS 17 --- FIN DEL REPORTE					
OBSERVACIONES: Muestra compuesta recolectada por personal de ANALQUIM LTDA. Procedimiento AMQ-PR-018 y plan de muestreo ANQ-PL-091.					
Nombre del muestreador: Cristian Duven Lara Rojas, Ingeniero Ambiental C.C. I. 8.05.680.520 del Espinal.					
Referencia (NTE): Norma Técnica Colombiana					
Referencia (SM): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd Edition, 2017.					
1. Ensayo(s) de laboratorio acreditado(s) en Analquim Ltda. Resolución de acreditación N° 0114 del 07 de mayo de 2019, IDEAM					
2. Parámetros no acreditados.					
El parámetro de tensioactivos es reportado como SAAM calculado como L55. (peso 288,38 g/mol).					
El valor coma (,) es el separador de decimales.					
El presente documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente y es válido únicamente si tiene firma original y el sello seco.					
 Qca. MAGDA JULIETH CASTAÑO ANGEL DIRECTOR DE LABORATORIO		NOTA: Los resultados de presente informe hacen referencia únicamente a la muestra analizada. Bogotá, 2019-06-26 FECHA DE EXPEDICIÓN			
		AMQ-PL-071-1 - Versión 2 FIN DE FIRMAS			
El plazo límite para cualquier observación sobre los resultados de este informe, es de 5 días hábiles contados a partir de la fecha de expedición del mismo.					

Carrera 25 No. 73 - 6016 • PBX: 3291873 - 2318149 • Cel. Gerencia: 315 8602196 • Comercial: 7038006 - 2503701 - Cel. Comercial: 315 7718638 - 320 3168350
 Contabilidad: 2318293 • Resultados: 2506645 • E-mail: gerencia@analquim.com - gerenciacomercial@analquim.com - atencionalcliente@analquim.com
 www.analquim.com • Bogotá, D.C. - Colombia

Fuente. 47 Analquim Limitada. 2019.

Documento completo: Evaluación y Diagnostico a La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas Del Municipio de Guasca Cundinamarca. 504641 - 504120 DOCUMENTOS SUMINISTRADOS POR ECOSIECHA01 ENSAYOS DE LABORATORIO

Anexo 4 Resultados de ensayos de laboratorio en campo para entrada y salida

ANALQUIM LTDA. ANÁLISIS QUÍMICOS Y CALIDAD DEL AGUA		CADENA DE CUSTODIA DE MUESTRAS		
CONTRATO: -	COTIZACIÓN: X	No.:	0840-19 2019-02-15	
CLIENTE: ALCALDIA MUNICIPAL DE GUASCA			CÓDIGOS DE MUESTRAS 175628-629	
CONTACTO: MIGUEL ARTURO GARAVITO				
DIRECCIÓN: TELÉFONO:				
-- INFORMACIÓN DEL SERVICIO DE MONITOREO				
-- EMPRESA: Municipalidad de Guasca		-- NIT: 900910524-1		
-- CONTACTO: Walter Unare		-- TELÉFONO:		
-- DIRECCIÓN: Vda. / Carro Urbano		-- DEPARTAMENTO: Cundinamarca		
-- CIUDAD: Guasca				
-- INFORMACIÓN DE LA MUESTRA				
2.1. TIPO DE MUESTRA:	AREA TRABAJO / AREA ORDA AREA SUELO / AREA LUZ AREA AGUA / AREA LÍQUIDA AREA SÓLIDA / AREA SÓLIDA	AREA SUELO / AREA SUELO AREA AGUA / AREA AGUA AREA SÓLIDA / AREA SÓLIDA	AREA SUELO / AREA SUELO AREA AGUA / AREA AGUA AREA SÓLIDA / AREA SÓLIDA	
2.2. TIPO DE MUESTRO:	COMPUUESTO: #	PUNTUAL	INTEGRADO	
-- ANÁLISIS ENSAYOS EN CAMPO				
X	pH (ELECTROMÉTRICO)		OTRO ENO DISUELTO (ELECTROMÉTRICO)	
X	TEMPERATURA (TERMOMETRO)		% DE SATURACIÓN O ₂ (ELECTROMÉTRICO)	
X	SÓLIDOS DISOLVIBLES (COND. IMHOT)		CLORO RESIDUAL (TITULOMÉTRICO)	
/	CONDUCTIVIDAD (ELECTROMÉTRICO)		MATERIAL FLOTANTE (VISUAL)	
/	POTENCIAL REDOX (ELECTROMÉTRICO)		PRESENCIA (VISUAL)	
-- ANÁLISIS ENSAYOS EN LABORATORIO				
-- TIPO DE ENVASE O MATERIAL	-- CAPACIDAD (lg o ml)	-- CANTIDAD	-- PRESERVANTE	-- PARÁMETROS
Garras Plástica	2000 ml.	2	Refrigerar	DBO, NDS, NO ₂ , SST, SAAM
Frasco Vidrio Amber	500 ml.	2	Refrigerar	PO ₄
Frasco Vidrio Boca Ancha	1000 ml.	2	HCl	GYA, TPH
Frasco Vidrio Amber	500 ml.	2	H2SO4	DQO, PT, NTK, N-NH ₄
ELABORADO POR: EL DOCUMENTO: AÑO: PL-057 REVISADO POR: No. VERSIONES APROBADO POR: (S) PAGINA 1 de 2				

Fuente. 48 Analquim Limitada. 2019.

Documento completo: Evaluación y Diagnostico a La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas Del Municipio de Guasca Cundinamarca. 504641 - 504120DOCUMENTOS SUMINISTRADOS POR ECOSIECHA\01 ENSAYOS DE LABORATORIO

Anexo 5 Resultados de ensayos de laboratorio en campo para entrada y salida

ANALQUIM LTDA. ANÁLISIS FISIQUÍMICOS Y CALIDAD DEL AGUA		CADENA DE CUSTODIA DE MUESTRAS					
- CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA							
CÓDIGO MUESTRA	PUNTO No. / No. VEHÍCULO	LUGAR TOMA DE MUESTRA	PUNTO DE MONITOREO / COORDENADAS		FECHA (aaaa-mm-dd)	HORA (hh:mm)	TIPO DE MUESTRA
175628	9	PTAR Caso Urbano	Entrada PTAR		2019-06-05	6:00 14:00	ARD
175629	10	PTAR Caso Urbano	SALIDA PTAR		2019-06-05	6:05 14:05	ARD
--- NOMBRE CONTACTO: CESAR LIADES		--- FIRMA CONTACTO:					
--- C.C. CONTACTO: 39472936		--- FIRMA TÉCNICO CAMPO:					
--- NOMBRE TÉCNICO CAMPO: Cristian Duvan Lara Rojas		--- FIRMA TÉCNICO CAMPO:					
--- C.C. TÉCNICO CAMPO: 1105680520							
- EMBALAJE Y TRANSPORTE DE LA MUESTRA							
--- TIPO DE ENVÍO: Terrestre <input checked="" type="checkbox"/> Aéreo <input type="checkbox"/>		EMPRESA: Analquim		--- FECHA DE ENVÍO: 2019-06-05			--- HORA DE ENVÍO: 14:10
--- RESPONSABLE DEL ENVÍO: Cristian Lara		--- REFRIGERADO: <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> NO		--- No. RECIPIENTES: 8			
- RECEPCIÓN DE LA MUESTRA							
--- FECHA Y HORA: 2019-06-05		--- RESPONSABLE DE LA RECEPCIÓN: <i>[Firma]</i>					
- CONDICIONES DE LA MUESTRA:							
--- pH PRESERVACIÓN:	DQO, PDR, NIT, PL, DS, N-NH4, COD:	1	CLORUROS:	---	CR-B:	---	GARRAFAS P-Q: 7
	SYA, TPH:	---	SULFUROS:	---	OTROS:	---	
	METALES:	---	PLASUCIDAS:	---	TEMPERATURA DE TESTEO (°C): 5-2 T-5-28		
--- OBSERVACIONES:							
--- CONTROL DE DATOS							
--- Verificado por (CL): <i>[Firma]</i>		--- Revisado por (RP): <i>[Firma]</i>		--- Aprobado por (GO): <i>[Firma]</i>			
ELABORADO POR CL		REVISADO POR RP		APROBADO POR GO			
No. VERSIÓN: 1.0		No. VERSIÓN: 1.0		PÁGINA 1 de 2			

Fuente. 49 Analquim Limitada. 2019.

Documento completo: Evaluación y Diagnostico a La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas Del Municipio de Guasca Cundinamarca. 504641 - 504120\DOCUMENTOS SUMINISTRADOS POR ECOSIECHA\01 ENSAYOS DE LABORATORIO

Anexo 6 Resultados de ensayos de laboratorio en campo para entrada

ANALQUIM LTDA.		CARACTERIZACIÓN IN-SITU								
CONTRATO:	COTIZACIÓN:	NO. 19	2019-01							
POSTULANTE: Entrada PTAR		CÓDIGO DE LA MUESTRA: 175628								
INFORMACIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD										
1.1 CENTRO DEL MONITOREO:	Control interno	1.2 FECHA DE MONITOREO:	2019 06 05							
1.3 SECTOR PRODUCTIVO:	Residencial	1.4 PERÍODO LABORAL:	24h							
1.5 FUENTE ABASTECIMIENTO DE AGUA:	Residencia	1.6 DÍA / SEMANA:	7d							
TIPO DE MUESTRA A MONITOREAR										
2.1 AGUA POTABLE:	2.1.1 Tipo de estructura (Mantenimiento):	2.1.2 Ubicación (Mantenimiento):								
2.2 AGUA FISICHA:	2.2.1 Características del ambiente:	2.2.2 Punto de toma muestra:								
2.3 AGUA SUBTERRÁNEA:	2.3.1 Tipo de estructura (Mantenimiento):	2.3.2 Tipo de agua:								
2.4 AGUA SUPERFICIAL:	2.4.1 Tipo de estructura (Mantenimiento):	2.4.2 Tipo de agua:								
2.5 Características del ambiente:	2.5.1 Tipo de estructura (Mantenimiento):	2.5.2 Tipo de agua:								
2.6 AGUA EFUVA:	2.6.1 Forma de almacenamiento:	2.6.2 Presencia de burbujas:								
2.7 AGUA RESIDUAL (A):	2.7.1 Tipo de muestra (Mantenimiento):	2.7.2 Tipo de muestra (Mantenimiento):								
2.8 ACTIVIDAD GENERADORA DE:	Residencial	2.8.1 Tipo de muestra (Mantenimiento):								
2.9 TIEMPO OPERACIÓN ACTIVIDAD GENERADORA DE:	24h	2.9.1 Tipo de muestra (Mantenimiento):								
2.10 TIPO DE TRATAMIENTO DE:	Primario y Secundario	2.10.1 Tipo de muestra (Mantenimiento):								
2.11 FRECUENCIA DE TRATAMIENTO DE:	Diario	2.11.1 Tipo de muestra (Mantenimiento):								
2.12 TIEMPO DE DESCARGA DE:	24h	2.12.1 Tipo de muestra (Mantenimiento):								
2.13 TIPO DE DESCARGA DE:	Período regular: <input type="checkbox"/> / Irregular: <input type="checkbox"/>	2.13.1 Tipo de muestra (Mantenimiento):								
2.14 DISCARIA VESTIBULO:	Presencia: <input checked="" type="checkbox"/> / Ausencia: <input type="checkbox"/>	2.14.1 Tipo de muestra (Mantenimiento):								
2.15 ESTRUCTURA DE VESTIBULO:	Concreto	2.15.1 Tipo de muestra (Mantenimiento):								
2.16 MATERIAL AMBA TRAFADO:	Asfalto	2.16.1 Tipo de muestra (Mantenimiento):								
MÉTODO INDICADOR DE CANTIDAD:										
3.1 MÉTODO INDICADOR DE CANTIDAD:	VOLUMÉTRICO	3.2 MÉTODO INDICADOR DE CANTIDAD:	WTG: Canaleta Siskell							
MUESTRA O OBLIGACIONES DE SER										
PUNTO No.	HORA (hh:mm)	TEMPERATURA (°C)	pH (Medida)	ODOR (ml/20°C)	TURBIDIDAD (NTU)	MUESTRA (ml)		CANTIDAD (litros)	ANÁLISIS (mg)	
						TIEMPO (min)	VELOCIDAD (cm/min)			
9	6:00	14,1	8,24	2,5				14	515	
9	7:00	14,3	8,18	3,0				20	335	
9	8:00	15,6	8,12	2,5				7	260	
9	9:00	16,3	8,27	4,0				7	260	
9	10:00	16,1	8,19	4,0				7	260	
9	11:00	16,9	7,79	3,0				10	370	
9	12:00	16,7	8,10	4,0				10	370	
9	13:00	16,4	8,27	4,0				10	370	
9	14:00	16,1	8,24					10	370	
								Σ =	94	2510

Fuente. 50 Analquim Limitada. 2019.

Documento completo: Evaluación y Diagnostico a La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas Del Municipio de Guasca Cundinamarca. 504641 - 504120\DOCUMENTOS SUMINISTRADOS POR ECOSIECHA\01 ENSAYOS DE LABORATORIO

Anexo 7 Resultados de ensayos de laboratorio en campo para entrada

ANALQUIM LTDA.					CARACTERIZACIÓN IN-SITU									
PUNTO No.		FECHA (Mes/año)	TEMPERATURA (°C)	pH (ambiente)	PHOSFORO (mg/l)	COBRO (mg/l)	CONDUCIVIDAD (µS/cm)		TURBIDIDAD (NTU)		CLOROFILA (µg/l)	CLOROFILA (mg/l)	CLOROFILA (µg/l)	CLOROFILA (mg/l)
REGISTRO DE CÁLCULOS INTERMEDIOS DE LOS DATOS														
Hora inicio		Hora fin		pH		COND		TURB		CLOROFILA		CLOROFILA		CLOROFILA
08:00		13:00		8,17		0,56		2,5		0		0		0
				8,37		2,48		9,0		9,0		9,0		9,0
Para calcular la Diferencia de Porcentaje Relativo (% DPR) según el siguiente Método: Para medir los límites del comportamiento, véase la carta control														
VARIABLES: <input checked="" type="checkbox"/> pH, <input checked="" type="checkbox"/> COND, <input checked="" type="checkbox"/> TURB, <input checked="" type="checkbox"/> CLOROFILA VALORES: <input checked="" type="checkbox"/> Superior AME: 855, <input checked="" type="checkbox"/> Inferior AME: 100, <input checked="" type="checkbox"/> Superior AME: 100, <input checked="" type="checkbox"/> Inferior AME: 100 MONITOREO: <input checked="" type="checkbox"/> Superior AME: 100, <input checked="" type="checkbox"/> Inferior AME: 100, <input checked="" type="checkbox"/> Superior AME: 100, <input checked="" type="checkbox"/> Inferior AME: 100														
INSTRUCCIONES PARA EL MANEJO DE LA MUESTRA ET, <input checked="" type="checkbox"/> BOD, <input checked="" type="checkbox"/> BOD5, <input checked="" type="checkbox"/> ODO, <input checked="" type="checkbox"/> AOX, <input checked="" type="checkbox"/> Clor, <input checked="" type="checkbox"/> ACD, <input checked="" type="checkbox"/> ACO, <input checked="" type="checkbox"/> ACP, <input checked="" type="checkbox"/> ACR, <input checked="" type="checkbox"/> ACD, <input checked="" type="checkbox"/> ACO, <input checked="" type="checkbox"/> ACP, <input checked="" type="checkbox"/> ACR														
COMERCIO: <input checked="" type="checkbox"/> CLOROFILA / TEMPERATURA AMBIENTE °C Método 1: <input checked="" type="checkbox"/> Método 2: <input checked="" type="checkbox"/> Método 1: <input checked="" type="checkbox"/> Método 2: <input checked="" type="checkbox"/> Método 1: <input checked="" type="checkbox"/> Método 2: <input checked="" type="checkbox"/>														
Para cada muestra se debe expresar en mL/cm. El símbolo <input type="checkbox"/> correspondiente al indicador decimal. Agregar en observaciones las representaciones de los datos, modificaciones y DPE.														
Nombre contacto: CESAR LINARES, Celular: 994329336, Teléfono de campo: Cesar Linares, 1105230720 Dirección de campo:														
Verificado por DPE: [Firma], Ingreso MSA (DPE): [Firma], Verificado por DPE: [Firma], Aprobado por DPE: [Firma]														

Fuente. 51 Analquim Limitada. 2019.

Documento completo: Evaluación y Diagnostico a La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas Del Municipio de Guasca Cundinamarca. 504641 - 504120\DOCUMENTOS SUMINISTRADOS POR ECOSIECHA\01 ENSAYOS DE LABORATORIO

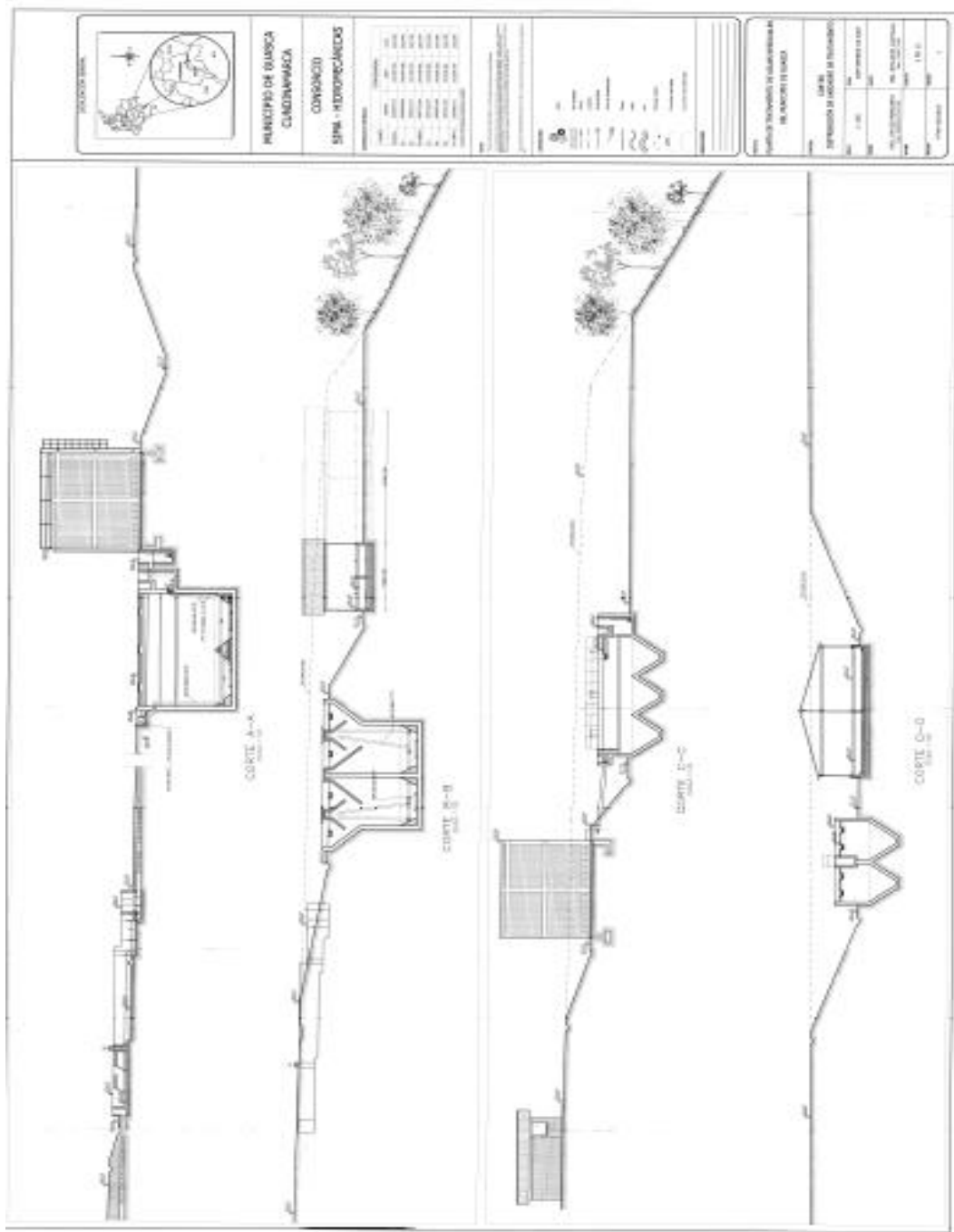
Anexo 8 Resultados de ensayos de laboratorio en campo para salida

ANALQUIM LTDA.		CARACTERIZACIÓN IN-SITU							
COTIZACIÓN: 0810-18 2019-07-18		CÉDULO DE LA MUESTRA: 175629							
PUNTO DE MONITOREO: Salida PTAR									
II INFORMACIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD									
OBJETIVO DEL MONITOREO: Control interno		FECHA DE MONITOREO: 17/07/18							
SECTOR PRODUCTIVO: Residencial									
HORARIO (LABORAL): 24h		Día / Semana: 7d							
FUENTE AMPLIFICACION DE AGUA: Residencial									
III TIPO DE MUESTRA Y MONITOREO									
AGUA POTABLE: -									
TIPO DE INSTRUMENTO: -									
AGUA RESIDUAL: -									
TIPO DE TRATAMIENTO: -									
AGUA SUBSUELA: -		MÉTODO DE MUESTREO: FLETA DE AGUA							
AGUA SUPERFICIAL: -		MÉTODO DE MUESTREO: FLETA DE AGUA							
CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO: -									
AGUA LLUVIA: -									
PUNTO DE TOMA MUESTRA: -									
ACTIVIDAD GENERADORA DE AGUA: (Residencial)									
TIEMPO OPERACIÓN ACTIVIDAD GENERADORA AGUA: 24h		Día / Semana: 7d							
TIPO DE TRATAMIENTO AGUA: PTAR (Vitrificado y secundario)									
FRECUENCIA DE TRATAMIENTO AGUA: 24h									
TIEMPO DESCARGA AGUA: 24h		Día / Semana: 7d							
TIPO DESCARGA AGUA: Perifoneo regular		Destino: Río Siccha							
DESCARGA VESTIMENTOS: -									
ESTRUCTURA DE VESTIMIENTO: PVC									
MATERIAL PARA TRAZADO: -									
IV MÉTODO MEDICIÓN DE CAUDAL									
MÉTODO MEDICIÓN DE CAUDAL: VOLUMÉTRICO		MÉTODO MEDICIÓN DE CAUDAL: VOLUMÉTRICO							
V MEDICIONES PARALELAS EN SITIO									
PUNTO No.	HORA (hh:mm)	TEMPERATURA (°C)	DÍ (mm)	VAV (m/s)	TIEMPO (s)	CAUDAL		CAUDAL (m³/s)	MÉTRICO (m³)
						TIEMPO (s)	VOLUMEN (m³)		
10	6:05	15,4	6,89	20,1		0,91	7,350	8,0769	535
10	7:05	15,8	6,88	20,1		0,83	7,110	8,5663	570
10	8:05	15,9	6,90	20,1		1,34	6,520	4,5637	325
10	9:05	15,5	6,98	20,1		1,56	6,700	4,2949	285
10	10:05	15,7	6,83	20,1		1,31	6,820	4,5236	300
10	11:05	15,8	6,88	20,1		1,78	6,700	3,9264	260
10	12:05	15,8	6,81	20,1		1,66	6,880	4,2430	285
10	13:05	15,9	6,83	20,1		1,24	8,115	6,5366	435
10	14:05	16,1	6,89			1,11	8,520	7,1693	510
								Σ = 52,7027	3505

Fuente. 52 Analquim Limitada. 2019.

Documento completo: Evaluación y Diagnostico a La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas Del Municipio de Guasca Cundinamarca. 504641 - 504120\DOCUMENTOS SUMINISTRADOS POR ECOSIECHA\01 ENSAYOS DE LABORATORIO

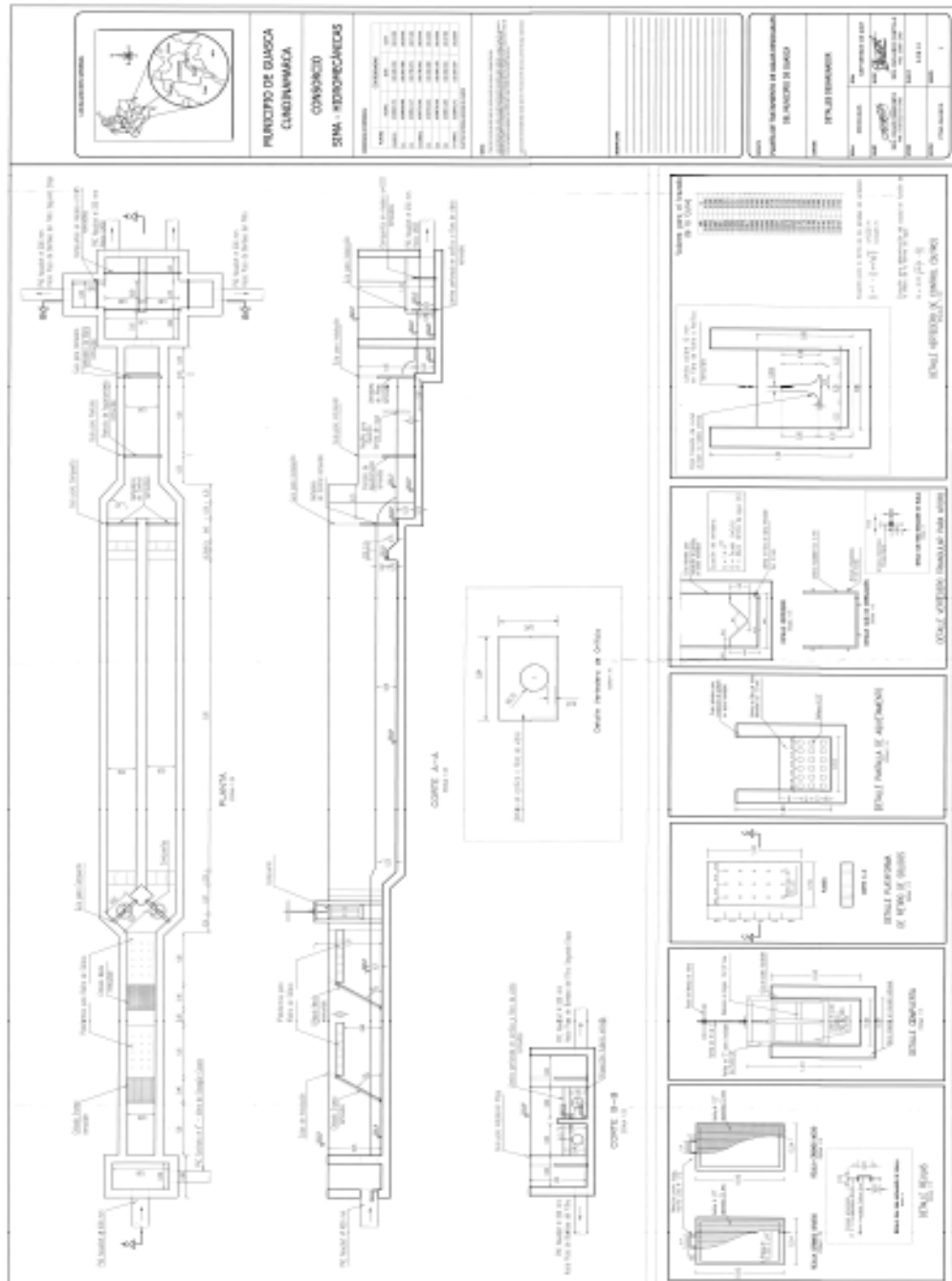
Anexo 10 Plano cortes de distribución y unidades de tratamiento



Fuente. 54 Ecosiecha S.A E.S.P.

Documento completo: Evaluación y Diagnostico a La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas Del Municipio de Guasca Cundinamarca. 504641 - 504120\DOCUMENTOS SUMINISTRADOS POR ECOSIECHA\ PLANO CORTES DISTRIBUCION DE UNIDADES DE TRATAMIENTO

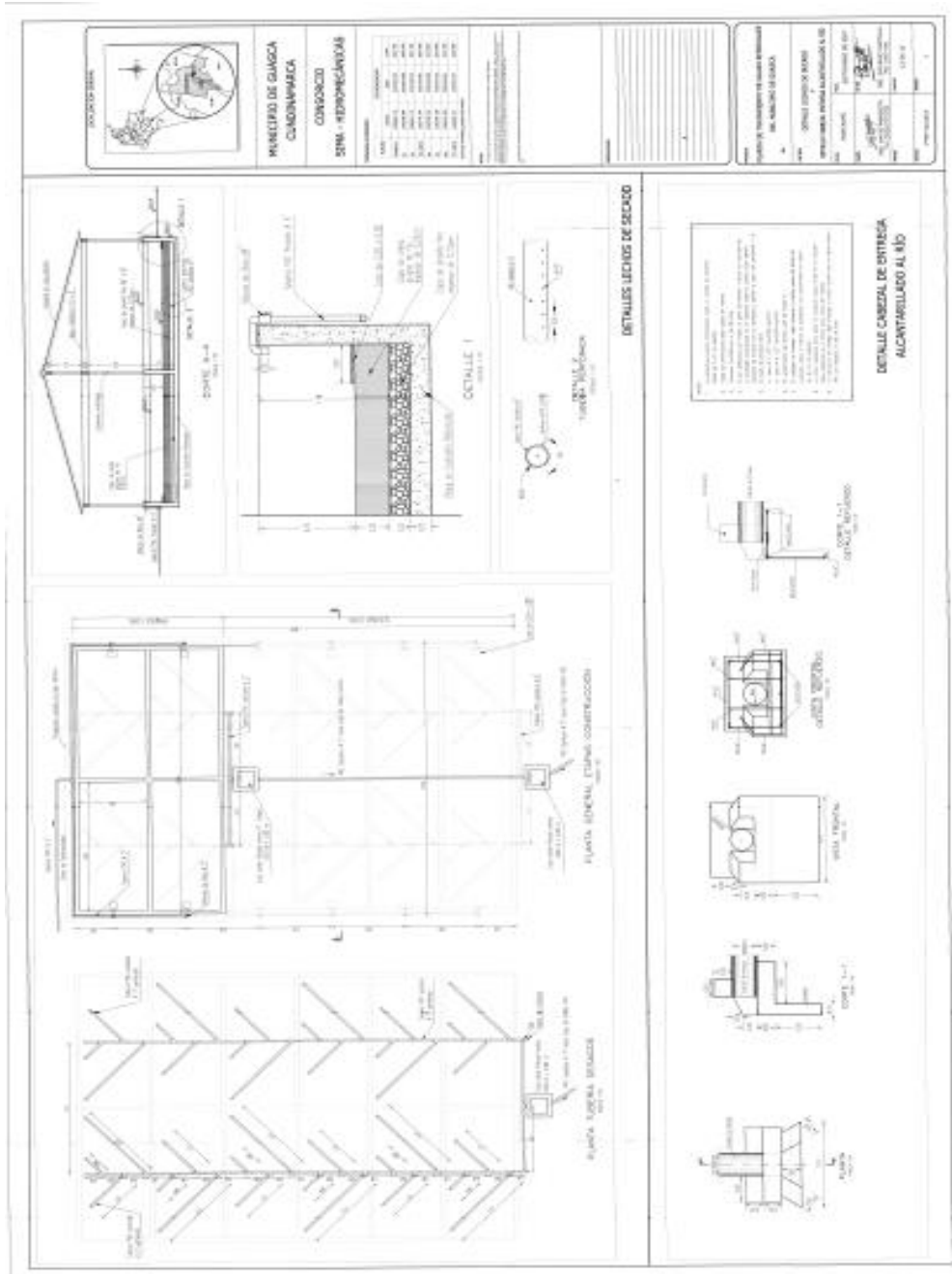
Anexo 11 Plano Detalles desarenador



Fuente. 55 Ecosiecha S.A E.S.P.

Documento completo: Evaluación y Diagnostico a La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas Del Municipio de Guasca Cundinamarca. 504641 - 504120\DOCUMENTOS SUMINISTRADOS POR ECOSIECHA\ PLANO DETALLES DESARENADOR

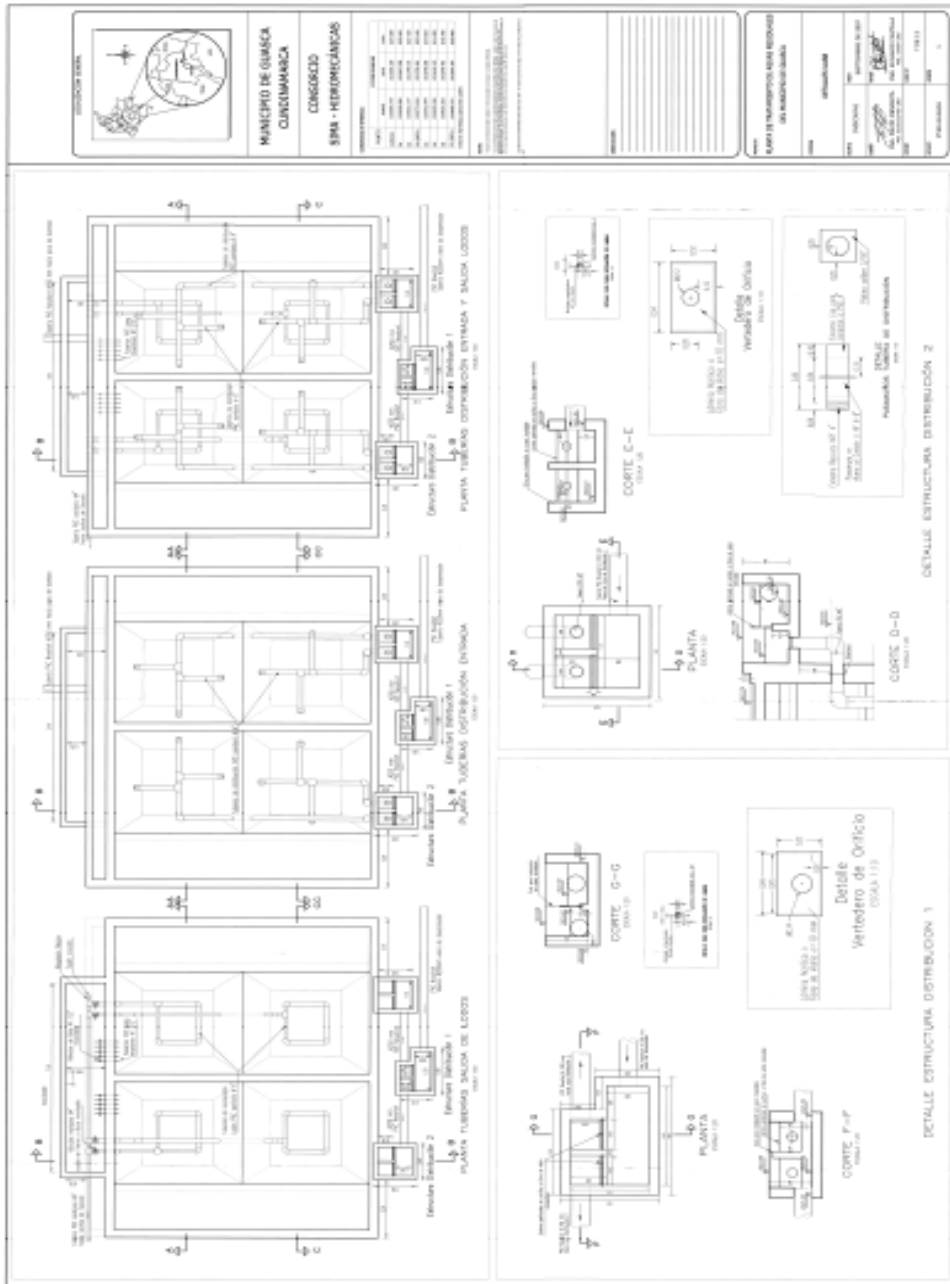
Anexo 12 Plano Detalles lechos de secado de lodos y Cabezales de entrega a alcantarillado



Fuente. 56Ecosiecha S.A E.S.P.

Documento completo: Evaluación y Diagnostico a La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas Del Municipio de Guasca Cundinamarca. 504641 - 504120\DOCUMENTOS SUMINISTRADOS POR ECOSIECHA\ PLANO DETALLES LECHOS DE SECADO Y DETALLES CABEZAL ENTREGA ALCANTARILLADO AL RIO

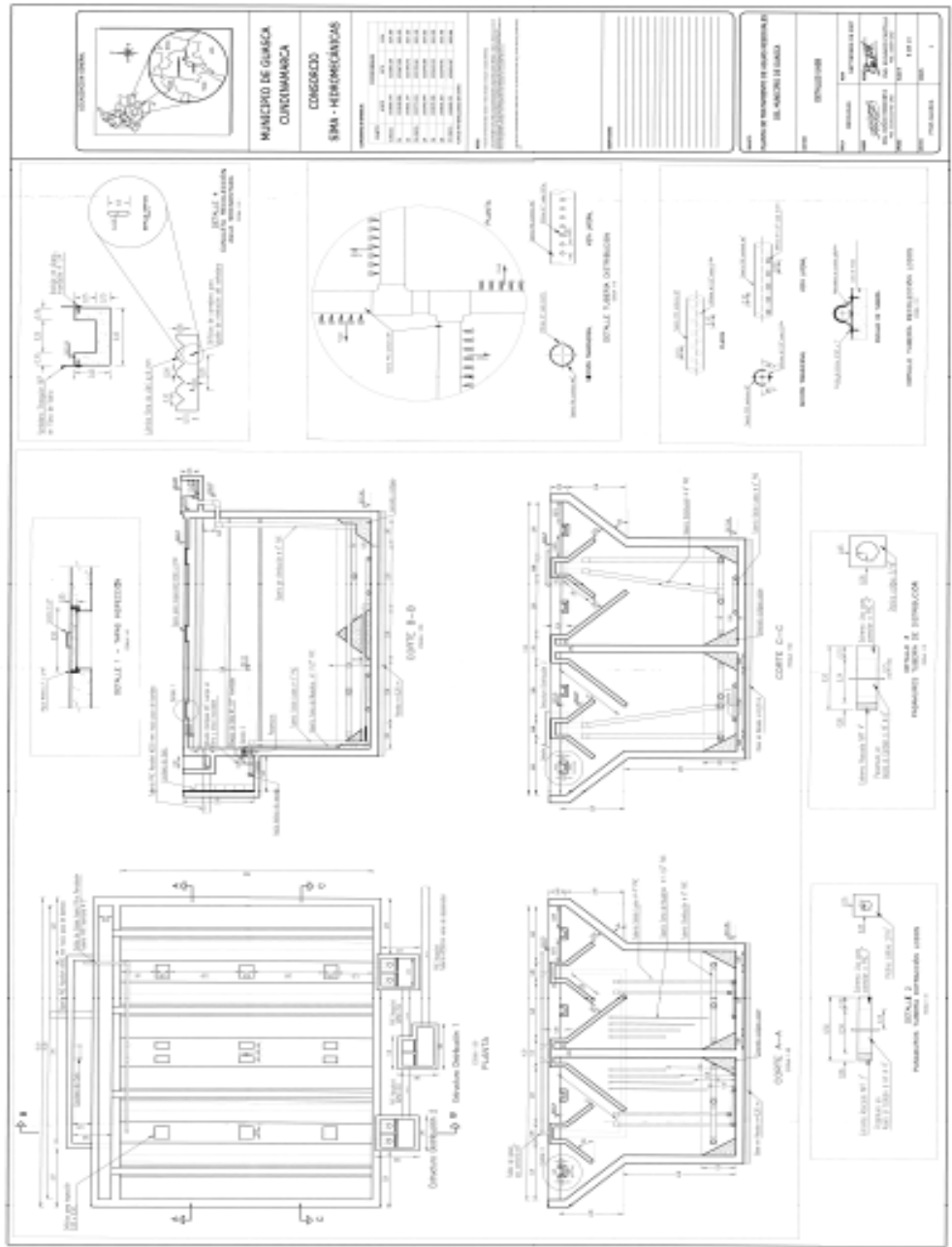
Anexo 13 Plano Detalles 1 UASB



Fuente. 57 Ecosiecha S.A E.S.P.

Documento completo: Evaluación y Diagnostico a La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas Del Municipio de Guasca Cundinamarca. 504641 - 504120\DOCUMENTOS SUMINISTRADOS POR ECOSIECHA\ PLANO DETALLES UASB

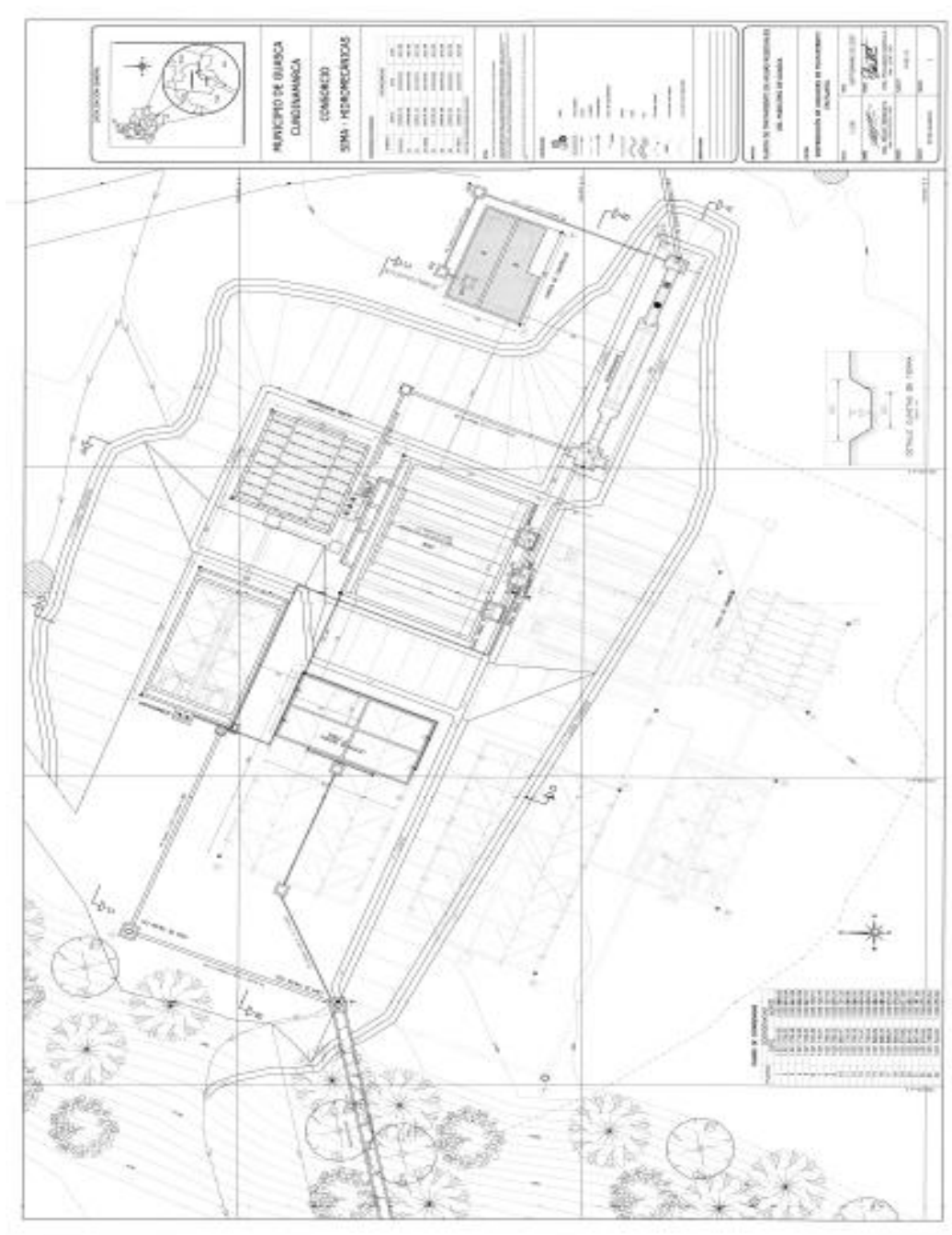
Anexo 14 Detalles 2 UASB



Fuente. 58 Ecosiecha S.A E.S.P.

Documento completo: Evaluación y Diagnostico a La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas Del Municipio de Guasca Cundinamarca. 504641 - 504120\DOCUMENTOS SUMINISTRADOS POR ECOSIECHA\ PLANO DETALLES UASB (2)

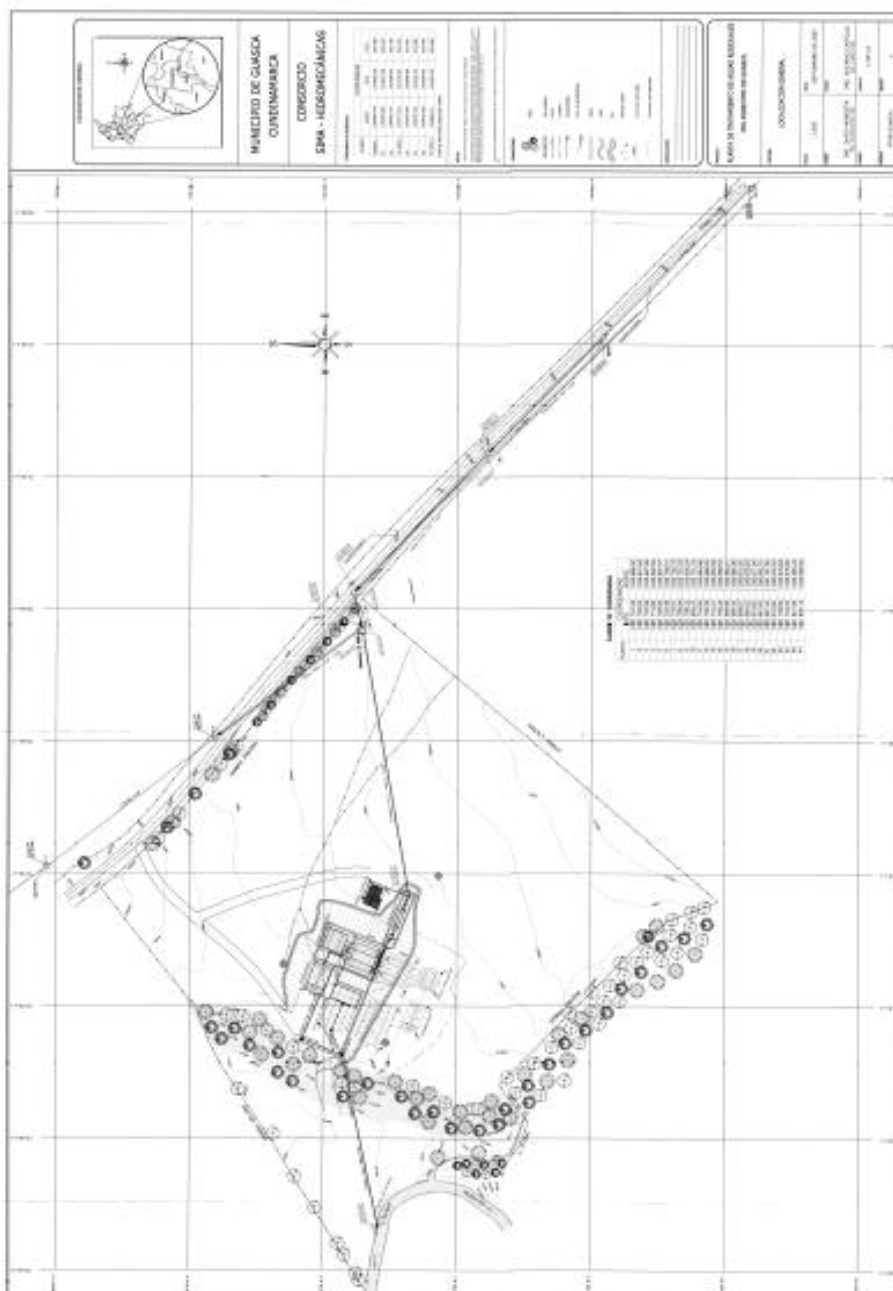
Anexo 15 Distribución de Unidades de Tratamiento



Fuente. 59 Ecosiecha S.A E.S.P.

Documento completo: Evaluación y Diagnostico a La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas Del Municipio de Guasca Cundinamarca. 504641 - 504120\DOCUMENTOS SUMINISTRADOS POR ECOSIECHA\ PLANO CORTES DISTRIBUCION DE UNIDADES DE TRATAMIENTO

Anexo 17 Localización General



Fuente. 61 Ecosiecha S.A E.S.P.

Documento completo: Evaluación y Diagnostico a La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas Del Municipio de Guasca Cundinamarca. 504641 - 504120\DOCUMENTOS SUMINISTRADOS POR ECOSIECHA\ PLANO LOCALIZACION GENERAL.