

**EVALUACION TECNICA, AMBIENTAL, SOCIAL Y ECONOMICA DE LA PLANTA
DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL GINEBRA (VALLE DEL CAUCA)**

**SHIRLEY JOHANA DÁVALOS MOSQUERA
STEPHANY IBAÑEZ GÓMEZ**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL
SANTIAGO DE CALI
2018**

**EVALUACION TECNICA, AMBIENTAL, SOCIAL Y ECONOMICA DE LA PLANTA
DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL GINEBRA (VALLE DEL CAUCA)**

**SHIRLEY JOHANA DÁVALOS MOSQUERA
STEPHANY IBAÑEZ GÓMEZ**

**DIRECTORA
INES RESTREPO TARQUINO, ING. SANITARIA, MSc, PhD**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL
SANTIAGO DE CALI**

2018

NOTA DE ACEPTACIÓN

Evaluador

Evaluador

Santiago de Cali, Febrero de 2018

Agradecimientos

Primeramente, agradecerle a Dios por darnos la vida.

A nuestros padres y hermanos por el apoyo incondicional, su amor y comprensión.

A la profesora Inés Restrepo, quien nos guio de la mejor manera para culminar nuestro proyecto, quien nos compartió su experiencia y apoyo.

A Silena Salazar por brindarnos su conocimiento y acompañamiento en el componente social.

A las ingenieras Marcela Ñañez y Guissela Rebolledo por sus comentarios y sugerencias para culminar con el proyecto.

A nuestros amigos y compañeros por su apoyo y ánimo para terminar con éxito el escrito del proyecto.

A los funcionarios y operarios de Acuavalle que nos suministraron información para el desarrollo de este proyecto, por su amabilidad, atención y brindarnos su colaboración cuando lo necesitamos.

A la comunidad de Ginebra por su receptividad hacia el proyecto.

Shirley Johana Dávalos

Stephany Ibáñez

Tabla de contenido

Resumen.....	1
Abstract	2
1. Introducción	3
2. Planteamiento del problema.....	3
2.1. Definición	3
2.2. Evidencias	4
3. Antecedentes	6
4. Justificación	7
5. Área de investigación.....	8
6. Características socioeconómicas.....	11
7. Estado del arte.....	17
8. Preguntas de investigación.....	22
9. Objetivos	22
9.1. Objetivo general.....	22
9.2. Objetivos específicos	22
10. Marco metodológico	23
10.1. Actividades	23
11. EVALUACIÓN COMPONENTE SOCIAL.....	28
11.1. Participación Comunitaria en la sostenibilidad del STAR	28
11.2. Aceptación del sistema de tratamiento	28
11.3. Impactos del STAR en la comunidad	29
11.4. Percepción de la población sobre el sistema de tratamiento de agua residual.....	29
11.5. Conclusión de la Evaluación del Componente Social	30
11.6. Recomendaciones componente social.....	30
12. EVALUACIÓN COMPONENTE AMBIENTAL	31
12.1. Generalidades.....	31
12.2. Identificación de impactos ambientales de la PTAR	31
12.2.1. Generación de olores.....	31
12.2.2. Presencia de roedores y vectores	32
12.2.3. Fauna y flora	32
12.2.4. Manejo de residuos sólidos.....	33
12.2.5. Evaluación del recurso hídrico.....	33
12.2.6. Potencial de reúso	35
12.3. Conclusiones de la evaluación del componente ambiental.....	37
12.4. Recomendaciones componente ambiental	37
13. EVALUACIÓN COMPONENTE TÉCNICO.....	38
13.1. Descripción de tecnología empleada	38
13.2. Evaluación de parámetros de diseño.....	39
13.2.1. Población Proyectada para el diseño.....	39

13.2.2.	Nivel de complejidad.	39
13.2.3.	Periodo de diseño.	39
13.2.4.	Caudales de diseño.	39
13.3.	Descripción del sistema de tratamiento	40
13.3.1.	Capacidad de carga hidráulica presente y futura	52
13.3.2.	Evaluación de parámetros de diseño Vs parámetros de operación.	57
13.4.	Evaluación de eficiencia del sistema de tratamiento	60
13.4.1.	Caracterización de agua residual	60
13.4.2.	Parámetros de DQO, DBO ₅ y SST para datos históricos.	69
13.4.3.	Evaluación de O&M del sistema de tratamiento	72
13.4.3.1.	Descripción caseta de operación.	72
13.4.3.2.	Laboratorio de análisis in situ.	72
13.4.3.3.	Materiales, herramientas disponibles.	73
13.4.3.4.	Equipo de seguridad industrial.	77
13.4.3.5.	Grado de capacitación de operarios.	78
13.5.	Conclusión evaluación del componente técnico	79
13.6.	Recomendaciones componente técnico	80
14.	EVALUACIÓN COMPONENTE ECONOMICO	81
14.1.	Costo de inversión inicial.	81
14.2.	Costos anuales de operación y mantenimiento	81
14.3.	Conclusiones de la evaluación económica.	83
14.4.	Recomendaciones componente económico	83
15.	Conclusión General	83
16.	Recomendaciones Generales	84
17.	Temas de investigación	84
18.	Bibliografía	85
19.	Anexos	89

Lista de Figuras

Figura 1.	División por corregimientos del municipio de Ginebra.	8
Figura 2.	mapa hidrográfico de las cuencas del rio Sabaletas y Guabas.	10
Figura 3.	Vías de comunicación del Departamento del Valle del Cauca y su relación con el municipio de Ginebra.	16
Figura 4.	Composición del Agua residual.	18
Figura 5.	Quema alrededor de la laguna facultativa	32
Figura 6.	Ubicación de muestreo compuesto – aguas abajo, aguas arriba.	34
Figura 7.	Canal de transición	41
Figura 8.	Rejillas gruesas	41
Figura 9.	Residuos sólidos – primer pretratamiento	42
Figura 10.	Tratamiento preliminar – Rejillas y desarenador.	42
Figura 11.	Rejilla fina – entrada desarenador.	43
Figura 12.	Disposición temporal de residuos de la rejilla.	43
Figura 13.	Desarenador	44
Figura 14.	Sitio de disposición de las arenas retiradas del desarenador	44

Figura 15. Rejilla fina - salida hacia la trampa de grasas	45
Figura 16. Trampa de grasas.....	45
Figura 17. Estación de bombeo.....	46
Figura 18. taludes están sin revestir - Laguna anaerobia.....	47
Figura 19. Vertedero de 90° – Salida laguna anaerobia	47
Figura 20. Laguna facultativa.....	48
Figura 21. Efluente laguna facultativa	49
Figura 22. Lechos de secado	49
Figura 23. Disposición de arenas del sistema de alcantarillado municipal.....	50
Figura 24. Muestreo puntual	60
Figura 25. Concentración de DQO (mg/L) año 2016-2017.....	62
Figura 26. Concentración DBO(mg/L) año 2016-2017.....	63
Figura 27. Concentración SST (mg/L) año 2016-2017.....	63
Figura 28. Concentración O ₂ (mg/L) año 2017.....	64
Figura 29. Concentración coliforme fecales (UFC/100mL) año 2017.....	65
Figura 30. Cantidad de número de Huevos de Helminthos.....	65
Figura 31. Concentración N- Total (mg/L) año 2017.....	66
Figura 32. Concentración N-NO ₃ (mg/L) año 2017.....	67
Figura 33. Temperatura 2017.....	68
Figura 34. pH 2017.....	68
Figura 35. Comportamiento histórico de la concentración de DQO (mg/L) 2010-2015.....	70
Figura 36. Comportamiento histórico de la concentración de DBO (mg/L) 2010-2015.....	71
Figura 37. Comportamiento histórico de la concentración de SST (mg/L) 2010-2015.....	72
Figura 38. ¿Sabe que son las aguas residuales?	92
Figura 39. ¿En este municipio existe plantas de tratamiento de aguas residuales?	92
Figura 40. ¿Conoce donde está ubicada la PTAR del municipio?.....	93
Figura 41. ¿Conoce quien administra la PTAR?	93
Figura 42. ¿Conoce cómo se opera y mantiene la PTAR del municipio?	94
Figura 43. ¿Conoce quien administra el servicio de alcantarillado?	94
Figura 44. ¿Quien administra el servicio de alcantarillado?	95
Figura 45. ¿Conoce quien hace el mantenimiento al servicio de alcantarillado?	95
Figura 46. ¿Conoce donde son depositadas las aguas residuales?.....	96
Figura 47. ¿Qué opina sobre la tarifa del servicio de alcantarillado?	96
Figura 48. ¿Cuál es su opinión sobre la calidad del servicio de alcantarillado?.....	97
Figura 49. ¿Piensa que es importante la participación comunitaria en la administración y operación del sistema de alcantarillado en el tratamiento de las aguas residuales?	97
Figura 50. ¿Estaría dispuesto a pagar un poco más por el servicio de alcantarillado para que el funcionamiento de la plata sea mejor?	98
Figura 51. ¿Qué incremento estaría dispuesto a pagar?.....	98
Figura 52. ¿Hacen separación en las viviendas de los residuos sólidos?.....	99
Figura 53. ¿Alguna vez ha arrojado residuos al alcantarillado?	99
Figura 54. ¿Cuál es la empresa prestadora del servicio de recolección de residuos sólidos?.....	100
Figura 55. ¿Cada cuánto pasa el vehículo de recolección?.....	100
Figura 56. Caracterización aguas arriba.....	101
Figura 57. Caracterización aguas abajo	102
Figura 58. Análisis fisicoquímico de agua subterránea Vg-pm-1 año 2010.....	103

Figura 59. Análisis fisicoquímico de agua subterránea Vg-pm-1 año 2011.....	104
Figura 60. Análisis fisicoquímico de agua subterránea Vg-pm-1 año 2012.....	105
Figura 61. Análisis fisicoquímico de agua subterránea Vg-pm-1 año 2015.....	106
Figura 62. Análisis fisicoquímico de agua subterránea Vg-pm-2 año 2010.....	107
Figura 63. Análisis fisicoquímico de agua subterránea Vg-pm-2 año 2011.....	108
Figura 64. Análisis fisicoquímico de agua subterránea Vg-pm-2 año 2012.....	109
Figura 65. Análisis fisicoquímico de agua subterránea Vg-pm-2 año 2015.....	110
Figura 66. Caracterización agua residual entrada PTAR (Muestreo compuesto).....	113
Figura 67. Caracterización agua residual entrada PTAR (Muestreo compuesto).....	114
Figura 68. Resultados caracterización de agua residual 02/05/17 (Lab. CINARA).....	115
Figura 69. Resultados caracterización de agua residual 05/05/17 (Lab. CINARA).....	116
Figura 70. Resultados caracterización de agua residual 10/05/17 (Lab. CINARA).....	117
Figura 71. Resultados caracterización de agua residual 15/05/17 (Lab. CINARA).....	118
Figura 72. Resultados caracterización de agua residual 25/05/17 (Lab. CINARA).....	119
Figura 73. Resultados caracterización de agua residual 02/05/17 (CIAT).	120
Figura 74. Resultados caracterización de agua residual 05/05/17 (CIAT).	120
Figura 75. Resultados caracterización de agua residual 10/05/17 (CIAT).	120
Figura 76. Resultados caracterización de agua residual 15/05/17 (CIAT).	121
Figura 77. Resultados caracterización de agua residual 25/05/17 (CIAT).	121

Lista de Tablas

Tabla 1. Lista de chequeo	4
Tabla 2. Precipitación anual total (mm).....	11
Tabla 3. Ocupación de hombres y mujeres de Ginebra Valle.....	13
Tabla 4. Necesidades básicas insatisfechas	13
Tabla 5. Nombres de instituciones en la zona urbana.....	15
Tabla 6. Ventajas y Desventajas de un sistema de Lagunas de estabilización.	21
Tabla 7. Ecuaciones	24
Tabla 8. Métodos de cálculo para población futura.....	25
Tabla 9. Ecuaciones proyección de población y caudal	26
Tabla 10. Caracterización en la fuente receptora antes y después del vertimiento.....	34
Tabla 11. Guías sugeridas por la FAO para agua tratada en el reúso agrícola y tratamiento	36
Tabla 12. Población proyectada para el diseño.....	39
Tabla 13. Caudales de diseño.....	40
Tabla 14. Dimensiones laguna anaerobia	46
Tabla 15. Dimensiones de la laguna facultativa.	48
Tabla 23. Parámetros de diseño Vs Parámetros técnicos.....	51
Tabla 16. Información preliminar	52
Tabla 17. Dotación de agua potable residencial	53
Tabla 18. Dotación agua potable sector comercial, oficial y otros.....	53
Tabla 19. Proyección establecimientos en la cabecera municipal de Ginebra	54
Tabla 20. Caudal medio de agua residual doméstica.....	55
Tabla 21. Caudal medio diseño de agua residual de establecimientos comerciales, oficiales y otros.....	55
Tabla 22. Caudales de diseño.....	56
Tabla 24. Tiempo de retención hidráulica de la salida de la laguna anaerobia y facultativa.....	58

Tabla 25. Tiempo de retención hidráulica promedio mensual de la laguna facultativa	58
Tabla 26. Tiempo de retención hidráulica anual de la laguna facultativa	58
Tabla 27. Parámetros de las lagunas de estabilización	59
Tabla 28. Resultados obtenidos del muestreo compuesto	60
Tabla 29. Porcentaje de remoción para datos históricos del efluente de la planta.....	69
Tabla 30. Parámetros fisicoquímicos medidos en la PTAR	73
Tabla 31. Frecuencia de Actividades de Operación Básica y Mantenimiento de Lagunas de Estabilización.....	73
Tabla 32. Equipos de laboratorio	74
Tabla 33. Costos estimados de operación	81
Tabla 34. Ingresos por alcantarillado.....	82

Lista de anexos

Anexo 19.1 Informe morbilidad detallado del 01/01/2017 al 11/09/2017 Ginebra Valle del Cauca	89
Anexo 19.2 Formato encuesta.....	90
Anexo 19.3. Resultados de la entrevista	92
Anexo 19.4. Caracterización de la fuente receptora antes y después del vertimiento.	101
Anexo 19.5 Análisis fisicoquímico de agua subterránea Vg-pm-1.	103
Anexo 19.6 Análisis fisicoquímico de agua subterránea Vg-pm-2	106
Anexo 19.7. Suscriptores Residenciales del Alcantarillado de Ginebra por estrato en el 2016.	110
Anexo 19.8. Suscriptores No Residenciales del Alcantarillado de Ginebra en el 2016.	111
Anexo 19.9. Consumo promedio (m^3) por estratos en el 2016.....	112
Anexo 19.10. Consumo promedio (m^3) por componente sectorial en el 2016.	112
Anexo 19.11. Caracterización de agua residual entrada y salida de la PTAR (Muestreo compuesto).....	113
Anexo 19.12. Análisis fisicoquímico y microbiológico histórico, año 2010 al 2015.....	115
Anexo 19.13 Caracterización agua residual (muestreo puntual)	115
Anexo 19.14. Costos de operación y mantenimiento elaborado por el Consorcio LM/ Enrique Lourdo.....	122

Lista de acrónimos

L/s = Litros por segundo
 Q= Caudal
 Hab. = Habitantes
 Est.= Establecimientos
 QDmed= Caudal de diseño medio
 ARD= Agua residual domestica
 QI= Caudal de infiltración
 QDmin= Caudal de diseño mínimo
 QDmax= Caudal de diseño máximo
 DQO= Demanda química de oxígeno
 DBO₅= Demanda bioquímica de oxígeno en cinco días

SST= Solidos suspendidos totales
mg de O₂/L = miligramos de oxigeno por litro

Resumen

Durante el desarrollo del proyecto “Estrategias para la recuperación y manejo integrado del recurso hídrico en las cuencas del Cauca y Dagua en el Valle del Cauca” se identificaron las posibles alternativas de mejoramiento de la PTAR de Ginebra, mediante la evaluación de 4 componentes; social, económico, técnico y ambiental.

- La evaluación social, se realizó con el fin de conocer la participación y gestión comunitaria, en la construcción y desarrollo de la PTAR, además, la percepción de la comunidad sobre el sistema de tratamiento de agua residual municipal, ingresos y capacidad de pago.
- La evaluación económica, permitió estimar los costos de operación y mantenimiento de la PTAR mensual y anual, y los ingresos netos de la empresa a través del pago del servicio de alcantarillado.
- En la evaluación técnica, se identificó la tecnología de tratamiento de la PTAR y su estado actual, la capacidad de carga hidráulica, eficiencia de remoción, y las actividades de operación y mantenimiento del sistema. Se realizó una evaluación ambiental, con el fin de determinar el impacto ambiental que se genera en el entorno de manera directa o indirecta por el tratamiento del agua residual.

Los principales hallazgos fueron que, de acuerdo con las condiciones socioeconómicas de los ginebrinos, el costo del servicio de alcantarillado es elevado, aunque la tasa de morosidad es solo el 5.6%. Según la estimación de los recursos financieros se cuenta con la disponibilidad para la operación y mantenimiento (O&M), pero se identificaron deficiencias en el sistema debido a la falta de inversión en esta área trayendo consigo fallas constructivas y de mantenimiento lo que repercute en la eficiencia del sistema y, por ende, la calidad del efluente para reúso se ve afectada de acuerdo con los valores máximos permisibles por la normatividad vigente.

Lo anterior implica, mejorar la organización de Acuavalle, para así planificar de manera adecuada, cada función que intervenga con el sistema de tratamiento.

Palabras Claves: agua residual, planta de tratamiento de agua residual, evaluación, componente social, ambiental, técnico, económico.

Abstract

During the development of the project "Strategies for the recovery and integrated management of water resources in the Cauca and Dagua basins in the Valle of Cauca", potential alternatives for improvement of the WWTP in Ginebra were identified, through the evaluation of 4 components: social, economic, technical and environmental.

- The social evaluation was carried out to know, participation and community management, in the construction and development of the WWTP, in addition, the community's perception of the municipal wastewater treatment system, income and ability to pay.
- The economic evaluation allowed to estimate the operation and maintenance costs of the monthly and annual WWTP, and the net income of the company through the payment of the sewage service.
- In the technical evaluation, the treatment technology of the WWTP and its current status, the hydraulic load capacity, removal efficiency, and the operation and maintenance activities of the system were identified. An environmental assessment was carried out, in order to determine the environmental impact that is generated in the environment in a direct or indirect way by the wastewater treatment.

The main findings were that, according to the socioeconomic conditions of the people of Geneva, the cost of sewerage service is high, although the delinquency rate is only 5.6%. According to the estimation of financial resources, availability for operation and maintenance (O & M) is available, but deficiencies were identified in the system due to lack of investment in this area, leading to construction and maintenance failures, which has an impact on efficiency of the system and, therefore, the quality of the effluent for reuse is affected in accordance with the maximum values allowed by current regulations.

The above implies, to improve the organization of Acuavalle, to plan adequately, each function that intervenes with the treatment system.

Keywords: waste water, wastewater treatment plant, evaluation, social, environmental, technical, economic component

1. Introducción

La contaminación del agua se produce por el vertimiento en ella de elementos o compuestos, orgánicos o inorgánicos, que, disueltos, dispersos o suspendidos, los cuales alcanzan una concentración que excede la tolerancia para un uso determinado; estos usos pueden ser para consumo humano, uso industrial y agropecuario, entre otros. Las masas de agua tienen la capacidad de dilución y auto purificación de los contaminantes; sin embargo, el aumento creciente de la población y de las actividades industriales y agropecuarias; hace que se excedan estas capacidades y como consecuencia se presente el deterioro paulatino del agua (Orozco, 2005).

El manejo inadecuado de las aguas residuales genera un sin número de problemas de carácter político, ambiental, social y económico, por ejemplo, en el acceso al agua potable ya que esta aporta al mejoramiento de la calidad de vida. La construcción de una planta de tratamiento de agua residual no es una solución a la problemática si no se garantiza su buen funcionamiento y su sostenibilidad a través del tiempo mediante una adecuada selección de tecnología y operación eficiente del sistema, teniendo en cuenta a la comunidad y sus necesidades (Suárez, 2010).

Para lograr un buen funcionamiento en cuanto a eficiencia, en las operaciones del sistema según la tecnología seleccionada, se deben tener herramientas que permitan evaluar el desempeño de acuerdo con sus condiciones y así mismo efectuar el seguimiento para mejorarla. No obstante, hay que tener presente que hay un efluente y que este puede ser descargado al ambiente de manera segura o con características de reúso, para que sea un recurso y no un desecho, cumpliendo la normativa nacional para vertimiento o reuso (Resolución 0631/2015 y la Resolución 1207/ 2014).

En el presente documento se consigna el trabajo de grado como un requisito para optar al título de Ingeniera Sanitaria y Ambiental. El objetivo fue realizar una evaluación técnica, ambiental, económica y social de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ginebra, Valle con el fin proponer alternativas para su mejoramiento. Este proyecto estuvo acompañado por el grupo de Saneamiento Ambiental del Instituto CINARA de la Universidad del Valle y financiado por el proyecto ``Estrategias para la recuperación y manejo integrado del recurso hídrico en las cuencas del Cauca y Dagua en el Valle del Cauca``.

2. Planteamiento del problema

2.1. Definición

El funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales puede verse afectado por múltiples factores. En el municipio de Ginebra, se requiere evaluar la Planta de Tratamiento de Agua Residual - PTAR con el fin de identificar el funcionamiento en el sistema desde la óptica social, ambiental, técnico y económico.

2.2. Evidencias

Los objetivos básicos del tratamiento de las aguas residuales son proteger la salud, promover el bienestar de las personas y proteger el ambiente. Para otros autores, el objetivo es modificar las características del agua de tal forma que el efluente tratado cumpla con los requisitos especificados en la legislación, para ser vertido en un cuerpo receptor sin causar impactos adversos en el ecosistema o pueda ser reutilizado en otras actividades (Suárez, 2010). Como alternativa para mitigar la escasez del agua y reducir el impacto ambiental causado por las aguas residuales, se promueve el reúso con fines agrícolas de efluentes provenientes de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, se debe realizar un estudio que evalúe en general la calidad de esta agua para verificar su uso, puesto que el efluente de la planta de estudio es utilizado para el riego de cultivos de caña de azúcar.

La planta de tratamiento de agua residual de Ginebra tiene tecnologías basadas en procesos biológicos, recibe las aguas por el sistema de alcantarillado municipal que tiene conexiones domiciliarias unidas a redes secundarias. La calidad del efluente del sistema de tratamiento de Ginebra utilizada para el riego presenta valores para coliformes fecales superiores a los límites recomendados por Blumenthal *et al.* (2000), Restrepo *et al.* (2007), de los lineamientos para la calidad microbiológica de los directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para restringido y sin restricción de $\leq 10^3$ bacterias coliformes felcales/ 100ml. El valor máximo permisible para coliformes termotolerantes y enterococos fecales es 10^5 , 10^2 NPM/100ml respectivamente según la Resolución 1207 de 2014.

Esta investigación propone alternativas para el mejoramiento del desempeño de la PTAR, con el fin de garantizar una buena calidad de agua para el riego de los cultivos y la disminución de contaminantes en el río Cauca, evaluando cuatro (4) componentes (social, económico, ambiental y técnico). Previamente se han realizado investigaciones orientadas a la evaluación de la sostenibilidad de sistemas de tratamiento de agua residual como en el corregimiento de Felidia (Ferro, 2012) y la vereda la Vorágine del corregimiento de Pance (Bustos, 2012) en estos trabajos de sostenibilidad se evalúa el componente social, económico, ambiental y técnico. En la Tabla 1 se presenta una lista de chequeo de los aspectos relevantes de cada investigación comparado con el proyecto realizado en la planta de tratamiento de agua residual de Ginebra Valle. Según lo evidenciado en la Tabla 1, los aspectos tenidos en cuenta para este proyecto coinciden con las investigaciones realizadas en el corregimiento de Felidia y la vereda la Vorágine, exceptuando la valoración de sostenibilidad debido a que el alcance era diferente.

Tabla 1. Lista de chequeo

Componentes Evaluados	Vereda Vorágine	Corregimiento Felidia	Municipio Ginebra
--------------------------	-----------------	-----------------------	----------------------

Componentes Evaluados	Vereda Vorágine	Corregimiento Felidia	Municipio Ginebra
Social	Identificación de las características de la comunidad de la vereda de la Vorágine (Encuesta).	Identificación de las características de la comunidad del corregimiento de Felidia (Encuesta).	X ¹
	Participación y organización de la comunidad, aspectos socio económicos.	Participación y organización de la comunidad, aspectos socio económicos.	X ¹
	Valoración de la sostenibilidad de guía de CINARA de criterios e indicadores.	Valoración de la sostenibilidad de guía de CINARA de criterios e indicadores.	
	Valoración de la sostenibilidad de guía de CINARA de criterios e indicadores.		
Económico		Costos e ingresos operacionales del sistema de tratamiento de aguas residuales.	X ¹
		Tarifa y capacidad de pago del servicio de alcantarillado.	X ¹
		Muestreo puntual fuente receptora.	Muestreo compuesto en la fuente receptora aguas arriba y aguas abajo.
Ambiental	Características ambientales de la localidad.		X ¹
	Valoración de la sostenibilidad de guía de CINARA de criterios e indicadores		
Técnico	Descripción de la tecnología de la PTAR	Descripción de la tecnología de la PTAR	X ¹
	Análisis de caracterización histórica de vertimientos de la		X ¹

Componentes Evaluados	Vereda Vorágine	Corregimiento Felidia	Municipio Ginebra
	PTAR.		
	Muestreo puntual, antes y después de la PTAR y en las diferentes unidades de tratamiento evaluación de parámetros como: caudal, temperatura, pH, DBO, SS, Oxígeno Disuelto, Coliformes fecales y totales.	Muestreo puntual antes y salida de la PTAR. Los parámetros medidos fueron DBO5, DQO, SST, SSV, Grasas y aceites, pH y temperatura.	X ¹
	Análisis de porcentaje de remoción en los parámetros de DBO, DQO y SST		X ¹
	Valoración de la sostenibilidad de guía de CINARA de criterios e indicadores	Valoración de la sostenibilidad de guía de CINARA de criterios e indicadores	

(1) Aspectos comparables con el proyecto en el Municipio de Ginebra.

Nota. Fuente: Elaboración propia

3. Antecedentes

Las instalaciones de la estación de investigación de Ginebra y diferentes plantas de tratamiento de Acuavalle, se han puesto a la disponibilidad de estudiantes de pregrado y posgrado, de áreas afines al tema de tratamiento de aguas residuales, para investigación. Corrales (2003) indica que se han realizado estudios en trabajos de investigación y tesis en las universidades de la región (Universidad del Valle, Universidad Nacional de Palmira y Universidad Central de Tuluá) a través de diferentes convenios con Acuavalle, teniendo como productos documentos técnicos y publicaciones nacionales e internacionales, algunos de ellos se mencionan a continuación:

1. Evaluación hidrodinámica de las lagunas y el UASB
2. Estudio de alternativa de tratamiento de lodos
3. Estudio de optimización de las lagunas anaeróbicas
4. Estudio de evaluación de nutrientes y patógenos en humedales
5. Remoción de huevos de helmintos y bacterias en efluentes de lagunas facultativas
6. Estudio sobre reúso del efluente en riego agrícola

Todos estos estudios se han realizado con el fin de mejorar el desempeño de la planta cada vez más y probar la eficiencia de estas tecnologías en condiciones locales bajo diferentes combinaciones y configuraciones.

4. Justificación

El agua residual no tratada vertida al ambiente continúa siendo uno de los problemas más graves en América Latina y el Caribe. Los últimos datos de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) muestran que menos del 20% de las aguas residuales en la región reciben un tratamiento adecuado debido, en parte, a la falta de recursos para implementar los costosos tratamientos secundarios convencionales. Sin embargo, existen alternativas que presentan una relación costo-beneficio más favorable en lo que se refiere a los aspectos de salud pública, ambiental y económico (Tsukamoto, 2002). La contaminación de los cuerpos de agua superficial origina entre otros, problemas de salud pública al aumentar el riesgo de transmisión de enfermedades infecciosas, problemas estéticos al alterar el aspecto agradable y natural del paisaje, problemas ambientales al comprometer la supervivencia de la biota presente, el bienestar de la población y los usos recreativos y deportivos; además, la contaminación demanda un mayor consumo de insumos químicos en las plantas de potabilización o de uso industrial (Suárez, 2010). Por otra parte, deterioran las fuentes receptoras principalmente por el consumo del oxígeno disuelto y generalmente se manifiesta por presencia de material flotante, bancos de sedimentos en su lecho, presencia de algas y cambio de color; en situaciones de alto deterioro se origina desprendimiento de olores desagradables y limitación del uso del agua, además de aumento de coliformes y deterioro de la calidad del agua (OPS, 2000).

En el caso particular de la PTAR de Ginebra, en una visita realizada para la identificación del proceso, se evidencio que las lagunas estaban colmatadas por falta de mantenimiento, indicando una disminución en la eficiencia del sistema, lo cual repercute directamente en la calidad del efluente para ser utilizado como riego de cultivo de caña de azúcar.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales buscan disminuir el impacto ambiental en la fuente receptora; además, se está promoviendo el potencial de reuso de los efluentes para otras actividades como lo es el riego de cultivos. Para garantizar el adecuado funcionamiento y sostenibilidad de los sistemas de tratamiento, se deben contar con herramientas que permitan efectuar un análisis de su desempeño, teniendo en cuenta las condiciones propias de cada tecnología de tratamiento. Así mismo es importante crear espacios públicos para la participación comunitaria, con el fin de facilitar el desarrollo adecuado del proyecto, como una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, que se construye a partir de la apropiación por parte de sus habitantes, de tal forma que en el momento de generarse una intervención en pro del mejoramiento de cada aspecto (social, ambiental, técnico y económico) de la PTAR, se haga de forma incluyente, además de consolidar la sostenibilidad del proyecto, ya que la población conoce sus necesidades.

5. Área de investigación

Localización Geográfica

El Municipio de Ginebra que está localizado en el pie de monte de la cordillera central en el Departamento del Valle del Cauca en las coordenadas 3°45'50" latitud Norte y 76°127'20" longitud Oeste, a 1.100 metros sobre el nivel del mar. El municipio tiene un área aproximada de 24.674 ha, de las cuales corresponde al área urbana 29 ha y 24.645 ha al área rural.

La zona urbana de Ginebra limita por el norte con el corregimiento Costa Rica, al occidente con el corregimiento Zabaletas, al oriente con el corregimiento Floresta y al sur con los corregimientos Zabaletas y la Floresta como se muestra en la Figura 1. Su extensión total es de 313 Km², el área urbana es de 89.33 Km².

Posee una topografía muy variada; su territorio está compuesto por zonas planas y montañosas, por lo tanto, goza de diferentes climas. La cabecera municipal está ubicada a 1100 metros sobre el nivel del mar (msnm) con una temperatura media de 22 °C y con niveles de precipitación menores a los 1200 mm anuales (Alcaldía de Ginebra, 2015).

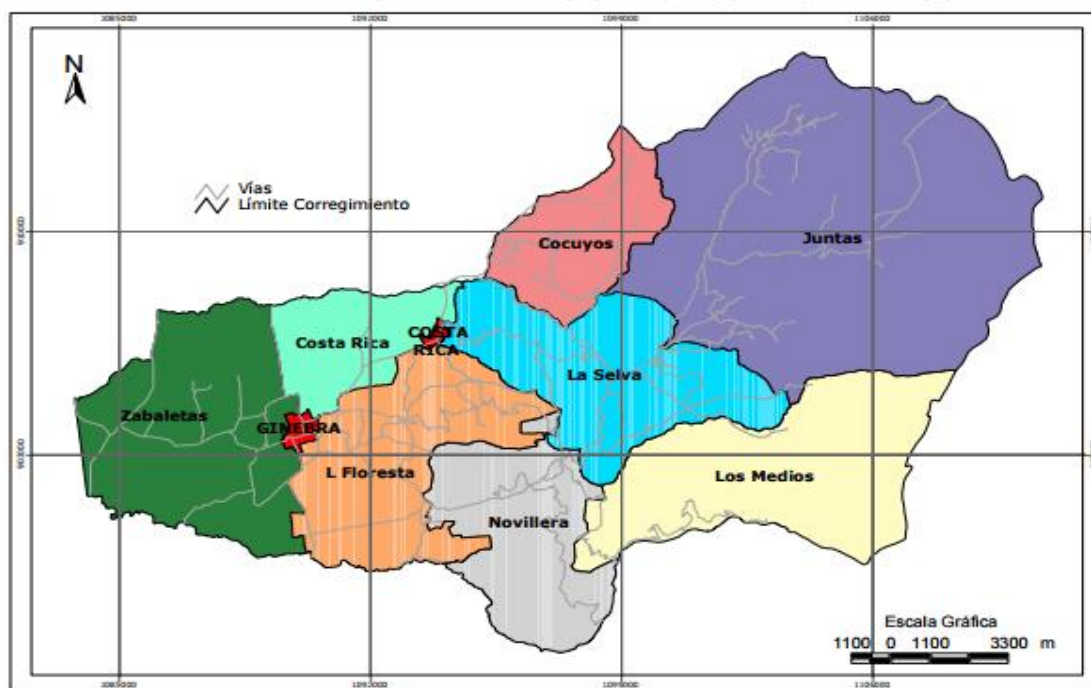


Figura 1. División por corregimientos del municipio de Ginebra.

Nota. Fuente: Alcaldía de Ginebra (2015)

El municipio de Ginebra presenta una división administrativa en zona rural y zona urbana. En la zona rural según el Acuerdo 010 de 1995 “Por medio del cual se adopta el Plan Simplificado de Desarrollo del Municipio de Ginebra 1995-1998” en el artículo 41 establece que el municipio se

encuentra conformado por siete (7) corregimientos y diez y seis (16) veredas. El perímetro urbano del municipio está definido por el Acuerdo 007 de 1996 “Por el cual se determina el perímetro de Ginebra”.

La cabecera municipal se encuentra conformada por 123 manzanas catastrales. Mediante el Acuerdo 010 del 2 de mayo de 1995, se acogieron diez y nueve (19) barrios en la cabecera municipal: Bolívar, El Refugio, El Alcázar, El Molino, Cornelio Reyes, San Pedro, San Juan Bosco, Alfonso López, Prados del Norte, La Promesa, SAGI, La Mansión, Municipal, El Jordán, Altos (Alcaldía Municipal de Ginebra Valle, 2003). Según lo evidenciado en el recorrido por la cabecera municipal, las viviendas se encuentran ubicadas de forma nucleada, es decir que se encuentran separadas por paredes, muros o cercas.

En el año 1997, ACUAVALLE S.A E.S.P. (Sociedad Anónima, Empresa de Prestación de Servicios), en coordinación con la CVC (Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca), seleccionó al municipio de Ginebra para desarrollar una planta piloto de tratamiento de aguas residuales, que contara con varias alternativas de sistema de tratamiento, para evaluar e implementarlas en diferentes comunidades de la región y empezar a disminuir la carga orgánica que se vierte al río Cauca. Se seleccionó por tener las siguientes condiciones favorables: buena actividad económica, todos los servicios públicos, clima cálido, topografía plana, estudios de plan maestro de alcantarillado, sistema de alcantarillado con cobertura del 99% actual y estar ubicado cerca de la ciudad Santiago de Cali (Corrales, 2003).

Hidrografía

El municipio de Ginebra cuenta con un recurso hídrico distribuido entre agua superficial y agua subterránea (Alcaldía Municipal de Ginebra, 2012).

Agua superficial. La red hídrica del municipio se encuentra distribuida entre las cuencas de los ríos Guabas y Sabaletas.

Cuenca del río Guabas. La cuenca del río Guabas es uno de los tributarios más importantes del río Cauca, nace a una altura aproximada de 3000 msnm en la vereda Cecilia, corregimiento de Juntas, del municipio de Ginebra, con un área de 16234,73 ha. Es la principal fuente de abastecimiento de agua del municipio, con un registro pluviométrico anual promedio de 2134 mm. Presenta un caudal medio mensual es de $6.19 \text{ m}^3/\text{seg}$; un caudal máximo mensual de $53.72 \text{ m}^3/\text{seg}$ y un caudal mínimo mensual de $1.00 \text{ m}^3/\text{seg}$, según los datos de caudales registrados entre 1995 y 1999 (Alcaldía Municipal de Ginebra, 2012).

Cuenca del Río Sabaletas. La cuenca del río Sabaletas está ubicada al lado de la cordillera central, limita al norte con la cuenca del río guabas, al sur, oeste y este con territorios externos al límite del municipio. Cuenta con un área de 10683,73 ha, tiene un alto grado de evaporación dada su dirección oriente- occidente, tiene un alto porcentaje de captación dada su extensa longitud de 39 km; Presenta una caudal base de $1 \text{ m}^3/\text{s}$ en la zona alta; y un caudal base de $0,250 \text{ m}^3/\text{s}$ en la zona media (Alcaldía Municipal de Ginebra, 2012).

En la figura 2 se muestra el mapa hidrográfico de las cuencas del río Sabaletas y Guabas.

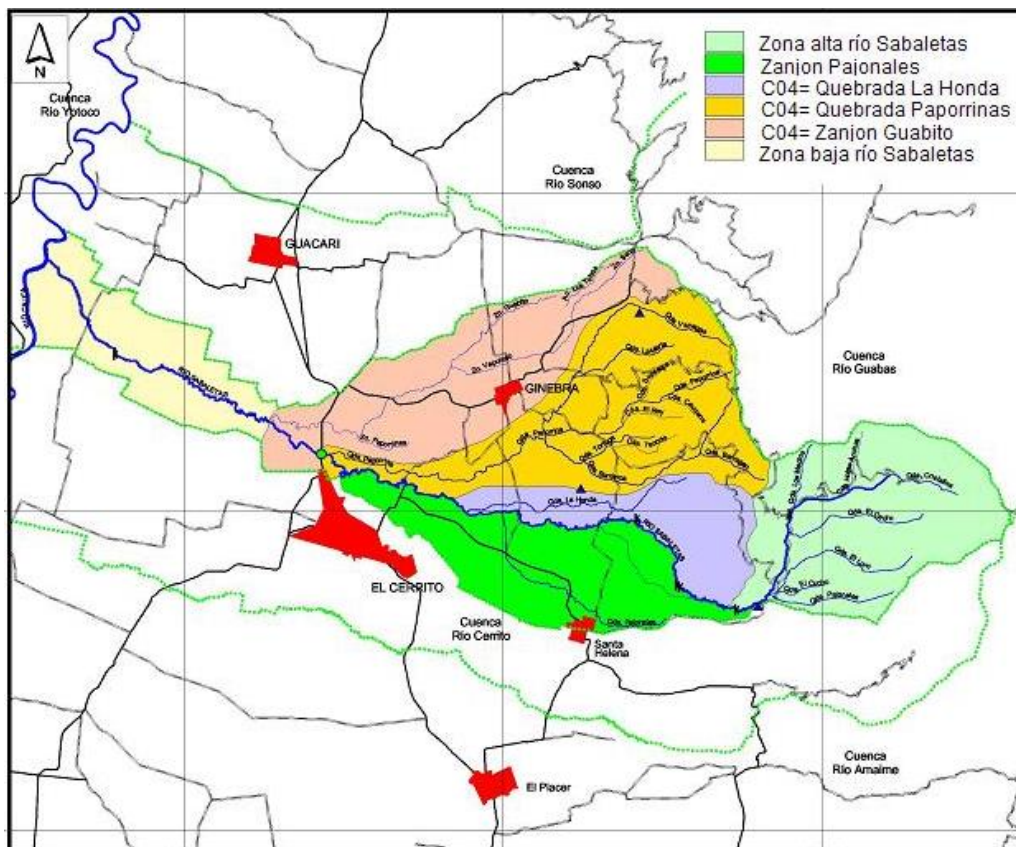


Figura 2. mapa hidrográfico de las cuencas del río Sabaletas y Guabas.

Nota. Fuente: CVC (2006)

Lagos y Reservorios. Existen fuentes artificiales de aguas superficiales de uso piscícola y turístico. Entre estas se destacan la Piscícola del Sol, Las Brisas y La Cristalina; las cuales también son utilizadas para riego de la agroindustria. Hay aproximadamente 22 reservorios de agua para uso agrícola en el municipio.

Agua subterránea. El municipio de Ginebra tiene 7046.27 ha de zona de recarga de aguas subterráneas, la calidad de los acuíferos varía de acuerdo con su vulnerabilidad, respecto al tipo de acuífero, permeabilidad, litología y contaminantes, entre otros. Según la C.V.C el municipio de Ginebra cuenta con 42 pozos (Alcaldía Municipal de Ginebra, 2012).

Clima y meteorología

Precipitación. Los datos de la Tabla 2 describen las precipitaciones medidas durante los años 2010 al 2016 en la estación Pluviométrica COSTA RICA, localizada en la coordenada X 1094047.4938 y la coordenada Y 907024.5997 con una elevación de 1.192 m.s.n.m. De acuerdo

con el histórico presentado los meses con menor cantidad de lluvia fueron: enero, febrero, junio, julio y agosto.

Tabla 2. Precipitación anual total (mm)

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2010	64	50	78	485	226	112	284	57	227	219	585	222	2609
2011	118	164	121	297	109	85	225	71	136	227	408	254	2215
2012	254	76	211	143	101	22	102	82	51	303	95	84	1524
2013	25	122	102	89	144	23	23	98	83	77	127	148	1061
2014	62	107	251	105	50	19	0	32	69	254	180	140	1269
2015	28	59	119	159	74	10	23	8	36	144	147	14	821
2016	28	67	50	263	166	38	22	14	192	227	292	139	1498
Máxima	254	164	251	485	226	112	284	98	227	254	585	254	2609
Promedio	83	92	133	220	124	44	97	52	113	207	262	143	1571
Mínima	25	50	50	89	50	10	0	8	51	77	95	14	821

Nota. Fuente C.V.C. (s.f)

Temperatura. El municipio de Ginebra se clasifica en cinco zonas climáticas según su latitud y niveles de humedad. El casco urbano, está ubicado en una zona de clima cálido sub – húmedo, con una elevación hasta 1100 m.s.n.m., con temperaturas sobre los 24 °C y con niveles de precipitación menores a los 1200 mm (Alcaldía Municipal de Ginebra, 2012).

Geología

Regionalmente, la conformación geológica presente en el Municipio está influenciada por la presencia extendida del Macizo Ofiolítico de Ginebra (Koga, Kogu), el Batolito de Buga (Kcdt), y la formación la Paila (TMp). Las formaciones presentes en el Municipio son las siguientes:

- Rocas Mesozoicas
- Rocas intrusivas
- Rocas cenozoicas
- Depósitos cuaternarios

Geología económica. La geología económica hace alusión a los tipos de aprovechamiento minero de la región. El municipio de Ginebra Valle hace parte del distrito minero, entre otros municipios de la región. Entre los recursos naturales no renovables de interés económico para el Municipio se encuentran los minerales metálicos (oro) y los materiales de arrastre (arenas y gravas). Además, se tiene prospectos de otros recursos minerales, tales como lateritas ferralíticas (Alcaldía municipal de Ginebra, 2012).

6. Características socioeconómicas

Población actual

Según la información suministrada por la alcaldía municipal para el 2017 es de 21.433, ubicados en la zona urbana y rural, con 10.488 y 10.945 respectivamente.

En general su población es mestiza, pero también hay población afro descendiente e indígena de la etnia Nasa en menor proporción. Según los datos de la Secretaría de Salud del Valle, en el año 2008 había un total de 837 habitantes afro descendientes, que corresponden al 4.23% de la población total; el 0.29% de los habitantes corresponden a una población indígena pertenecientes a la etnia Nasa con un total de 58 personas y el porcentaje restante de la población son mestizos (Alcaldía Municipal de Ginebra Valle, 2003).

Estratificación de la zona

El municipio se encuentra en la categoría 6 para 2011 según los criterios de la ley 617 de 2000. Cuenta con estratos desde el 1, 2,3 para la zona urbana y 1, 2,3, 4, 5,6 para la zona rural (Alcaldía Municipal de Ginebra Valle, 2012).

Vivienda

Los indicadores sobre vivienda muestran un número equivalente a 5.220 unidades en total en el censo del 2005, de las cuales, en el área urbana se cuentan con 2.198 y en el área rural 3022. El promedio de habitantes / vivienda en el área urbana es de 4 y en la rural 6.

La tasa del crecimiento anual de vivienda es 3.8%, lo que significa que anualmente se construyen 74 viviendas nuevas, siendo en su mayoría de estrato I (11 viviendas) y II (63 viviendas) (Alcaldía Municipal de Ginebra Valle).

Actividades económicas

Aproximadamente, el 40% de los habitantes de la cabecera municipal de Ginebra laboran en Carvajal Empaques, donde se fabrican vasos, contenedores, portacomidas, platos y bandejas, dirigidos a negocios de comida y agroindustrial con bandejas para frutas, verduras y carnes; un 15% trabaja en cultivos de uva Isabella realizando labores de poda, quitando hojas (choponando) entre otras actividades, otro 5% laboran en el sector turístico en donde se incluyen restaurantes, tiendas, artesanías entre otros; un 5% trabajan en el sector de construcción; un 25% en el Ingenio Pichichi, empresa dedicada a la fabricación y comercialización de productos derivados de la caña de azúcar; y por último un 10% de los habitantes laboran avícolas como Bucanero y Santipollo, empresa productora, procesadora y comercializadora de pollos.

Según la Alcaldía de Ginebra, las principales actividades económicas del municipio son la gastronomía, la producción de uva Isabella, la ganadería y la agricultura, destacándose los cultivos de caña de azúcar, café, arroz, frijol, soya, maíz, yuca, frutales (mora, tomate de árbol, cítricos y legumbres), y la extracción de oro informal e ilegal en el corregimiento Costa Rica.

Ocupación de hombres y mujeres

En Ginebra, la población trabaja equitativamente, es decir, tanto hombres como mujeres como lo muestra la Tabla 3.

Tabla 3. Ocupación de hombres y mujeres de Ginebra Valle

Porcentaje de la población	Actividad	Salario aproximado	Ocupación
15%	Cultivo de uva	\$400.000	En su mayoría mujeres cabeza de hogar
10%	Avícolas y puntos de venta (Santi Pollo y Bucanero)	Mínimo salario vigente	Tanto Hombres como mujeres
40%	Empresa Carvajal (oficios varios)	Desde Mínimo salario vigente	Tanto Hombres como mujeres
25%	Ingenio Azucarero Pichichi	Desde Mínimo salario vigente	En su mayoría hombres
5%	Trabajo informal (restaurante, panadería u otros negocios)	Desde Mínimo salario vigente	Tanto hombres como mujeres

Nota. Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que la empresa Carvajal y el Ingenio Azucarero capacita a sus trabajadores en diferentes campos que gusten desempeñar y los motiva a seguir estudiando, incluyendo a la familia.

La población de Ginebra económicamente activa es de un 64%, que son las personas entre los 15 y 67 años, actualmente por cada 2 personas activas económicamente hay una dependiente. La población económicamente activa se dedica en un 4.4% al sector industrial, un 4,07% al sector comercial y u 0.58% al sector servicios.

Necesidades Básicas Insatisfechas

Este indicador en 1993 indicaba que 34.10% de la población tenía necesidades básicas insatisfechas, cifra que disminuyó al 18.10% en el 2010. En la Tabla 4 se observa las necesidades básicas insatisfechas de la población de Ginebra. Alrededor de la quinta parte de la población tiene necesidades básicas insatisfechas, y el 2.77% en condición de miseria (Alcaldía Municipal de Ginebra Valle, 2003).

Tabla 4. Necesidades básicas insatisfechas

Población	Total	N.B.I	%	Miseria	%
Urbana	7892	876	11.1	6	0.3
Rural	10870	2500	23	130	4.57
Total	18762	3377	18	136	2.77

Nota. Fuente: Alcaldía Municipal de Ginebra Valle (2016)

Según lo evidenciado en las entrevistas con la comunidad, los habitantes de la cabecera del municipio de Ginebra cuentan con todos los servicios básicos (agua potable, alcantarillado, energía eléctrica, aseo y gas natural), sin embargo, el precio de estos se encuentra en un rango mayor de lo que pueden pagar, teniendo en cuenta que en promedio un habitante del municipio recibe ingresos de un salario mínimo.

Adicionalmente, es importante resaltar que por medio de la recreación se pueden satisfacer necesidades básicas de relacionarse, distraerse, hacer deporte, jugar, entre otras. En ese orden de ideas, en la actualidad en el municipio está en construcción un parque recreacional, que cumpla con este fin.

Salud

El municipio de Ginebra cuenta en la zona urbana con el Hospital del Rosario, este hospital es público y se encuentra ubicado en la Cra 5 con calle 5 esquina. Atiende los servicios de categoría 1 correspondientes a consulta médica general externa, hospitalización, farmacia, laboratorio clínico, rehabilitación, rayos x, Servicio de Información y Atención al Usuario (SIAU), odontología, programas de promoción y prevención (atención al recién nacido, atención del parto, alteraciones del adulto, hipertensión y diabetes, alteraciones del joven, crecimiento y desarrollo, enseñanza del auto-examen de mama, prevención del cáncer de mama, planificación familiar y salud reproductiva, toma de citologías como prevención del cáncer de cérvix, salud oral, seguimiento del embarazo, control prenatal y vacunación).

En el hospital permanece un médico, un médico en servicio social obligatorio, una enfermera coordinadora, cuatro auxiliares de enfermería, un auxiliar en el consultorio odontológico, un bacteriólogo, un auxiliar de laboratorio y tres auxiliares de servicios especiales. Próximamente se abrirán en la zona rural 4 sedes de atención hospitalaria.

De acuerdo con información suministrada por el área de estadística del Hospital del Rosario, una de las causas principales de enfermedades que presentan los ginebrinos está asociada con diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso con 637 casos desde el primero de enero hasta el 11 de septiembre del 2017, sin embargo, se desconoce la causa de origen, en el anexo 19.1 se presenta la morbilidad de los ginebrinos.

Aspectos Educativos

En la Tabla 5 se muestran las instituciones educativas que hay en la zona urbana de Ginebra Valle.

Tabla 5. Nombres de instituciones en la zona urbana

Nombre de la institución	Publico	Privado	Numero de sedes
IE Ginebra la Salle	x		6
IE Inmaculada Concepción	x		9
IE Manuela Beltrán	x		8
Colegio Centrocom		x	1
Colegio Inmaculada Concepción		x	1

Nota. Fuente: Datos abiertos Gobierno Digital Colombia, (s.f)

Comunicación

La cobertura de telefonía fija en las áreas de la cabecera municipal es del 57.8%, centro poblado de 27,39% y área rural de 6.92%. La mayoría de las personas tienen un celular para comunicarse y hay un déficit en cuanto a cobertura de internet pues solo son 3.1% de suscriptores por número de personas en el 2015, esto es debido a distintos factores como el difícil acceso y cobertura para conectividad de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) (Alcaldía Municipal, 2016).

Vías de comunicación

Ginebra cuenta con una empresa de transporte intermunicipal TRANSGINEBRA, con ruta desde Costa Rica – Ginebra (casco urbano), COODETRANS Y TRANSUNIDOS que cubren las rutas intermunicipales. Además, cuenta con otras empresas que provienen de otros municipios como VALLECAUCANA y LÍNEAS DEL VALLE con rutas Cali – Ginebra y COODETRANS PALMIRA con la ruta Cali – Costa Rica. Estas empresas trabajan con el sistema nacional de tarifas.

En el ámbito local, el transporte de Ginebra es informal, conformado por moto taxis, moto ratones y jeeps; como estas no se constituyen empresas organizadas no existe un control y vigilancia sobre precios y rutas de la prestación de este servicio.

El casco urbano tiene aproximadamente el 70% de vías pavimentadas en buen estado, un 10% pavimentada en mal estado y un 20% sin pavimentar. Las vías veredales en su mayor parte en regular estado, son estrechas y requieren de ampliación (Alcaldía Municipal de Ginebra Valle, 2016).

En la Figura 3 se muestran las vías principales y secundarias desde la carretera panamericana y la cabecera del municipio.

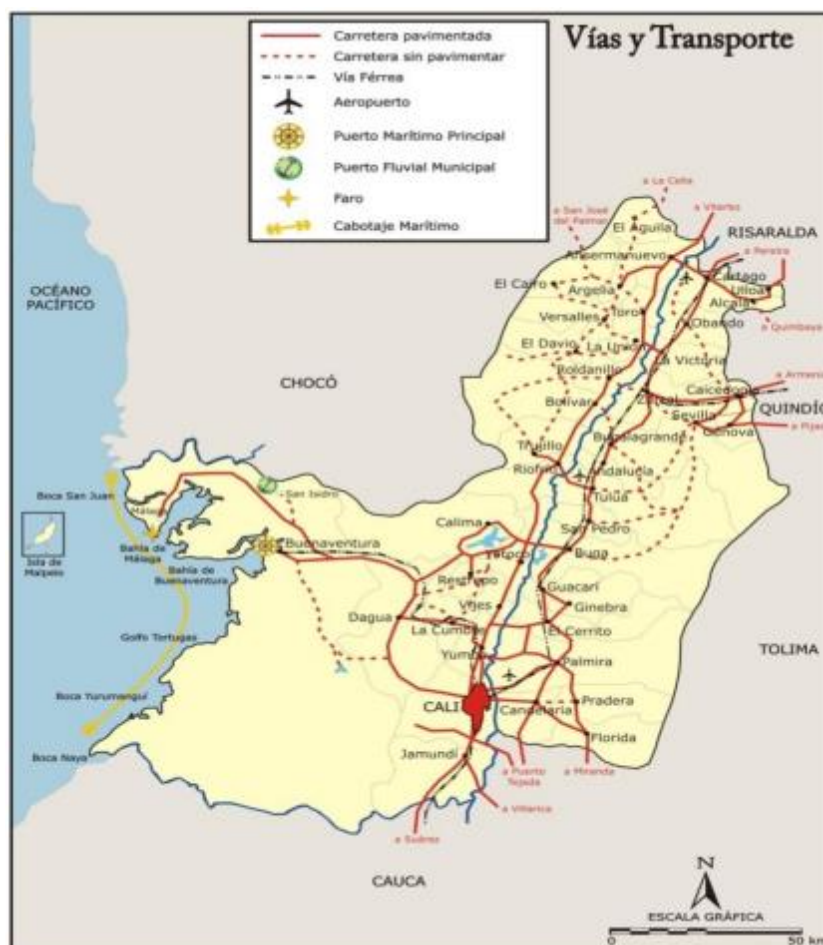


Figura 3. Vías de comunicación del Departamento del Valle del Cauca y su relación con el municipio de Ginebra.

Nota. Fuente: Alcaldía municipal de Ginebra Valle, Plan de desarrollo 2016-2019 " Ginebrino cuenta conmigo".

Usos del suelo

El Municipio de Ginebra se caracteriza por el sector agropecuario e industrial; la economía local está basada en la producción y la comercialización de productos, subproductos agrícolas, pecuarios y extractivos del bosque, y adicionalmente el turismo.

El uso del suelo está dominado por la ganadería extensiva, la cual es practicada desde la zona plana hasta las partes más altas del Municipio, es importante resaltar que las áreas que Figuran como de reserva y en especial el páramo de las Domínguez, son utilizadas por los ganaderos para el levante de ganado vacuno (Alcaldía Municipal de Ginebra Valle, 2003).

El uso agrícola es intensivo en la zona plana con predominio del cultivo de caña de azúcar, encontrando en menor proporción cultivos temporales como sorgo, maíz, soya y arroz. También se encuentran pequeñas parcelas con cultivos como la uva y algunos cítricos. En la zona media el

cultivo de café ocupa una porción importante, aunque ha disminuido y en algunos casos reemplazado por caña panelera o ganadería extensiva. En el área rural del Municipio existe un núcleo importante de plantaciones forestales (pino y eucalipto), con producción de madera para pulpa (Alcaldía Municipal de Ginebra Valle, 2016).

Entidades administradoras de servicios públicos

Los servicios que hay en ginebra son: Energía eléctrica operado por Empresa de Energía del Pacífico (EPSA), acueducto y alcantarillado por Acuavalle, aseo por Proactiva y finalmente gas domiciliario.

El municipio cuenta con una cobertura del 95% global; la cobertura de alcantarillado cubre casi de forma exclusiva el área urbana (97%), mientras que el área rural solo dispone de este servicio en el 59% de las viviendas; el agua potable a través del acueducto llega al 98% de la zona urbana y el 78% de la zona rural; el 23% de las viviendas disponen de servicio de gas domiciliario (Alcaldía Municipal de Ginebra Valle, 2016).

7. Estado del arte

Contaminación ambiental

Existen muchas definiciones de contaminación ambiental, pero para fines prácticos, se puede considerar que es la introducción o presencia de sustancias, organismos o formas de energía en ambientes o sustratos a los que no pertenece o en cantidades superiores a las propias de dichos sustratos, por un tiempo suficiente, y bajo condiciones tales, que esas sustancias interfieren con la salud y comodidad de las personas, dañan los recursos naturales o alteran el equilibrio ecológico de la zona o simplemente se puede considerar como la acumulación indeseable de sustancias, organismos o formas de energía en un sustrato (Albert, 1997).

Agua residual

Son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser rehusadas o vertidas a un cuerpo natural de agua (OEFA, 2014).

Clasificación de las aguas residuales. Según Espigares García & Pérez López (1985):

Agua residual doméstica. Proceden de las heces y orina humanas, del aseo personal y de la cocina y de la limpieza de la casa. Suelen contener gran cantidad de materia orgánica y microorganismos, así como restos de jabones, detergentes, lejía y grasas.

Aguas blancas. Pueden ser de procedencia atmosférica (lluvia, nieve o hielo) o del riego y limpieza de calles, parques y lugares públicos. En aquellos lugares en que las precipitaciones

atmosféricas son muy abundantes, éstas pueden de evacuarse por separado para que no saturen los sistemas de depuración.

Aguas residuales industriales. Proceden de los procesamientos realizados en fábricas y establecimientos industriales y contienen aceites, detergentes, antibióticos, ácidos y grasas y otros productos y subproductos de origen mineral, químico, vegetal o animal. Su composición es muy variable, dependiendo de las diferentes actividades industriales.

Aguas residuales agrícolas. Procedentes de las labores agrícolas en las zonas rurales. Estas aguas suelen participar, en cuanto a su origen, de las aguas residuales domesticas que se utilizan, en numerosos lugares, para riego agrícola con o sin tratamiento previo.

Composición típica de agua residual doméstica. El agua residual doméstica está compuesta por un 99.9% de agua y un 0.1% de sólidos, de los cuales el 70% son orgánicos y el 30% son inorgánicos como arenas, sales y metales; siendo este 0.1% el que debe ser sometido a un tratamiento en las PTAR's. La composición del agua residual doméstica está en función del uso y, depende tanto de las características sociales y económicas de la población, así como del clima, la cultura y el uso del suelo entre otras (Suárez, 2010). La Figura 4 presenta la composición del ARD.

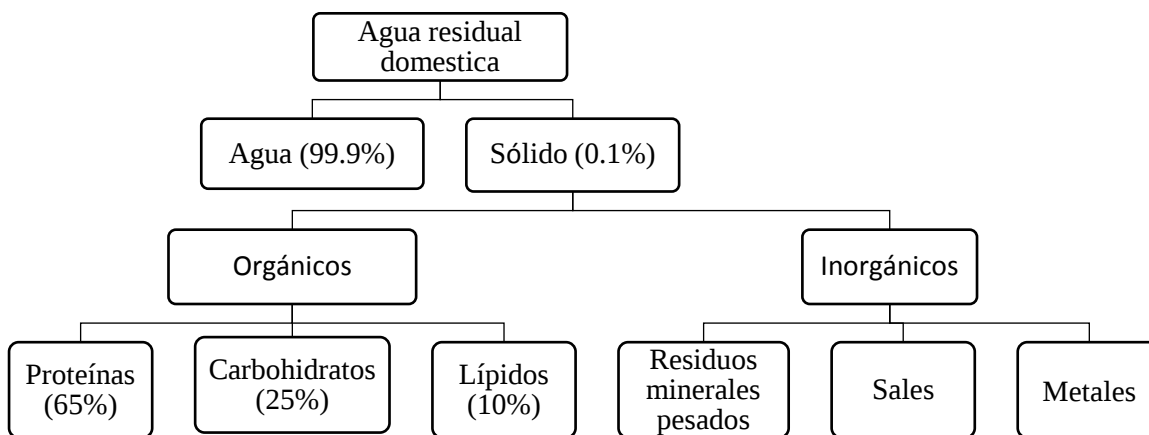


Figura 4. Composición del Agua residual.

Nota: Fuente: Metcalf & Eddy (1998).

Características del agua residual. Acorde con Cubillos (2009), al agua residual se le miden las características físicas, químicas y biológicas para establecer principalmente, las cargas orgánicas y de sólidos que transportan, determinar efectos del vertimiento a cuerpos de agua y seleccionar las operaciones y procesos de tratamiento que resultarán más eficaces y económicos.

Características Físicas. En la caracterización de aguas residuales es importante conocer la temperatura, la concentración y la clase de sólidos principalmente. Además, se miden otros parámetros como el color, turbiedad y densidad.

Características Químicas. A diferencia de las aguas naturales, las aguas residuales domesticas han recibido sales inorgánicas y materia orgánica de la preparación de alimentos y el metabolismo humano principalmente y toda clase de materiales que se descartan por los desagües e imparten propiedades especiales a las aguas servidas; además, es necesario incluir biocidas, detergentes y desinfectantes, incluso los gases presentes en el agua residual.

Características Biológicas. En las aguas residuales se encuentran microorganismos saprofitos que degradan la materia orgánica en compuestos simples utilizando o no oxígeno disuelto y microorganismos patógenos agregados a las aguas que mueren rápidamente al encontrarse en un medio o hábitat extraño. Los patógenos, sin embargo, sobreviven un tiempo suficientemente prolongado para infectar a otros usuarios del agua; en general esta característica se mide en pruebas para organismo indicadores como el NMP y conteo total de bacterias.

Sistemas de tratamiento

Tratamiento preliminar.

Está destinado al acondicionamiento de las aguas residuales mediante el cribado de sólidos de gran tamaño y la sedimentación de arenas. Esto con el objetivo específico de proteger las instalaciones, evitar obstrucciones en el sistema de tratamiento y mantener la estética de las plantas de tratamiento (Rojas, 2002).

Tratamiento secundario – Lagunas de estabilización.

Lagunas aerobias. Son grandes depósitos de poca profundidad las cuales se caracterizan por las altas concentraciones de oxígeno disuelto en todo el cuerpo de agua. El oxígeno es suministrado en forma natural por la difusión desde el aire a través de la superficie de la laguna o por la fotosíntesis de las algas (Comisión nacional de agua, 2007).

Dados los niveles altos de oxígeno disuelto y la disponibilidad de luz solar, en este tipo de lagunas se dan las condiciones propicias para la remoción de fósforo y nitrógeno, y también microorganismos patógenos como los coliformes y huevos de helmintos (Comisión Nacional de Agua, 2007).

Debido a que este tipo de lagunas son de escasa profundidad, los rayos del sol penetran hasta el fondo de estas, así favoreciendo a los procesos de fotosíntesis de los organismos autótrofos presentes, pero bien, en la noche cuando no hay radiación solar las algas realizan el proceso de respiración, liberando dióxido de carbono y residuos orgánicos al medio los cuales serán utilizados nuevamente en el proceso de la fotosíntesis (Manga *et al.*, 2007).

Según Manga *et al.* (2007) las lagunas aerobias se pueden clasificar en tres clases:

- **Lagunas aerobias de baja tasa:** son utilizadas generalmente para el tratamiento de efluentes secundarios en donde se completa la remoción de nutrientes y materia

orgánica, estas lagunas se diseñan para mantener las condiciones aerobias en toda la laguna, su profundidad es superior a 0.45 m e inferior a 1 m, y se caracterizan por un incremento masivo de algas debido a la gran cantidad de oxígeno disuelto presente. Como ventajas estos sistemas se caracterizan por obtener porcentajes de remoción de DBO5 altos entre un 80%- 95%, como desventaja podemos mencionar que requieren grandes áreas y no son recomendadas en lugares con climas fríos debido a que se puede producir congelación.

- **Lagunas aerobias de alta tasa:** son diseñadas con el objetivo de promover el crecimiento de algas y así alcanzar altas producciones de material proteico, su profundidad varía entre 0.15m y 0.45m. el efluente de estas lagunas se caracteriza por tener gran cantidad de oxígeno disuelto y una alta concentración de sólidos suspendidos debido a la alta producción de algas, las cuales son de fácil sedimentación.
- **Lagunas de maduración:** su tarea es mejorar las características biológicas, fisicoquímicas y eutróficas de la misma, su afluente es aquel con una DBO estabilizada casi en su totalidad, su profundidad son en promedio 1m, se especializan en la remoción de nutrientes y patógenos, aunque a lo largo del sistema de lagunaje se remueven parte de estos, son en las lagunas de maduración terciarias donde se remueven valores significativos de estos.

Lagunas anaerobias. Son usualmente utilizadas en el tratamiento primario de aguas residuales de origen doméstico e industrial con altas cargas de materia orgánica y poco nivel de oxígeno disuelto. La elevada concentración de materia orgánica del afluente genera que la demanda de oxígeno requerida para degradarla sea superior al oxígeno producido por los organismos autótrofos, por lo tanto, el contenido de oxígeno disuelto es nulo, además este tipo de aguas residuales posee altos niveles de turbiedad, factor que impide el paso de los rayos solares en el agua, esto perjudica el crecimiento de algas volviéndolo casi nulo (Manga *et al.*, 2007).

Este tipo de sistemas van seguidos de otro tipo de laguna, ya que su porcentaje de remoción está en un rango entre el 50% y 70%, son construidas con una profundidad desde 3 m hasta 5 m. En las lagunas anaerobias los microorganismos encargados de convertir los compuestos orgánicos complejos en moléculas sencillas son las bacterias formadoras de ácidos orgánicos, estas moléculas sencillas servirán de sustrato para las archeas metanogénicas productoras de metano y dióxido de carbono (Manga *et al.*, 2007).

Una de las principales desventajas de este tipo de lagunas es el olor producido por las bacterias al reducir el sulfato presente en el agua residual convirtiéndolo en ácido sulfhídrico (Manga *et al.*, 2007).

Lagunas facultativas. Este tipo de lagunas se les define como facultativas puesto que en estas se presentan simultáneamente los dos metabolismos de tratamiento; aerobio y anaerobio.

Constan de tres zonas definidas: la primera es una zona superficial donde al igual que las lagunas aerobias conviven de manera simbiótica algas y bacterias, la segunda es una zona intermedia parcialmente aerobio, parcialmente anaerobia, es aquí donde la descomposición de la materia orgánica se realiza mediante bacterias aerobias, anaerobias y facultativas, y por último la zona del fondo la cual es anaerobia, donde por medio de la sedimentación los sólidos se acumulan y son descompuestos por microorganismos anaerobios a través de la fermentación.

En cada uno de los estratos de la laguna ocurren diversos procesos. La materia orgánica soluble y coloidal es oxidada por organismo aerobios y facultativos utilizando el oxígeno producido por las algas (Comisión Nacional de Agua, 2007).

En la parte del fondo de la laguna los sólidos sedimentados forman un manto de lodos en donde la demanda de oxígeno es mayor al oxígeno disuelto, lo cual significa un estado de condiciones anaerobias totales, los organismos anaerobios en la degradación de la materia orgánica por fermentación producen compuestos orgánicos disueltos y gases tales como dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno y metano, los cuales son oxidados por las bacterias aerobias o liberados a la atmósfera.

Usualmente poseen profundidades entre 1 y 2m con tiempos de retención hidráulica entre 10 y 40 días, su eficiencia de remoción oscila entre 70 y 85%, esta eficiencia depende de las condiciones climáticas de la zona por los procesos autótrofos que en estas se dan, por lo tanto, en días nublados o de poca radiación solar su eficiencia será menor.

Ventajas y Desventajas. Las ventajas asociadas con el uso de las lagunas de estabilización como sistema de tratamiento se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Ventajas y Desventajas de un sistema de Lagunas de estabilización.

Ventajas	Desventajas
Bajo consumo de energía y costo de operación.	Altos requerimientos de área.
Bajo capital de inversión, especialmente en los costos de construcción.	Efluente con elevado contenido de algas que al ser descargado en los cuerpos de agua es objetado, generando grandes controversias por su calidad proteica y su potencial de taponamiento de suelo, si se usa para riego.
Esquemas sencillos de flujo.	
Equipos y accesorios simples y de uso común.	Su funcionamiento depende de las condiciones ambientales tales como la temperatura, la irradiación solar, la velocidad del viento, etc., que son propiedades aleatorias.
Operación y mantenimiento simple.	
Remoción eficiente de bacterias patógenas, protozoarios y huevos de helmintos.	
Amortiguamiento de picos hidráulicos, cargas orgánicas y de compuestos tóxicos.	Generación de, olores desagradables y deterioro de la calidad del efluente por sobrecargas de contaminantes, bajo ciertas condiciones climáticas.
Disposición del efluente por evaporación, infiltración en suelo o riego.	

Ventajas	Desventajas
En algunos casos, remoción de nutrientes.	Contaminación de acuíferos por infiltración, particularmente en lagunas construidas sobre suelos arenosos.
Empleo como tanque de regulación de agua lluvia o de almacenamiento del efluente para reúso.	Pérdidas de agua debido a la evaporación e infiltración, que en zonas de escasez pueden ser importantes.

Nota. Fuente: Comisión Nacional del Agua (2007).

Lechos de secado. El lecho de secado de lodos es generalmente el método más simple y económico de deshidratar los lodos; los mecanismos de secado son principalmente la evaporación y la percolación. Los lechos son construidos en concreto y el medio de drenaje está constituido por ladrillo, arena y grava. La profundidad de los lechos varía entre 60 y 80 cm, con anchos y largos que van desde los 3 a 4m y desde los 6 a 8m respectivamente (Suárez, 2010).

Reúso. Es la utilización de las aguas residuales tratadas cumpliendo con los criterios de calidad requeridos para el uso al que se va a destinar (MINAMBIENTE, 2014).

8. Preguntas de investigación

La presente propuesta de trabajo de grado buscar responder las siguientes preguntas:

¿Cómo está funcionando la PTAR Ginebra en la actualidad?, ¿La tecnología empleada en la PTAR de Ginebra, es acorde con las condiciones locales para su adecuado funcionamiento?, ¿Según la literatura y normatividad nacional cómo debería funcionar la PTAR?, Si no está funcionando bien ¿Por qué la PTAR Ginebra no está funcionando como debería?, ¿Cómo se puede alcanzar un mejoramiento continuo en el funcionamiento y operación de la PTAR? ¿Cuáles son las fortalezas de la PTAR? ¿La comunidad de Ginebra conoce y/o acepta la PTAR del municipio? ¿La PTAR de Ginebra genera impactos ambientales? ¿El efluente de la PTAR se puede reusar para riego de cultivo de caña de azúcar? ¿En términos económicos como está funcionando la PTAR?

9. Objetivos

9.1. Objetivo general

Proponer alternativas para el mejoramiento en el desempeño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ginebra en el Valle del Cauca.

9.2. Objetivos específicos

- Evaluar el desempeño de la PTAR de Ginebra, Valle desde la óptica ambiental, técnica, económica y social.

- Formular recomendaciones para el fortalecimiento en el funcionamiento de la PTAR de Ginebra, Valle.

10. Marco metodológico

La metodología empleada fue de tipo experimental y analítica, y se desarrolló con el objeto de evaluar la PTAR del municipio de Ginebra, teniendo en cuenta como criterios de evaluación la situación ambiental, técnica, social y económica, compuesta por diferentes etapas descritas a continuación:

10.1. ACTIVIDADES

Inicialmente se realizará una revisión de literatura con respecto a la tecnología utilizada en la PTAR a evaluar.

OBJETIVO 1: EVALUAR DESDE LA ÓPTICA AMBIENTAL, TÉCNICA, SOCIAL Y ECONÓMICA LA PTAR DE GINEBRA VALLE

Recolección de información: Visita al municipio, recorrido por la PTAR, visita a instituciones de orden municipal y regional para la recopilación de información ambiental, técnica, económica y social. Se buscó información acerca de tratamiento de agua residual y el sistema de tratamiento en estudio en cuanto a sus unidades, se recolecto datos históricos referentes a parámetros fisicoquímicos que fueron proporcionados por el operario encargado, tarifas y morosidad, características sociales, económicas y ambientales de la localidad

Evaluación Técnica

1. Recorrido por el municipio de Ginebra para observar la dinámica del entorno del municipio, alcantarillado, paisajes, recurso hídrico y residuos sólidos.
2. Recorrido por la PTAR de Ginebra con el ánimo de establecer cómo es su funcionamiento general.
3. Entrevista con operadores y técnicos de la PTAR

4. Caracterización de Vertimientos Líquidos en la entrada y salida de la PTAR:
De acuerdo con los recursos suministrados por el proyecto de regalías para analizar parámetros como número más probable de coliformes, DQO, DBO₅, SST, grasas y aceites, nitrógeno total y sulfatos, sustancias activas al azul de metileno. Adicional a esto se hizo 5 muestreos puntuales entre semana, el martes 2, viernes 5, miércoles 10, lunes 15 y jueves 25 del mes de mayo del 2017, en horas diferentes cada día, en un rango horario de 8 am a 2 pm, debido a dificultades del acceso al laboratorio no se pudo muestrear fines de semana. Este se llevó a cabo en tres puntos;

afluente laguna anaerobia, efluente de la laguna anaerobia y facultativa para analizar coliformes, huevos de helmintos, Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos Totales (SST) y nitrógeno total; también se midió *in situ* pH, conductividad eléctrica, y temperatura. Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos fueron realizados por el laboratorio de CINARA, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y Javeriana.

5. Evaluación y comparación de los parámetros de diseño con lo construido referente a las lagunas de estabilización (dimensiones, volumen, caudal, tiempo de retención y eficiencia).

En la Tabla 7 se muestra las ecuaciones utilizadas.

Tabla 7. Ecuaciones

Método	Ecuación	Variable	Fuente
Vertedero (Caudal)	$90^\circ Q = 1,4 \cdot H^{5/2}$ $60^\circ Q = 0,775 \cdot H^{2,47}$	Q= Caudal (Ls^{-1}) H= Cabeza (m)	(Marbello, 2016)
Tiempo de retención hidráulico	TRH= V/Q	V= volumen	(Vega,2017)
Eficiencia de remoción	$((C_o - C_f) / C_o) \cdot 100$	C _o = Concentración Inicial C _f = Concentración Inicial	(Barbajo,2012)

6. Capacidad de tratamiento actual y futuro del sistema de tratamiento: Su periodo de diseño y cantidad de habitantes en ese momento versus la cantidad de habitantes actuales. Estimación capacidad actual Vs diseño. Definición de necesidades de ampliación de la PTAR.

Se estimó la población actual y futura del proyecto, a partir de información oficial censal de la población actual y futura, utilizando 4 métodos de proyección de población (aritmético, geométrico, exponencial y wappus) descritos en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2010, Título B, teniendo en cuenta el nivel de complejidad del sistema, de acuerdo con el comportamiento de la población y condiciones económicas. Finalmente se seleccionó el modelo que mejor se ajusto al comportamiento histórico de la población. En la Tabla 8 se presentan la descripción y la fórmula de proyección de los métodos de proyección poblacional utilizados.

Tabla 8. Métodos de cálculo para población futura

Método aritmético	Método geométrico
Crecimiento poblacional según tasa constante utilizado para estimaciones a corto plazo. La curva se puede ajustar por medio del análisis de regresión. $Pf = Puc + \left(\frac{Puc - Pci}{Tuc - Tci} \right) * (Tf - Tuc)$ Donde: P_f = Población futura. Población al año que se quiera proyectar P_{uc} = Población del último censo, es decir, población del censo del 2005 P_{ci} = Población del censo inicial, es decir, población del censo de 1985 T_{ci} = Año del censo inicial= (1985) T_{uc} = Año del último censo= (2005) T_f = Año futuro, al que se quiere proyectar	Crecimiento poblacional en función de la población existente en cada instante utilizado para estimaciones de mediano plazo. $Pf = Puc * (1 + r)^{Tf - Tuc}$ $r = \left(\left(\frac{Puc}{Pci} \right)^{\frac{1}{Tuc - Tci}} \right) - 1$ P_f = Población futura. Población al año que se quiera proyectar P_{uc} = Población del último censo, es decir, población del censo del 2005 P_{ci} = Población del censo inicial, es decir, población del censo de 1985 T_{ci} = Año del censo inicial= (1985) T_{uc} = Año del último censo= (2005) T_f = Año futuro, al que se quiere proyectar r = Tasa de crecimiento geométrica
Método exponencial	Método Wappaus
Para utilizar este método se requiere conocer por lo menos tres censos para determinar el promedio de la tasa de crecimiento poblacional. Se recomienda en poblaciones con apreciable desarrollo y poseen abundantes áreas de expansión. $Pf = Pci * (e)^{k * (Tf - Tci)}$ $k = \left(\frac{\ln Pcp - \ln Ca}{(Tcp - Tca)} \right)$ Donde: P_f = Población futura. Población al año que se quiera proyectar. P_{ci} = Población del censo inicial, es decir, población del censo de 1985 T_{ci} = Año del censo inicial= (1985) T_f = Año futuro, al que se quiere proyectar	Se recomienda para todos los niveles de complejidad; este método es poco común pero sus resultados son confiables, únicamente se puede emplear cuando el producto de la tasa de crecimiento (i=%) y la diferencia entre el año a proyectar (T_f) y el año del censo inicial (T_{ci}) es menor a 200. $Pf = Pci * \frac{(200 + i * (Tf - Tci))}{(200 - i * (Tf - Tci))}$ $i = 200 * \frac{Puc - Pci}{(Pci + Puc) * (Tuc - Tci)}$ Donde: P_f = Población futura. Población al año que se quiera proyectar P_{uc} = Población del último censo, es decir, población del censo del 2005 P_{ci} = Población del censo inicial, es decir,

P_{cp} = Población del censo posterior	población del censo de 1985
C_a = Población del censo anterior	T_{ci} = Año del censo inicial= (1985)
T_{cp} = Año del censo posterior	T_{uc} = Año del último censo= (2005)
T_{ca} = Año del censo anterior	T_f = Año futuro, al que se quiere proyectar
k = Tasa de crecimiento exponencial	I = Tasa de crecimiento en Wappaus

Nota. Fuente: RAS (2010); RAS (2000).

Proyección de caudales

A continuación, se presentan los métodos y ecuaciones para la estimación de caudales de diseño de la PTAR, en la Tabla 9.

Tabla 9. Ecuaciones proyección de población y caudal

Método	Ecuación	Variables
Caudal de diseño medio	$Q_{Dmed} (L.s^{-1}) = Q_{med A.R.} + Q_I$	$Q_{med A.R.}$ = Caudal medio de agua residual ($L.s^{-1}$) Q_I = Caudal de infiltración ($L.s^{-1}$)
Caudal medio de agua residual	$Q_{med A.R.D} (L.s^{-1}) = \frac{P * dotación * Coeficiente de retorno}{86400}$	
Caudal de infiltración	$Q_I = C_i * Long. del alcanta.$	C_i =coeficiente de infiltración
Caudal de diseño máximo	$Q_{Dmax} = Q_{med A.R} * k * Q_I$	Q_{Dmax} =Caudal de diseño máximo ($L.s^{-1}$). $Q_{med A.R.}$ =Caudal medio de agua residual ($L.s^{-1}$) Q_I =Caudal de Infiltración ($L.s^{-1}$) K = Factor de mayoración
Caudal de diseño mínimo	$Q_{Dmin} = Q_{Dmed} * k_3$	K_3 = factor de minimización

Nota. Fuente: Jenny Rodríguez (2017).

7. Operación y mantenimiento de la PTAR: Se realizó una entrevista estructurada con el operador u operadores de la PTAR para establecer entre otras cosas lo siguiente: el operador está capacitado, conocimiento de la tecnología construida, labores diarias, semanales, quincenales y esporádicas de operación, además verificación de la caseta de operación: con un sitio para depositar herramientas, equipos básicos de laboratorio, botiquín de primeros auxilios, baño con ducha y vestidores; este espacio debe tener agua potable, un teléfono, electricidad y sanitario, asimismo el operario debe tener implementos de seguridad tales como guantes, botas, gafas,

Evaluación ambiental

1. Revisión de la Cuenca receptora antes y después de la descarga de las aguas residuales tratadas.

Se tomó muestras compuestas de agua cruda y tratada para realizar posteriormente la determinación en el laboratorio de los siguientes parámetros:

- ✓ Número Más Probable (NMP/100mL) de los Coliformes Termotolerantes
- ✓ Demanda Química de Oxígeno (DQO).
- ✓ Demanda Bioquímica de Oxígeno a los cinco días (DBO₅).
- ✓ Sólidos Suspendedos Totales.
- ✓ Grasas y aceites.
- ✓ N, P.
- ✓ Sustancias activas al azul de metileno.

2. Exploración in situ de generación de olores, presencia de vectores y roedores, además de la distancia entre la PTAR y el municipio.

Evaluación social

1. Se llevó a cabo una entrevista a 50 personas seleccionadas al azar (muestra intencionada) que desearon participar en el estudio de la cabecera municipal entre los estratos 1,2 y 3 incluyendo funcionarios con el fin de tener una perspectiva de la comunidad sobre la Planta de Tratamiento de Agua Residual y disponibilidad de pago de alcantarillado.

2. Se entrevistó a un líder de la comunidad de Ginebra para saber acerca de la gestión y participación comunitaria para la construcción de la planta y su funcionamiento a través del tiempo, además se consultó las principales actividades laborales que desarrollan hombres y mujeres, y el salario aproximado en cada labor.

3. Se realizó una visita al Hospital de Ginebra para indagar sobre las principales enfermedades que son motivo de consulta médica.

Evaluación económica

1. Analizar los costos de operación y mantenimiento actual de la PTAR de Ginebra.

2. Recolección de información referente a la cantidad de beneficiarios del servicio la tarifa que pagan; investigar la morosidad, si la hay, respecto al pago por este servicio; para inferir si está de acuerdo con el pago de alcantarillado y PTAR.

OBJETIVO 2: FORMULAR RECOMENDACIONES PARA ACUAVALLE S.A. E.S.P PARA MEJORAR EL FUNCIONAMIENTO DE LA PTAR DE GINEBRA.

1. Identificación de puntos críticos en el funcionamiento de la PTAR.

2. Definición de recomendaciones a ACUAVALLE S.A. E.S.P para el mejoramiento integral de la PTAR en los aspectos ambiental, técnico, social y económico; soportado con el diagnostico anteriormente descrito.

RESULTADOS

11. EVALUACIÓN COMPONENTE SOCIAL

11.1. Participación Comunitaria en la sostenibilidad del STAR

De acuerdo con la información recolectada en la entrevista a Luis Herney Arce, presidente de la Junta de Acción Comunal del barrio Cornelio Reyes de la cabecera municipal, cuando se inició el proceso constructivo de la planta de tratamiento de aguas residuales la comunidad de Ginebra no se sabía el costo por el servicio que se iba a prestar, sin embargo, eran conscientes de que habría un costo adicional que vería reflejado en la factura de servicios públicos.

Una vez concluido el proceso constructivo, se dio inicio a la operación de la PTAR. Este proceso ha estado a cargo de personas pertenecientes al municipio de Ginebra, encargadas de velar por el buen funcionamiento y mantenimiento de la Planta.

En el momento de la construcción de la PTAR los ginebrinos tenían empoderamiento en el proceso constructivo en cuanto al tratamiento que se iba a realizar, la disminución del impacto ambiental y el reúso para riego de cultivos. A través de los años la comunidad de ginebra se ha desentendido de los asuntos referentes al sistema (Luis Herney Arce, comunicación personal, octubre de 2016).

11.2. Aceptación del sistema de tratamiento

“La comunidad de Ginebra junto con cada líder comunitario de su sector, socializaron sobre la construcción de una PTAR para disminuir los impactos negativos al ambiente, lo cual sería construida por una empresa japonesa y administrada por Acuavalle” (Luis Herney Arce, comunicación personal, octubre de 2016).

En los encuentros comunitarios se explicó que el agua residual contaminaba a los ríos que pasan por el municipio, y que al hacerle un tratamiento se entregaba más “limpia” al recurso hídrico, esto se hizo mediante presentaciones en Power Point por una persona encargada del tema y publicidad para concientizar a las personas, incluso se les hizo por grupos un reconocimiento de la ubicación y los procesos en la PTAR (Luis Herney Arce, comunicación personal, octubre de 2016).

Los ginebrinos al comienzo presentaros su rechazo al proyecto puesto a que pensaban en los olores que se iban a generar, que los insectos, zancudos y roedores iban a aumentar y por ende causar enfermedades. Al tener todos estos puntos de vista se fue enseñando a la comunidad los beneficios del proyecto y la solución a los problemas que les incomodaban a la población.

Con todo este procedimiento la comunidad aceptó la construcción de la planta y los líderes al pendiente de cada desarrollo y progreso del proyecto lo cual se estuvo informando continuamente a la comunidad (Luis Herney Arce, comunicación personal, octubre de 2016).

11.3. Impactos del STAR en la comunidad

Actualmente la PTAR no genera impactos negativos a la población lejana, no obstante, la comunidad aledaña al primer pre tratamiento ubicado a 900 metros de la PTAR manifiesta que esta unidad de tratamiento los afecta negativamente por la generación de malos olores y zancudos, según las entrevistas realizadas.

11.4. Percepción de la población sobre el sistema de tratamiento de agua residual

Se entrevistó a 50 personas de manera intencionada de la cabecera municipal en los estratos 1, 2 y 3 que aceptaron participar (13,27 y 10 personas respectivamente) con el fin de tener una perspectiva de la comunidad sobre la Planta de Tratamiento de Agua Residual (Ver anexo 19.2). Además para verificar la veracidad de la información otorgada por las personas entrevistadas se llevó a cabo un dialogo acerca de las preguntas realizadas como por ejemplo en donde queda ubicada la planta, entre otras. En esta muestra se encontró que:

Después de analizar la información obtenida de las entrevistas mediante gráficos estadísticos (Ver anexos 19.3), se observa que el 80% de la población entrevistada conoce qué son aguas residuales, a pesar de que durante la realización de la entrevista algunas personas dudaban sobre el término utilizado para referirse a las aguas servidas.

El 60% de las personas entrevistadas sabe que en el municipio hay una planta el tratamiento de agua residual, sin embargo, el 42 % reconoce donde está ubicada la PTAR y tan solo el 4% domina como se opera y mantiene, a pesar de que por lo regular en dos colegios de la zona urbana del municipio llevan a los alumnos a conocer la operación y el manejo de la PTAR acompañados de sus acudientes.

Con respecto al servicio de alcantarillado combinado 20 de las personas entrevistadas piensan que la calidad del servicio es buena, el 21 regular y el 9 malo. En los últimos dos, la causa principal está relacionada con retrasos en atender el llamado de los usuarios cuando se presentan inundaciones, lo cual es frecuente cuando hay precipitaciones, al igual que darle una solución definitiva a esta problemática.

Por otro lado, 38 personas entrevistadas coincidieron que el servicio de alcantarillado les parece costoso. Tan solo el 9% de las personas estarían dispuestos a pagar un incremento menor del 10% adicional a la tarifa vigente del servicio de alcantarillado para su mejoramiento y el 3% estaría dispuesto a pagar un incremento entre el 20 y 40%, puesto que en general el ingreso mensual de los habitantes de Ginebra se encuentra entre \$400.000 mil pesos y el salario mínimo legal vigente.

Las personas concordaron que para ellas es importante participar en la administración y operación del sistema de alcantarillado, ya que lo ven como una oportunidad para proponer ideas para su mejoramiento, obtener conocimiento, y concientizarse de los beneficios que tiene la PTAR para su entorno.

A las preguntas respecto al manejo de residuos sólidos, el 70% de las personas entrevistadas respondieron que no arrojaban residuos (envolturas, empaques, restos orgánicos, papeles, plástico entre otros), al alcantarillado, sin embargo, el porcentaje restante admitió que en alguna ocasión arroja residuos al sistema. Por otro lado, el vehículo de recolección pasa 3 y 2 veces a la semana en los sectores encuestados y el 64% de las personas no realizan reciclaje. Cabe resaltar que no se observó la presencia de puntos ecológicos que sirviera como referencia a los ciudadanos para distinguir los distintos tipos de recipientes para clasificar los residuos sólidos, en los lugares más concurridos o centrales del municipio de Ginebra tales como la iglesia, el parque, alcaldía, y colegios que quedan en la cabecera.

11.5. Conclusión de la Evaluación del Componente Social

“Construir un sistema de tratamiento de aguas residuales no significa por sí sólo un progreso ni una solución a la problemática ambiental; para que esto sea posible, es necesario garantizar su eficiencia y sostenibilidad a través del tiempo” (Suarez, 2010). Por lo anterior es importante tener en cuenta la opinión de la comunidad, puesto que es la que conoce el sector; sus necesidades, problemáticas y así dar una solución factible.

La inclusión de la población a través de estos medios de comunicación y la oferta de empleo a los ginebrinos generó apropiación del sistema de tratamiento forjando su interés en el proyecto realizado, sin embargo, la comunicación entre la población y la empresa prestadora, en este caso ACUAVALLE se ha ido perdiendo a través del tiempo.

11.6. Recomendaciones componente social

De acuerdo con las entrevistas realizadas se evidenció que una de las mayores quejas de la comunidad, en cuanto al sistema es el alto costo del servicio de alcantarillado. Por ende, es importante retomar los medios de comunicación con la comunidad y la entidad prestadora del servicio de alcantarillado a través de empleo de talleres, la emisora comunitaria, canales propios de la comunidad, con el fin de que ambos expongan sus necesidades y llegar acuerdos mancomunados con el fin de lograr que el sistema sea sostenible a largo plazo.

12. EVALUACIÓN COMPONENTE AMBIENTAL

12.1. Generalidades

La fuente receptora del efluente de la PTAR es una acequia del río Guabas, la cual es usada para riego de caña de azúcar; aguas abajo, el afluente de la quebrada desemboca al río Papurrinas y este a su vez al río Sabaletas que finalmente llega al río Cauca. No obstante, el cauce de agua es usado en su gran mayoría para riego. A continuación, se mencionan los impactos ambientales identificados que genera la PTAR.

12.2. Identificación de impactos ambientales de la PTAR

12.2.1. Generación de olores

Por lo general, la laguna anaerobia es la causa de generación de malos olores en una planta de tratamiento de agua residual por las diferentes etapas de descomposición anaerobia que ocurren en su interior. La fermentación ácida es la primera etapa de descomposición en donde los materiales orgánicos complejos son desdoblados en ácidos y alcoholes principalmente, generando subproductos como lo son el gas carbónico (CO_2), hidrógeno (H_2) y ácido sulfhídrico (H_2S), entre otros, que son los causantes de malos olores (Correa, 2008).

En la segunda etapa de degradación intervienen bacterias metanogénicas, las cuales son sensibles al Ph. En lagunas con valores de pH inferiores 6.8 la actividad metanogénica comienza a presentar problemas y por debajo de 6.2 la actividad se detiene completamente. Cuando ocurre esto se pueden generar gases inorgánicos como el ácido sulfúrico (H_2S), amoníaco (NH_3), ácidos como el acético, láctico y butírico, y otros compuestos como mercaptanos entre otros, que ocasionan olores desagradables que indican un funcionamiento deficiente de la laguna (Alianza por el agua, 2008).

De acuerdo con diferentes visitas realizadas a la PTAR de Ginebra, la laguna anaerobia no genera olores ofensivos perceptibles a una distancia mayor a un metro, por lo tanto, no causa molestias al personal que permanece en la PTAR ni a la población aledaña.

Con base al análisis fisicoquímico realizado, el rango del pH de la laguna anaerobia es de 6.38 a 6.91 para el año 2017, aunque el pH óptimo para la digestión anaerobia está entre 6.8 y 7.4 unidades y su rango extremo es 6.2 y 7.8 unidades, sin embargo, no ha llegado a presentarse un pH menor o igual a 6.2 que es el punto donde la actividad metanogénica tiene problemas, por tal

motivo se intuye que la causa de generación de olores está asociado principalmente a la descomposición normal de los materiales orgánicos y no por ineficiencia del sistema (Alianza por el agua, 2008).

En cuanto a la laguna facultativa de la PTAR, se generan malos olores por consecuencia de depósitos vegetación en putrefacción y algas, no obstante, este es poco perceptible por las personas que permanecen en la planta y alrededores.

Por otro lado, durante la visita realizada en el mes de septiembre del 2017 se evidenció quema de vegetación en los alrededores de la laguna, lo que genera emisión de gases de efecto invernadero y material particulado a la atmósfera como se muestra en la Figura 5. Es importante resaltar que durante el desarrollo del proyecto de investigación fue la primera vez que se evidenció esa práctica. Según el operario el motivo fue porque la vegetación estaba muy alta.



Figura 5. Quema alrededor de la laguna facultativa

12.2.2. Presencia de roedores y vectores

Los insectos y roedores son responsables de numerosos brotes de enfermedades entre los animales y humanos. Además, estos organismos pueden causar molestias por sus picaduras o mordeduras.

Según lo observado en la PTAR y entrevistas con el operario encargado de turno, no se han presentado enfermedades causada por vectores o roedores, además, no se evidenció presencia de ratones, cucarachas, exceptuando los zancudos, los cuales se generan por aguas represadas ocasionadas por los niveles del terreno al igual que la saturación del suelo y por no conservar los alrededores de la laguna libre de maleza, al igual que moscas por los residuos retirados de las rejillas.

12.2.3. Fauna y flora

Según lo evidenciado en las visitas, en la PTAR permanecen animales domésticos tales como perros; en la laguna facultativa habitan o permanecen patos y aves; en los alrededores del desarenador se observó la presencia de gallinazos (*Coragyps atratus*), por otro lado, en las unidades experimentales se observaron ranas toro (*Lithobates catesbeianus*).

Respecto a la flora el operario de la planta en su tiempo libre ha sembrado diferentes tipos de cultivos como maíz, tomate, zapallo y árboles frutales como, lulo, papaya y guanábana, entre otros; los cuales son regados con el efluente del UASB, debido a que esta unidad esta fuera del alcance del presente estudio se desconoce las posibles consecuencias que este hecho pueda generar.

12.2.4. Manejo de residuos sólidos

Los residuos generados en la PTAR son ordinarios generados por el desarrollo de las actividades normales, entre estos se encuentran restos de comida, papel entre otros y residuos de poda, los cuales son quemados al interior de la PTAR puesto que el vehículo recolector de los residuos sólidos no llega hasta ese punto del municipio, cabe destacar que los residuos de papel higiénico son arrojados directamente al inodoro y van hacia la PTAR para su tratamiento.

Los residuos retirados del pretratamiento (rejillas y desarenador) son dispuestos de manera inadecuada al lado de la unidad de tratamiento, atrayendo consigo gallinazos, por la presencia de residuos putrescibles, como animales muertos, partes de viseras, entre otros. Por otro lado, causa un mal aspecto del lugar y puede producir un problema de salud al tratarse de residuos contaminados con patógenos, presentes en el agua residual (véase también en la evaluación del componente técnico: descripción de unidades). Además a la planta llegan los residuos del mantenimiento de la red de alcantarillado que son depositados directamente en los lechos de secado, el cual deberían tener un sitio diferente para la disposición de estos ya que puede haber material no bideodegradable , por ende podría afectar la composición de los lodos como abono para el suelo.

12.2.5. Evaluación del recurso hídrico

Bajo el proyecto de regalías se realizó un muestreo compuesto aguas abajo y aguas arriba del vertimiento; la distancia desde el vertimiento a cada uno de los puntos muestreados se ilustra en la Figura 6. En la Tabla 10 se muestra los resultados de los parámetros analizados por el laboratorio de la Universidad Javeriana.

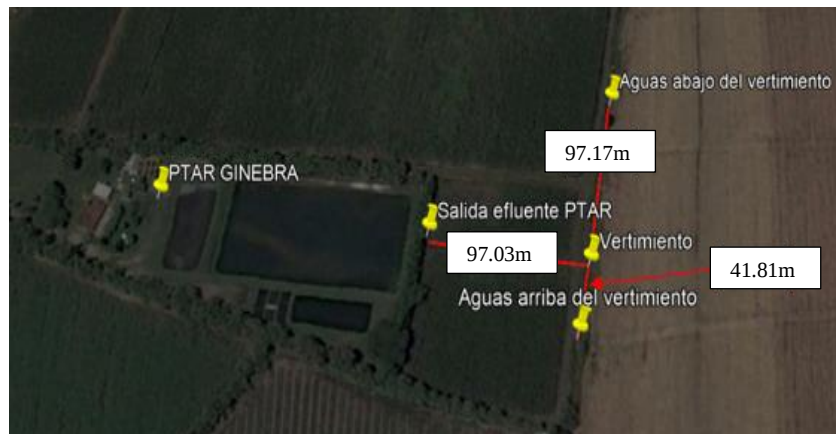


Figura 6. Ubicación de muestreo compuesto – aguas abajo, aguas arriba.

Tabla 10. Caracterización en la fuente receptora antes y después del vertimiento

Parámetro	Unidades	Resultado antes del vertimiento (Aguas arriba)	Resultado después del vertimiento (Aguas abajo)	Normatividad (Reúso agrícola en cultivos que se consumen y se procesan comercialmente)
DBO5	mg/L	167	150	<30 ^a
DQO	mg/L	291,4	272,4	-
Sólidos suspendidos totales	mg/L	60	76	<30 ^a
Nitratos	mg/L N-NO3	4,35	2,76	Restricción ^c según el valor
Nitritos	mg/L N-NO2	0,288	0,171	-
Nitrógeno total	mg/L N	7,18	14,2	-
Fósforo total	mg/L P	3,6	5,18	-
Grasa y aceite	mg/L	<3,5	<3,5	Ausencia
Detergentes (sustancias activas al azul de metileno)	mg/L	<0,1	0,58	-
Coliformes Totales	NMP/100mL	4900	7900	1000 ^c

Coliformes fecales	NMP/100mL	1700	4300	<200 ^b
--------------------	-----------	------	------	-------------------

Nota. Fuente: Resultados Laboratorio Javeriana

(a) Parámetros de la FAO (1999)

(b) Parámetros de la OMS (2006)

(c) Parámetros de la norma calidad ambiental y descarga de efluentes: recurso agua de 2014.

La calidad del agua se comparó con las directrices para reusó agrícola según la FAO (1999), la OMS (2006), y la norma de calidad ambiental y descarga de efluentes: recurso agua (2014).

De acuerdo con los resultados de los parámetros la DBO_5 es 150 mg/l y SST son 76 mg/l que exceden en gran proporción los límites permisibles por la FAO (1999) que deben ser menor a 30 mg/L, pudiendo generar problemas en el riego de la caña de azúcar puesto a que reduce la porosidad efectiva del suelo, la aireación y penetración del agua a la zona radicular del cultivo.

Con respecto a los nitratos según los parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego se encuentra dentro del rango de restricción ninguno, ya que su valor es menor a 5.0 mg/L.

En función de la calidad microbiológica los coliformes fecales y totales son 4300 y 7900 NMP/100mL respectivamente, ninguno de estos dos parámetros cumple con los máximos permisibles según la OMS (2006) y la norma de calidad ambiental (2014). Es importante resaltar que el cultivo es de caña azúcar la cual es usada como materia prima para la producción de azúcar por la empresa Carvajal pasando por proceso a altas temperaturas erradicando las posibles bacterias presentes.

Para el parámetro de grasa y aceite no cumple con la normatividad de calidad ambiental ya que debe haber ausencia de este, por otro lado, para detergentes no se especifica un valor máximo permisible para el uso de riego, no obstante, respecto a la afectación de la autodepuración de la acequia del río Guabas, no es significativo puesto que su valor es menor a 1 mg/L.

Es importante destacar que los resultados de la caracterización antes del vertimiento igualmente incumplen con los valores máximos permisibles mencionados anteriormente, pero se resalta que hay una mejoría en la calidad del agua después del vertimiento lo que puede indicar que hay una dilución por aumento de caudal.

En cuanto a la posible afectación del agua subterránea, la CVC realiza un monitoreo cada 6 meses, en dos pozos ubicados al interior de la PTAR, para verificar que el agua de las lagunas no se está infiltrando. Para ello, se realiza la medición de diferentes parámetros fisicoquímicos los cuales se comparan con la norma de calidad de agua. Hasta la fecha la entidad no ha reportado alguna anomalía, es decir, todos los parámetros analizados se encuentran dentro del límite permitido (Ver anexo 19.5 y 19.6).

12.2.6. Potencial de reúso

En aspectos relacionados con la calidad, el reúso directo permite la preservación de las fuentes hídricas al evitar el vertimiento directo del agua residual en cuerpos hídricos superficiales. Debido al uso paulatino de agua residual en la agricultura especialmente en regiones áridas y semiáridas, emprendieron una serie de estudios epidemiológicos para proteger la salud pública (Jaramillo, 2014).

Las guías de uso seguro de agua residual, excreta y aguas grises del año 2006, son una herramienta de manejo preventivo de agua residual en agricultura, proporcionando una orientación para los tomadores de decisiones sobre su aplicación en los diferentes contextos locales, teniendo en cuenta la normatividad y la reglamentación nacional considerando aspectos propios de cada país (Jaramillo, 2014).

En el año 1999 la FAO publicó la guía sugerida para el “uso de aguas tratadas en el reúso agrícola y sus requerimientos”, en ella se clasifica el tipo de reúso agrícola en función del tipo de cultivo a irrigar (ver Tabla 11).

Tabla 11. Guías sugeridas por la FAO para agua tratada en el reúso agrícola y tratamiento

Tipo de reúso agrícola	Tratamiento	Calidad
Reúso agrícola en cultivos que se consumen y no se procesan comercialmente	Secundario-Filtración-Desinfección	pH= 6,5-8,4
		DBO < 10mg/L
		< 2UNT
		<14 NMP Coli Fecal/100mL
		< 1 Huevo/L
Reúso agrícola en cultivos que se consumen y se procesan comercialmente	Secundario-Desinfección	pH= 6,5-8,4
		DBO < 30mg/L
		SS<30mg/L
		< 200 NPM Coli Fecal/100mL
Reúso agrícola que no se consumen	Secundario-Desinfección	pH= 6,5-8,4
		DBO < 30mg/L
		SS<30mg/L
		< 200 NPM Coli Fecal/100mL

Nota. Fuente:(FAO,1999).

En el caso particular de Ginebra las características que tiene el agua residual proporcionan nutrientes al suelo, en cuanto a nitrógeno y fósforo, también se disminuye el costo de producción por contenido de nutrientes y aplicación de fertilizantes para el agricultor lo que proporciona un beneficio económico al igual que ambiental debido a que reduce el vertimiento a afluentes (Lasso & Ramírez, 2011). El riego se realiza por canales abiertos, además por el proceso que tiene el cultivo de caña de azúcar de postcosecha se eliminan los agentes bacterianos restantes, cabe destacar que el agua que es usada para riego de caña de azúcar está libre de helmintos, según los resultados del análisis microbiológico realizado para este estudio (Ver anexo 19.13). Además, según las características que tiene el agua residual no se podría utilizar en cultivos de uso directo, si no en cultivos que tienen un proceso para comercializar, ya que de acuerdo a las normas de la OMS 2006, la FAO de 1999 y la calidad ambiental y descargas de efluentes: usos del agua 2014, no cumple con los valores máximos permisibles para cada parámetro estudiado.

12.3. Conclusiones de la evaluación del componente ambiental

De acuerdo con los resultados obtenidos, el impacto ambiental generado por el tratamiento de agua residual al entorno con respecto a la generación de olores se da principalmente por la degradación normal de los compuestos orgánicos, los cuales no se dispersan a gran distancia, sin causar molestias para los empleados que permanecen en la PTAR y los habitantes aledaños.

Con respecto al impacto que ejerce el vertimiento del efluente a la fuente receptora que es dirigida a riego de cultivos, se podría decir que los resultados obtenidos sobrepasan las distintas normas (OMS 2006, FAO 1999 y Calidad Ambiental 2014 de Colombia) para riego de agua residual en cultivos, pero debido al proceso que se le realiza posteriormente a la caña de azúcar y que no es un producto de consumo directo permite que se pueda utilizar este tipo de agua, disminuyendo así el impacto ambiental en cuanto a grado de contaminación que llegaría al río Cauca, cabe destacar que de acuerdo con los resultados obtenidos la calidad del agua en la acequia Guabas después del vertimiento del efluente de la planta hay una mejoría en cuanto a la cantidad de materia orgánica.

La unión del efluente de la planta y la acequia del río Guabas se utiliza en su gran mayoría para riego de cultivo de caña de azúcar, por lo tanto, el caudal que desemboca al río Paporrinas-Sabaletas y finalmente al Cauca es mínimo o inexistente. Además, su uso proporciona nutrientes para el suelo del cultivo, disminuyendo costos por fertilizante y consumo de agua.

12.4. Recomendaciones componente ambiental

Se recomienda realizar muestreos para caracterizar el agua que es utilizada para los cultivos (aguas abajo), con el ánimo de compararlo con el efluente de la PTAR y tomar medidas para incrementar la eficiencia remoción de distintos parámetros y en un futuro se pueda disponer para otro tipo de cultivo.

Anteriormente los operarios cortaban la vegetación con guadaña, pero, al cortar este material quedaba en el interior de la laguna, por lo que después tenían que retirarlo. Como solución optaron por utilizar gramoxone, un herbicida utilizado para controlar un amplio espectro de maleza gramínea, pero su uso puede afectar al ambiente por ser una sustancia toxica. Por consiguiente, se recomienda tomar todas las medidas de prevención y control de esta sustancia, ya que, por su composición inorgánica, al ser vertido de manera accidental al interior de la laguna puede interferir con el tratamiento biológico.

En cuanto a los residuos sólidos generados por las actividades cotidianas de los trabajadores y los residuos de poda se recomienda realizar un plan de manejo integral.

13. EVALUACIÓN COMPONENTE TÉCNICO

13.1. Descripción de tecnología empleada

La planta de tratamiento piloto de aguas residuales del municipio de Ginebra está compuesta por un pretratamiento, una laguna anaerobia y una laguna facultativa.

Inicialmente, en diciembre de 1987 se tenía una propuesta de diseño de la planta de tratamiento realizado por el consorcio conformado por las firmas INGESAN LTDA y URS que constaba de 5 unidades de procesos diferentes como lo son,

- Lodos activados
- Zanjón de oxidación
- Filtro percolador
- Lagunas de oxidación
- Digestor aeróbico.

Lo que se buscaba era elaborar un diseño de la PTAR - para la población de Ginebra que contara con varios sistemas de tratamiento y además que sirviera de lugar de formación ó capacitación del personal que manejara las PTAR. ACUAVALLE, que es la entidad encargada de la operación y mantenimiento, para lo cual se requería una partida de 267 millones para la ejecución de la obra, los cuales no fue posible conseguir, por lo cual hubo otras soluciones para el tratamiento de aguas residuales del municipio más económicas, que cumplieron con las necesidades, con los recursos económicos con las obligaciones impuestas por la CVC y que sirviera además de planta experimental para evaluar la eficiencia en dos sistemas diferentes y/o complementarios.

Para su realización ACUAVALLE contrato los servicios de INCOL LTDA para el diseño del sistema de tratamiento, el cual requirió información de la localización, aforos y características de las aguas, y estudio de suelos realizado por INGESAM LTDA realizado en 1987.

13.2. Evaluación de parámetros de diseño

13.2.1. Población Proyectada para el diseño.

INCOL LTDA tomó los resultados de las proyecciones de población reportados en el informe del plan maestro de Acueducto y Alcantarillado de Ginebra, debido a que los métodos empleados en el plan maestro son los que comúnmente se utilizan para ese fin, y solamente se limitaron a analizar la información que aparece en la Tabla 12. Finalmente, para el diseño INCOL LTDA utilizó los resultados obtenidos por el método promedio.

Tabla 12. Población proyectada para el diseño

Método	Año				
	1989	1995	2000	2005	2010
Geométrico	6667	8005	9324	10860	12650
Logarítmico	6539	6727	8672	9860	11210
Promedio	6603	7816	8998	10360	11930

Nota. Fuente: INCOL LTDA (1990)

De acuerdo con el censo realizado por el DANE en el año 2005 la población del municipio de Ginebra en la cabecera municipal es de 7.915, lo cual es inferior a la proyectada por INCOL LTDA lo que implica que posiblemente el diseño fue sobredimensionado.

13.2.2. Nivel de complejidad.

En la memoria de diseño no se especificó el nivel de complejidad, por tal motivo no se tiene información respecto a este ítem.

13.2.3. Periodo de diseño.

El periodo de diseño total son 20 años el cual consta de la construcción de dos etapas, sin embargo, solo se construyó la etapa I, cuya vida útil es 10 años, es decir hasta el último periodo del año 2000.

13.2.4. Caudales de diseño.

Se tomó como base del diseño de la planta, las mediciones de caudales de aguas residuales efectuados por ACUAVALLE en marzo de 1990.

Para la estimación del caudal máximo ($Q_{\max}$) se adoptó un factor de mayoración (k) de 1.8, es decir que $Q_{\max} = Q_{\text{promedio}} \times 1.8$.

En la Tabla 13, se presenta los caudales de diseño estimados en los diferentes periodos,

Tabla 13. Caudales de diseño.

	Año					
	1987	1990	1995	2000	2005	2010
Q Promedio L.s ⁻¹	16,8	22,54	26,68	30,72	35,36	40,72
Q Máximo L.s ⁻¹	30,24	36,43	48,02	55,3	63,65	73,3
Q Mínimo L.s ⁻¹	4,52	10,91				

Nota.Fuente: INCOL LTDA (1990)

13.3. Descripción del sistema de tratamiento

La planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Ginebra maneja un caudal promedio de 27 L/s y un caudal máximo de 40 L/s, el cual se presenta en horas pico.

Este caudal corresponde a agua residual doméstica generado por una población aproximada de 13.0000 habitantes ubicados en la cabecera municipal y 480 habitantes de la zona rural, correspondientes a dos veredas Villa Vanegas y la Floresta, por la red de alcantarillado combinado con cobertura en la zona urbana del 99%.

La planta de tratamiento tiene dos tratamientos preliminares y un tratamiento biológico. El primer tratamiento preliminar está compuesto por una rejilla gruesa, un desarenador y una estructura de separación, ubicada en el exterior de la planta, el segundo tratamiento preliminar se encuentra en el interior de la planta y está compuesto por rejillas finas, desarenador y una trampa de grasas; posteriormente pasa al tratamiento biológico compuesto por dos lagunas de estabilización, anaerobia y facultativa.

De acuerdo con la rosa de los vientos del municipio de Ginebra Valle, los vientos predominantes se encuentran en dirección Sur-Oeste para el Norte-Este (meteoblue, s.f), en este sentido la ubicación de la entrada y salida de las lagunas de estabilización se encuentran en contra de los vientos predominantes, para el caso de la laguna anaerobia la dirección del flujo está en sentido del Norte-Este al Sur-Este y la laguna facultativa está en sentido Sur-Este al Norte-Oeste, lo que permite un adecuado flujo de los vientos para garantizar una mezcla conveniente en las lagunas.

Según la resolución 0330 del 2017 los dispositivos de salida deben estar ubicados en el extremo opuesto del ingreso para evitar cortos circuitos, por lo cual para ambas lagunas cumple esta determinación, ya que las salidas están al otro extremo de la entrada de agua residual, pero se encuentran alineadas, es decir en paralelo la entrada y salida de las lagunas de estabilización, lo cual aumenta los cortos circuitos, por ende se debería cambiar la ubicación de la salida o la entrada de las dos lagunas. Se debe colocar pantallas alrededor del conducto de salida para prevenir la salida de material flotante hacia el cuerpo de agua receptor asimismo dispositivos de nivel fijo o variable.

Primer pretratamiento. A 900 metros de la PTAR se encuentra ubicado el primer pretratamiento, conformado por una rejilla gruesa, desarenador y una estructura de separación. Las aguas residuales son conducidas por un canal de transición con dimensiones de 12 m de largo, 2,7 m de ancho y 2 m de profundidad (Ver Figura 7) hasta llegar a una rejilla gruesa con inclinación de 60 grados como se muestra en la Figura 8, la cual retiene sólidos superiores a $\varnothing 2,2''$, los elementos separadores (barras) son rectangulares, posee pasarela de concreto y carece de plataforma de drenaje.



Figura 7. Canal de transición



Figura 8. Rejillas gruesas

Inmediatamente después continúa la estructura de separación, por donde pasan los caudales de exceso que se producen en eventos de precipitaciones, en la zona de transición del agua desde la rejilla hasta la estructura de separación hay una canaleta de 60 cm de profundidad donde se retienen arenas, y un orificio lateral el cual se dirige el caudal de diseño de aguas residuales para la planta de tratamiento que se conducen por tubería de $\varnothing 12''$. Existen cámaras de inspección cada 60 m desde este pretratamiento hasta la planta que se utilizan para hacer mantenimiento a la conducción.

A este primer pretratamiento se le realiza mantenimiento cada 8 días, el cual consiste en el retiro arenas y sólidos de las rejillas, las primeras son depositadas en las zonas verdes de los alrededores y los sólidos son depositados sobre el pavimento, justo encima de la estructura de separación, permaneciendo en este sitio aproximadamente 15 días, luego son almacenados en costales o bolsas plásticas, durante este tiempo se generan alrededor de 2 costales cada uno con un peso aproximado de 15 Kilos, los cuales son entregados a la empresa de aseo de la localidad, llamada Proactiva.

Sin embargo, como se ilustra en la Figura 9 hay residuos retirados de las rejillas están dispersos en la zona verde.



Figura 9. Residuos sólidos – primer pretratamiento

Es importante resaltar que el acceso a esta unidad de tratamiento es difícil, ya que para ingresar hay que atravesar dos cercas con alambres de puas, colocando en riesgo la seguridad del operario. Por otro lado, la unidad de tratamiento no cuenta con escalera de acceso, por lo que el operario debe de llevar una escalera cuando realiza la actividad del retiro de arenas.

Segundo pretratamiento (en la PTAR).

El agua residual, transportada por tubería de Ø12” hasta la PTAR, es recibida por una unidad que hace parte del tratamiento preliminar con una dimensión de 13 m de largo, 1.5 m de ancho y 1.6 m de profundidad constituido por un canal de conducción dos rejillas finas, una a la entrada y otra a la salida del desarenador (Ver Figura 10).



Figura 10. Tratamiento preliminar – Rejillas y desarenador.

Rejilla. La rejilla ubicada en la entrada del desarenador es de material inoxidable, posee anchos y aberturas entre las barras de aproximadamente 12mm, los elementos separadores (barras) son redondas, con una inclinación de 60°; el mantenimiento se realiza cada 2 horas, el cual consiste

en el retiro de sólidos manualmente, posee pasarela de concreto lo que facilita la actividad (Ver Figura 11).



Figura 11. Rejilla fina – entrada desarenador.

Por otra parte, carece de plataforma de drenaje, los residuos retirados son depositados en primera instancia al lado de la unidad de tratamiento sobre el pavimento o suelo (ver Figura 12), de acuerdo con el operario se les adiciona cal viva con el fin de deshidratarlos evitando generación de olores y moscas, finalmente son llevados a los lechos de secado, a pesar de esto se evidenció que alrededor había moscas y gallinazos cerca de la unidad.



Figura 12. Disposición temporal de residuos de la rejilla.

Desarenador. Posterior a la rejilla se encuentra el desarenador construido en concreto, con una longitud de 11.51m de largo, 0.55 m de ancho y 0.65 de altura útil, hay dos estructuras de desarenación en paralelo, con el ánimo de facilitar el mantenimiento de la unidad, no obstante, no cuenta compuertas de sellado a la entrada y salida de la unidad como se muestra en la Figura 13.



Figura 13. Desarenador

De acuerdo con información suministrada por el operario, el tiempo de retención hidráulica es de 18 s, la unidad no cuenta con una estructura para controlar la velocidad a la salida de la unidad y medición del caudal, como el vertedero sutor, por tal motivo el caudal de entrada es estimado a partir del funcionamiento de las bombas, el cual oscila entre 27 L/s y 40 L/s en horas pico.

El mantenimiento se realiza cada 8 o 15 días dependiendo de la frecuencia de lluvias, el cual consiste en retiro de arenas, las cuales son depositadas en zonas verdes ubicadas en el interior de la planta, (Ver Figura 14).



Figura 14. Sitio de disposición de las arenas retiradas del desarenador

La salida de la unidad de tratamiento hay una rejilla con inclinación de 90° ; posee anchos y aberturas entre las barras de aproximadamente 12mm, los elementos separadores (barras) son redondas; no obstante, la separación entre las barras no es uniforme, ya que la rejilla ya se encuentra deteriorada (Ver Figura 15).

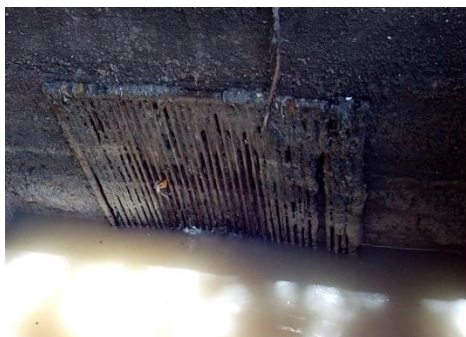


Figura 15. Rejilla fina - salida hacia la trampa de grasas

En Ginebra se encuentra gran cantidad de sitios clandestinos de peladeros de pollos, esto con lleva a que las plumas generadas de dicha actividad lleguen al sistema de alcantarillado, y posteriormente a la planta de tratamiento; una pequeña porción de estas es removidas en las rejillas, no obstante, la gran mayoría pasan a las siguientes unidades de tratamiento, pudiendo afectar su rendimiento ya que este residuo no es biodegradable. Para darle solución a esta problemática se ha intentado dialogar con la comunidad para disminuir la disposición de estos residuos al alcantarillado, pero como hay varios puestos ilegales no se ha podido llegar a un acuerdo, a pesar de que la norma exige a los restaurantes tener su propia trampa de grasa.

Trampa de grasas. A esta unidad llega el agua proveniente del desarenador, tiene una dimensión de 5,0 m de largo, 1.30 m de ancho y 3m de profundidad; posee un tabique, el cual se encuentra deteriorado, la unidad de tratamiento se encuentra cubierta con láminas metálicas livianas, las cuales impiden el ingreso de material vegetal pero no se encuentra completamente cubierta (ver Figura 16). El mantenimiento de esta estructura se realiza cada 8 días, el cual consiste en el retiro de grasas; en promedio se retiran alrededor de 5 kilos que posteriormente son llevados a los lechos de secado.



Figura 16. Trampa de grasas.

Estación de bombeo. El agua residual que sale de la trampa de grasa llega al pozo de bombeo de 4m de profundidad conformado por 3 bombas sumergibles como se evidencia en la Figura 17, dos de ellas de 25 L/s con 20 caballos de fuerza y una de 60 L/s con 45 caballos de fuerza, esta

última se utiliza en horas pico de 7 am a 4 pm, las horas restantes entran en funcionamiento las dos pequeñas, apagando la de mayor potencia. La tubería de impulsión conduce el agua a las cajas de distribución que lleva por tubería el caudal correspondiente a cada unidad de tratamiento; Laguna anaerobia 19 L/s y UASB 8 L/s (este último aporta caudal para las unidades experimentales).

La estación de bombeo funciona bajo un sistema electrónico y cuenta con una planta eléctrica de activación automática para suplir la energía cuando se suspende el servicio, el lavado de las bombas es a presión. Adicional cuenta con un sensor hace un año y medio que alterna el funcionamiento de las tres bombas de acuerdo con el caudal de entrada a la estación.



Figura 17. Estación de bombeo.

Laguna anaerobia. De acuerdo con la información suministrada por el operario de la planta, la laguna anaerobia, trata un caudal promedio de 19L/s, removiendo entre 65 a 70% de materia orgánica en un tiempo de retención de 2 días.

El mantenimiento consiste en retirar el sobrenadante el cual se realiza cada 8 días, evacuación de lodos una vez al año por medio de succión con la ayuda de una motobomba y poda de material vegetal que crece alrededor de la laguna una vez al mes. En la Tabla 14 se encuentran las dimensiones de la laguna.

Tabla 14. Dimensiones laguna anaerobia

Dimensiones	Laguna anaerobia
Volumen (m3)	3437
Profundidad (m)	4,0
Área superficial (m2)	1361,10
Largo (m)	52,15
Ancho (m)	26,10
Relación larga/ancho	2,0
Borde libre (m)	0,3
Talud interior	1 = 2,0

Nota.Fuente: INCOL LTDA (1990)

Las medidas anteriormente mencionadas con respecto al ancho y largo de las lagunas de estabilización fueron constatadas en terreno.

Respecto a la profundidad de la laguna anaerobia esta se encuentra dentro del rango establecido por diferentes autores (Yáñez, 1992; Mara y Pearson, 1998; Guevara y León - OPS/CEPIS, 1996).

En Figura 18 se evidencia el material podado en el interior de la laguna.



Figura 18. Taludes están sin revestir - Laguna anaerobia

La estructura de salida de la laguna anaerobia consta de un vertedero de 90° como se ve en la Figura 19, en este punto cada 8 días se mide DBO, DQO, Sólidos disueltos, Sólidos sedimentables, nitratos, nitritos, grasas, temperatura y pH.



Figura 19. Vertedero de 90 ° – Salida laguna anaerobia

Laguna facultativa. Según la información suministrada por el operario de la planta la laguna facultativa recibe el agua que sale de la laguna anaerobia y remueve el 20% de materia orgánica, con un tiempo de retención de 6 días, además recibe 7 L/s de la unidad ubicada en la zona de experimentación UASB.

La laguna facultativa tiene la facultad de tomar 2 sistemas: anaerobio en el fondo y aerobio en la superficie es por ello que esta laguna es menos profunda que la anterior para poder que los rayos del sol penetren a una profundidad de 30 centímetros y las algas realicen su fotosíntesis para liberar oxígeno (Alianza por el agua, 2008). En la Tabla 15 se muestran las dimensiones de diseño de la laguna.

Tabla 15. Dimensiones de la laguna facultativa.

Dimensiones	Laguna facultativa
Volumen (m3)	10324,5
Profundidad (m)	1,8
Área superficial (m2)	6316,88
Largo (m)	112,4
Ancho (m)	56,2
Relación larga/ancho	2,0
Borde libre (m)	0,3
Talud interior	1 = 2,0
Nota. Fuente: INCOL LTDA (1990)	

Cabe destacar que tanto para la laguna facultativa y anaerobia se constató las medidas de ancho y largo de la laguna, lo cual nos dio los mismos valores.

De acuerdo con la profundidad de la laguna, esta coincide con el valor recomendado por Stewart (2005), al igual que la laguna anaerobia, en la figura 20 se puede observar la laguna facultativa.



Figura 20. Laguna facultativa.

La relación largo ancho de la laguna es de 2:1, aunque, concuerda con lo recomendado por Stewart (2005) este aconseja preferiblemente una relación 3/1 con el ánimo de que el flujo sea tipo pistón.

Salida del efluente. El efluente que sale de la laguna facultativa es descargado a un predio contiguo a la PTAR para ser utilizado como agua de riego de cultivos de caña de azúcar.

En el canal de salida como se ve en la Figura 21 se evidenció espumas, originada por agentes tensoactivos, su presencia en las aguas residuales domesticas proviene de la descarga de detergentes utilizados en actividades de limpieza. También se pudo evidencia que el agua de la salida es turbia.



Figura 21. Efluente laguna facultativa

Es importante mencionar que, actualmente no se realiza medición de caudal a la entrada y salida de cada unidad de tratamiento de las lagunas de estabilización, debido a que no se cuenta con los mecanismos o instrumentos para su realización.

Lechos de Secado. Los lechos de secado de las lagunas de estabilización eran de aproximadamente 7m de ancho, 70 m de largo y 1.50 m de profundidad, sin embargo, estos no eran suficientes para almacenar los lodos generados por las lagunas en un periodo de tiempo de un año, por lo cual se realizó una ampliación en el año 2016 -2017 de los lechos de secado quedando así con una dimensión de 6 m de ancho, 133 m de largo y 1.4 de profundidad (ver Figura 22).



Figura 22. Lechos de secado

Se realizó la estimación de la producción de lodo de las lagunas de estabilización para el periodo operativo de un año a través del empleo de la tasa volumétrica “Per cápita” de acumulación (Ver ecuación 1) (Oakley,2005).

$$V = \frac{t_L * P * T * 365}{1000} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde,

V= volumen de lodo acumulado (m³)

t_L= tasa volumétrica per capita de acumulación de lodo (L/hab.día)

P= Población (hab) (10.488 Hab – Ginebra 2017)

T= tiempo de operación estimado para la remoción de lodo (años)

Para el caso de la laguna anaerobia la tasa volumétrica de acumulación de lodo (L/hab. día), de acuerdo con Mendonça, et al. (1990) es de 0.11 y para la laguna facultativa según Arceivala (1981) es de 0.08.

En este sentido, reemplazando los datos en la ecuación 1 en un año se generan alrededor 689 m³ lo que indica que el volumen de los lechos de secado después de la ampliación alcanzaría para almacenar los lodos generados por estas unidades en dicho periodo de tiempo.

Cabe resaltar que, en estos, también se depositan los residuos retirados de las unidades del tratamiento preliminar (rejillas finas y trampa de grasas) y el material retirado del alcantarillado municipal, el cual es llevado cada 3 a 4 veces al mes. De acuerdo, con la información suministrada por el operario no se lleva el control de la cantidad dispuesta en los lechos de estos residuos, con base al cálculo anterior, quedaría un volumen disponible de 428 m³ para su almacenamiento.

Como se muestra en la Figura 23, el material es dispuesto de manera inadecuada ya que se encuentra por fuera de la unidad de tratamiento.



Figura 23. Disposición de arenas del sistema de alcantarillado municipal.

De acuerdo con el operario de la planta, para garantizar que los lodos estén neutralizados, libres de patógenos y huevos de helmintos en un periodo de un año se adiciona cal viva al 20%, una vez finalizado este periodo de tiempo, el lodo neutralizado es usado para abono, remediación del suelo y cultivo de uva, por los dueños de las fincas aledañas sin ningún costo. De acuerdo con la OMS, antes de mover los lodos del sitio de secado, se debe de realizar una análisis microbiológico para verificar que no contenga huevos de helmintos, en el caso tal que se pretenda reusarlos en cultivos que se consumen crudos; campos deportivos; parques públicos (Categoría A) y en cultivos de cereales, praderas, forrajeros y arboles (Categoría B) el número de huevos de helmintos intestinales (Especies de Áscaris, Trichuris, y Anquilostomas) / 1000g peso mojado deberá de ser ≤ 1 , por otro lado para la (categoría A) la OMS especifica que los coliformes fecales NMP/100g Peso mojado deberá ser ≤ 1000 para su reuso (Mara y Cairncross, 1989), no obstante, a los lodos no se les realiza ninguna prueba de laboratorio que garantice que los lodos sean aptos para su reúso.

Se realizó una comparación de los parámetros de diseño vs los parámetros técnicos expuestos en la resolución 0330 del 2017.

A continuación, en la tabla 16 se muestran los resultados obtenidos,

Tabla 16. Parámetros de diseño Vs Parámetros técnicos

Parámetros	Diseño	Literatura	Cumple /No cumple
Rejillas			
Separación entre barros (cm)	1,25	1 a 2	Cumple
Limpieza	Manual	Manual /Mecánica	Cumple
Desarenador			
Diámetro de partícula a eliminar (mm)	0,2	$\geq 0,3$	No cumple
Velocidad horizontal (m/s)	0,3	0,3	Cumple
Número de unidades	2	≥ 2	Cumple
Laguna anaerobia			
Profundidad (m)	4	2,5 a 5	Cumple
Tiempo de retención hidráulico (días)	2	1 a 3	Cumple
Carga orgánica volumétrica gDBO5/m3. Día	84	100 a 500	No cumple
Borde libre (m)	0,3	0,3 a 0,5	Cumple
Laguna facultativa			
Profundidad (m)	1,8	1,5 a 2,5	Cumple
Tiempo de retención hidráulico (días)	6	5 a 30	Cumple
Carga orgánica superficial KgDBO5/ha. Día	258	100 a 350	Cumple
Borde libre (m)	0,3	0,3 a 0,5	Cumple

Nota. Fuente: Resolución 330 del 2017.

13.3.1. Capacidad de carga hidráulica presente y futura

De acuerdo, con lo expuesto en el título “13.2 Evaluación de parámetros de diseño” mencionado anteriormente, la planta de tratamiento fue para un periodo de diseño de 10 año (Etapa I), es decir hasta el año 2000, con una población de 8672 habitantes, un caudal promedio de 30.72 L/s y un caudal máximo de 55.3 L/s al final del periodo. No obstante, después de cumplir el tiempo de vida útil, la planta ha seguido operando hasta la actualidad, es decir 17 años más, sin embargo, las unidades de tratamiento no han sido rediseñadas ni ampliadas, excepto los lechos de secado.

Las lagunas de estabilización fueron diseñadas y construidas para tratar un caudal al final de la vida útil de 20L/s y el reactor UASB con un caudal de 10L/s lo que corresponde aproximadamente con el caudal promedio de diseño de 30.72 L/s de la PTAR.

En la actualidad se desconoce hasta que año la capacidad de diseño de las unidades de tratamiento dan abasto para suplir las necesidades a futuro sin afectar el rendimiento de la PTAR en cuanto al caudal. Por ello, se realizó una proyección de la población desde el año 2017 hasta el 2037 completando en total 20 años teniendo en cuenta el nivel de complejidad del sistema (Ver Tabla 21); la proyección de la población al igual que la estimación del caudal máximo se realizó anualmente, con el ánimo de identificar en que año sobre pasaba 30L/s correspondiente al caudal máximo que puede tratar la PTAR en la actualidad, con las unidades de tratamiento existentes mencionadas anteriormente.

Proyección de la población y periodo. En la Tabla 17 se muestra la información preliminar obtenida.

Tabla 16. Información preliminar

Nivel de complejidad	Según el RAS 2010 se clasifica en: Por población: medio al encontrarse en el rango 2501 a 12500 Por capacidad económica: bajo al predominar los estratos 1 y 2 (casi el 70%).
Periodo de diseño	Al tener un nivel de complejidad medio su periodo de diseño es 20 años
Registro del censo poblacional	Censos de la cabecera municipal de Ginebra realizados en el año 1985,1993 y 2005 por el DANE (5463,4184 y 7915 habitantes respectivamente).
Proyección de la población anual (2017 a 2037)	Método geométrico

Nota. Fuente: Elaboración propia

Caudales de la PTAR. La estimación de los caudales permite definir la vida útil de la PTAR, a través del cálculo de la cantidad de agua residual a tratar por año, comparando con el caudal máximo que puede tratar la PTAR de acuerdo con las unidades de tratamiento existentes.

Dotación de agua potable. Para estimar la dotación de agua potable se tuvo en cuenta la información del número de suscriptores y la distribución de la demanda con base a los estratos socioeconómicos y los sectores comerciales, oficiales e industriales.

A continuación, en las Tablas 18 y 19 se presenta la estimación de la dotación de agua potable a nivel residencial y para el sector comercial, oficial y otros respectivamente. Es importante mencionar que el valor de suscriptores utilizados tanto a nivel residencial como comercial, oficial y otros es el reportado para el mes de diciembre del 2016 por ser el valor más reciente.

Tabla 17. Dotación de agua potable residencial

Tipo de usuario	Q (m ³ .año ⁻¹)	No. De Suscriptores	% Suscriptores	hab. Estrato	Q (L.día ⁻¹)	Dotación L.(hab.d) ⁻¹
Estrato 1	72.261	399	15,1	1596	197.975	124
Estrato 2	258.464	1.530	58,0	6120	708.121	116
Estrato 3	130.035	688	26,1	2752	356.260	129
Estrato 4	8.911	20	0,8	80	24.414	305
Estrato 5	258	1	0,038	4	707	177
Estrato 6	0	0	0,0	0	0	0
Total Residencial	469.929	2.638	100,0		Dotación ponderada	100

* Se asumen densidad poblacional de 4 habitantes por vivienda

Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Dotación agua potable sector comercial, oficial y otros.

Tipo de usuario	Q (m ³ .año ⁻¹)	No. De Suscriptores	Q (L.día ⁻¹)	Dotación L.(Est.día) ⁻¹
Comercial	65.546	119	179.578	1.509
Oficial	25.237	29	69.142	2.384
Otros	145	1	397	397

Nota. Fuente: Elaboración propia

La dotación ponderada se determinó con la dotación calculada por cada estrato y el porcentaje de suscriptores que facturan el consumo por estrato en el año. En este sentido la dotación ponderada calculada es (100 L.hab⁻¹. d⁻¹).

Caudales de diseño. La estimación de caudales se realizó para el periodo actual y para cada uno de los años posteriores hasta alcanzar 20 años, para ello se realizó la proyección de la población al igual que para los establecimientos comerciales, oficiales y otros, mediante el método geométrico y la tasa de crecimiento empleada para la proyección de la población (1.8%) como se muestra en la Tabla 20.

Tabla 19. Proyección establecimientos en la cabecera municipal de Ginebra

Año	Establecimiento			
	Comercial	Oficial	Otros	
2016	119	29	1	
2017	121	30	1	
2018	123	30	1	
2019	126	31	1	
2020	128	31	1	
2021	131	32	1	
2022	133	32	1	
2023	135	33	1	
2024	138	34	1	
2025	141	34	1	
2026	143	35	1	propia
2027	146	36	1	el crecimiento de la caudales que se pueden próximos años en diseño medio, caudal de de diseño mínimo, matemáticas.
2028	149	36	1	
2029	151	37	1	
2030	154	38	1	
2031	157	38	1	
2032	160	39	1	
2033	163	40	1	
2034	166	40	1	(QDmed). El caudal de las descargas
2035	169	41	1	residencial,
2036	172	42	1	comerciales,
2037	176	43	1	

Nota. Fuente: Elaboración

Con esta información y población se calculó los presentar en los cuanto al: Caudal de diseño máximo y caudal mediante ecuaciones

Caudal de diseño medio agua residual considera provenientes del sector establecimientos institucionales y otros.

- Caudal medio de agua residual doméstica.

La fracción abastecida que ingresa a la red colectora en forma de agua residual se denomina coeficiente de retorno (von Sperling, 2012). Se estima que cerca del 15%-20% del agua distribuida se pierde aún antes de entrar en las redes de alcantarillado (HYDRA Ingeniería Ltda., 2003). El valor del coeficiente de retorno adoptado es 80%, debido a que corresponde a uno de los valores recomendados por el RAS 2010 título D para un nivel de complejidad medio,

establecido como porcentaje confiable para Colombia. En la Tabla 21 se muestra el resultado del caudal medio de agua residual doméstica.

Tabla 20. Caudal medio de agua residual doméstica

Año	Población	Dotación	Coefficiente de retorno	Caudal medio ARD (L.s-1)
2017	9.887			9,14
2018	10.072			9,31
2019	10.260			9,49
2020	10.452			9,66
2021	10.648			9,84
2022	10.847			10,03
2023	11.050			10,22
2024	11.257			10,41
2025	11.468			10,60
2026	11.682			10,80
2027	11.901	100	0,8	11,00
2028	12.123			11,21
2029	12.350			11,42
2030	12.581			11,63
2031	12.817			11,85
2032	13.057			12,07
2033	13.301			12,30
2034	13.550			12,53
2035	13.803			12,76
2036	14.061			13,00
2037	14.325			13,24

Nota. Fuente: Elaboración propia

- Caudal medio comercial, oficial y otros.

En las Tabla 22 se detallan los resultados encontrados.

Tabla 21. Caudal medio diseño de agua residual de establecimientos comerciales, oficiales y otros.

Año	Comercial	Dotación	Caudal medio ARD (L.s-1)	Oficial	Dotación	Caudal medio ARD (L.s-1)	Otros	Dotación	Caudal medio ARD (L.s-1)
2017	121	—	1,69	30		0,65	1		0,0037
2018	123	—	1,73	30		0,66	1		0,0038
2019	126	1509,07	1,76	31	2384,27	0,68	1	397,26	0,0039
2020	128	—	1,79	31		0,69	1		0,0040
2021	131	—	1,82	32		0,70	1		0,0040

Año	Comercial	Dotación	Caudal medio ARD (L.s-1)	Oficial	Dotación	Caudal medio ARD (L.s-1)	Otros	Dotación	Caudal medio ARD (L.s-1)
2022	133	—	1,86	32		0,72	1		0,0041
2023	135	—	1,89	33		0,73	1		0,0042
2024	138	—	1,93	34		0,74	1		0,0043
2025	141	—	1,96	34		0,76	1		0,0043
2026	143	—	2,00	35		0,77	1		0,0044
2027	146	—	2,04	36		0,79	1		0,0045
2028	149	—	2,08	36		0,80	1		0,0046
2029	151	—	2,12	37		0,81	1		0,0047
2030	154	—	2,16	38		0,83	1		0,0048
2031	157	—	2,20	38		0,85	1		0,0049
2032	160	—	2,24	39		0,86	1		0,0049
2033	163	—	2,28	40		0,88	1		0,0050
2034	166	—	2,32	40		0,89	1		0,0051
2035	169	—	2,36	41		0,91	1		0,0052
2036	172	—	2,41	42		0,93	1		0,0053
2037	176	—	2,45	43		0,94	1		0,0054

Nota. Fuente: Elaboración propia

Caudal de infiltración (Q_I). El alcantarillado de Ginebra es combinado con una longitud de 25.522 km para el año 2016 según información suministrada por ACUAVALLE. Se adopta una constante de infiltración de 0.525.

$$Q_I = 0,525 \text{ L.s}^{-1}.\text{km}^{-1} * 25,522 \text{ km}$$

$$Q_I = 13,39 \text{ L.s}^{-1}$$

Finalmente, el caudal medio diseño de agua residual para la cabecera municipal de Ginebra corresponde a la sumatoria de los caudales medios de diseño de agua residual para cada año de agua residual doméstica, comercial, oficial y otros y el caudal de infiltración. En la Tabla 19 se muestran los resultados calculados para el Q_{Dmed} .

Caudal de diseño mínimo (Q_{Dmin}). El coeficiente de minoración que se optó es de 0.25, ya que Ginebra al ser una población mediana, la actividad nocturna, que es la que refleja por lo general el caudal mínimo, no es significativa. En la Tabla 19 se muestran los resultados calculados para el Q_{Dmin} .

Caudal de diseño máximo (Q_{Dmax}). El factor de mayoración empleado se obtuvo por la fórmula de Mara, el cual es utilizado para ciudades latinoamericanas. En la Tabla 23 se muestran los resultados calculados para el Q_{Dmax} .

Tabla 22. Caudales de diseño

Año	QD med (L/s)	QDmin (L/s)	QDmax (L.s ⁻¹)
-----	--------------	-------------	----------------------------

2017	24,89	6,22	48,12
2018	25,10	6,28	48,66
2019	25,32	6,33	49,21
2020	25,55	6,39	49,77
2021	25,77	6,44	50,33
2022	26,00	6,50	50,91
2023	26,24	6,56	51,49
2024	26,48	6,62	52,09
2025	26,73	6,68	52,69
2026	26,98	6,74	53,30
2027	27,23	6,81	53,92
2028	27,49	6,87	54,55
2029	27,75	6,94	55,19
2030	28,02	7,01	55,84
2031	28,29	7,07	56,50
2032	28,57	7,14	57,18
2033	28,86	7,21	57,86
2034	29,15	7,29	58,55
2035	29,44	7,36	59,25
2036	29,74	7,44	59,97
2037	30,05	7,51	60,69

Nota. Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados obtenidos, el caudal máximo estimado para el año 2017 es de $48,12 \text{ L.s}^{-1}$, sin embargo según la información suministrada por Acuavalle el caudal medio tratado en la STAR entre el mes de enero y mayo del año 2017, está en un rango promedio mensual de $24,9 \text{ L.s}^{-1}$ y $38,3 \text{ L.s}^{-1}$, a pesar que este valor es menor que el estimado igualmente indica que el caudal máximo de tratamiento de la PTAR de 30 L.s^{-1} para el cual fue diseñada, está siendo sobre pasado en el año vigente, debido a que se diseñaron dos etapas pero solo se construyó una.

13.3.2. Evaluación de parámetros de diseño Vs parámetros de operación.

Se realizó un chequeo de las dimensiones de largo y ancho, con mediciones hechas en campo y consulta con los operarios, las cuales coinciden con las dimensiones de diseño anteriormente mencionadas, exceptuando la trampa de grasa ya que esta no estaba contemplada en el diseño.

El caudal de diseño de las lagunas es 20 L/s , con un tiempo de retención de mínimo de 2 y 6 días para la laguna anaerobia y facultativa, respectivamente.

Se realizó la medición de caudal a la salida de la laguna anaerobia y facultativa por el método de vertedero, durante dos días, con el ánimo de verificar si el tiempo de retención de cada laguna corresponde al diseño. En la Tabla 24 se ilustran los resultados obtenidos.

Tabla 23. Tiempo de retención hidráulica de la salida de la laguna anaerobia y facultativa

	Horas	Día 1		Día 2	
		Caudal medio (L/s)	Tiempo de retención (Días)	Caudal (L/s)	Tiempo de retención (Días)
Salida anaerobia	10:00 a. m.	26,04	1,527	20,24	1,965
	11:00 a. m.	28,29	1,406	26,04	1,527
	12:00 p. m.	25,03	1,589	29,29	1,358
	01:00 p. m.	26,04	1,527	27,64	1,439
Salida facultativa	10:00 a. m.	22,83	5,235	19,41	6,156
	11:00 a. m.	23,83	5,015	22,55	5,300
	12:00 p. m.	25,25	4,733	24,67	4,844
	01:00 p. m.	25,25	4,733	22,68	5,270

Adicionalmente se verificó el tiempo de retención hidráulica de la laguna facultativa con el caudal medio promedio mensual, para el año 2017 iniciando en el mes de enero hasta el mes de mayo (Ver Tabla 25) y el caudal medio promedio anual reportados por la CVC (Ver Tabla 26).

Tabla 24. Tiempo de retención hidráulica promedio mensual de la laguna facultativa

		Año	Mes	Caudal medio (L/s)	Tiempo de retención (Días)
Salida facultativa	2017		Ene	23,8	5,021
			Feb	24	4,979
			Mar	34,3	3,484
			Abr	36,3	3,292
			May	37,2	3,212

Tabla 25. Tiempo de retención hidráulica anual de la laguna facultativa

		Año	Caudal medio (L/s)	Tiempo de retención (Días)
Salida facultativa		2010	19,13	6,247
		2011	29,28	4,081
		2012	35,5	3,366
		2013	23,1	5,173
		2014	46,9	2,548
		2016	29,4	4,065

Finalmente, se concluye que el tiempo de retención para ambas lagunas no cumple con el tiempo mínimo establecido en el diseño, con excepción del año 2010 en la salida de la laguna facultativa con un tiempo de retención de 6.2 días. Es importante resaltar que los datos medidos en campo de caudales (día 1 y día 2) fueron tomados en el mes de septiembre del 2017. Según información suministrada por el operario de turno, la tubería que transporta el agua a la PTAR estaba obstruida hace tres meses, y por lo tanto no estaba llegando todo el caudal que generalmente ingresa.

En la tabla 27 se observa los parámetros de carga superficial y volumétrica para las lagunas de estabilización.

Tabla 26. Parámetros de las lagunas de estabilización

	Recomendaciones de la Literatura		Diseño		Ginebra					
	Mara et al, 1992,1996;	Yanez,1992		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2017
Laguna anaerobia										
CA (KgDBO/d)			288,54	774	719	699	712	700	704	589
CS** (Kg/Ha/d)			2110	5662	5255	5112	5207	5122	5150	4308
COV*** (grDBO/m3/d)	100-400	100-480	84	225	209	203	207	204	205	171
Laguna Facultativa										
CA (KgDBO/d)			163,02	269	259	239	252	255	251	207
CS** (Kg/Ha/d)	275-350	275-350	258	425	410	379	399	404	398	327

Nota. Fuente: Elaboración propia.

CS** Carga superficial.

COV*** Carga volumétrica.

De acuerdo con Mara y Pearson (1998), las cargas volumétricas deben estar por encima de 100 gDBO/m3. d para mantener las condiciones anaerobias y por debajo de 400 gDBO/m3. d para evitar malos olores; en este sentido, las cargas volumétricas históricas de la laguna anaerobias se consideran aceptables.

En la laguna facultativa, las cargas superficiales históricas se encuentran entre los 258 y 425 kg DBO/ha.d; de acuerdo con Mendonça (2000) las cargas superficiales que excedan los 250 kg DBO/ha.d pueden ocasionar la aparición de malos olores; mientras que cargas que excedan los 400 kgDBO/ha.d puede ocasionar la anaerobiosis lo que repercute en bajas eficiencias.

Por otro lado, los valores de carga superficial de la laguna anaerobia como la facultativa desde el 2010 hasta el 2017 sobrepasa la carga superficial de diseño. Al igual que la carga volumétrica en la laguna anaerobia.

13.4. Evaluación de eficiencia del sistema de tratamiento

13.4.1. Caracterización de agua residual

Con ánimo de evaluar la eficiencia del sistema de tratamiento, se analizó los resultados de las caracterizaciones obtenidos a partir de un muestreo compuesto realizado el 19 de diciembre de 2016 en horas de la mañana y tarde a la entrada y salida de la planta, por el proyecto de regalías. Las muestras fueron llevadas al laboratorio LIA de la universidad Javeriana para la determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, cuyos resultados se encuentran en anexo 19.11 y la información suministrada del operario de la planta de Ginebra entre los meses de enero y junio del 2017 Ver anexo 19.12, teniendo en cuenta que estos datos fueron tomados por el operario entre la mañana y la tarde que es su jornada laboral, adicionalmente, se llevó a cabo 5 muestreos puntuales realizados entre semana durante el mes de mayo del 2017, cada día se tomó un horario diferente que oscilaba en un rango de 8am a 3pm, teniendo en cuenta la entrada y salida de la laguna anaerobia y la salida facultativa como se ve en la Figura 24, las muestras fueron llevadas al laboratorio de CINARA y el CIAT para la determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos cuyos resultados se encuentran en el anexo 19.13.

Los parámetros que se tuvieron en cuenta para el análisis fueron la DQO total, DBO₅, sólidos suspendidos totales, oxígeno disuelto, Nitrógeno total, nitratos, pH, temperatura, conductividad eléctrica, coliformes fecales y huevos de helminto.



Figura 24. Muestreo puntual

Muestreo compuesto.

En la Tabla 28 se encuentra los resultados obtenidos del muestreo compuesto

Tabla 27. Resultados obtenidos del muestreo compuesto

Parámetro	Unidades	Entrada a la planta	Salida de la planta	Normatividad (Resolución 631 del 2015)
DBO ₅	mg/L	331	290	90

DQO	mg/L	790,8	666,1	180
Sólidos suspendidos totales	mg/L	137,3	92,7	90
Nitratos	mg/L N-NO ₃	1,65	2,67	-
Nitritos	mg/L N-NO ₂	0,089	0,059	-
Nitrógeno total	mg/L N	38,3	48,7	-
Fósforo total	mg/L P	8,07	13,9	-
Grasa y aceite	mg/L	11,23	<3,5	20
Detergentes (sustancias activas al azul de metileno)	mg/L	27,6	17,4	-
Coliformes Totales	NMP/100mL	24000	18000	
Coliformes fecales	NMP/100mL	17000	3400	

Nota.Fuente: Laboratorio Universidad Javeriana

Muestreo compuestoDe acuerdo con la normatividad colombiana para vertimientos a cuerpos de agua superficial (Resolución 0631 del 2015), para los parámetros DBO₅, DQO, y SST, en la salida de la PTAR excede con los valores máximos permitidos, es decir que excede lo recomendado por la norma en un 68,9 %, 72,9% y 2,9% respectivamente.

Para el parámetro de grasa y aceite el resultado obtenido es menor al valor máximo permisible de 20mg /L, lo que indica que las natas son removidas eficazmente, a pesar de que la unidad de trampa de grasas puede tener mayores eficiencias debido a que esta unidad actualmente está deteriorada.

Con respecto a los resultados microbiológicos para coliformes fecales y totales se remueve un 80% y 25% respectivamente, aunque en la norma no se especifica un valor máximo permisible en la concentración de estos parámetros.

Los resultados, expuestos en la Tabla anterior, indican que la planta está removiendo los parámetros mencionados, pero no en el porcentaje que se espera según los datos de este muestreo.

Muestreos puntuales.

Para el análisis de los resultados puntuales se tomó los realizados en campo y los datos suministrados por el operario de la planta.

En la Figura 25, la DQO del afluente de la laguna anaerobia tiene un comportamiento descendiente alcanzando su punto mínimo el miércoles 10 de mayo, los días subsiguientes vuelve a incrementar la concentración. Los puntos muestreados tienen un comportamiento heterogéneo teniendo su mayor concentración el día lunes 15 de mayo del 2017 en el efluente de la laguna facultativa mientras que en el efluente de la anaerobia se presenta el día martes 20 de junio del 2017. El porcentaje de remoción de la laguna facultativa, para el día 2 de mayo es decreciente, para los demás días está en un rango entre 48 y 9.5%, sin embargo, con un TRH de 5 días cumple con la normatividad vigente.

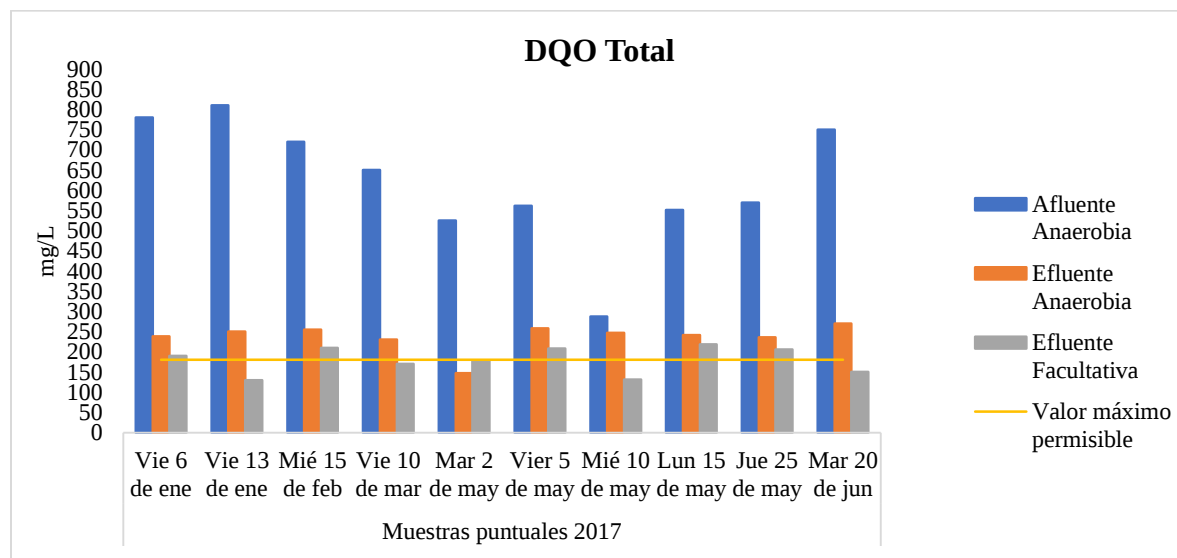


Figura 25. Concentración de DQO (mg/L) año 2016-2017.

En la Figura 26 se ilustra los resultados de la DBO_5 en el afluente y efluente de la laguna anaerobia y el efluente de la laguna facultativa, con un comportamiento heterogéneo en los 3 puntos de muestreo.

La concentración de DBO_5 en el afluente de la laguna anaerobia oscila entre 400 y 290 mg/l, mientras que el efluente se encuentra entre 125 y 110 mg/L con una eficiencia de remoción máxima de 67.9%. En cuanto al comportamiento del efluente de la facultativa fue totalmente inverso al de la laguna anaerobia, aumentando su concentración en el mes de enero, sin embargo, en los meses siguientes desciende, removiendo un porcentaje entre 32.2 y 22.7%, logrando cumplir con la normatividad vigente.

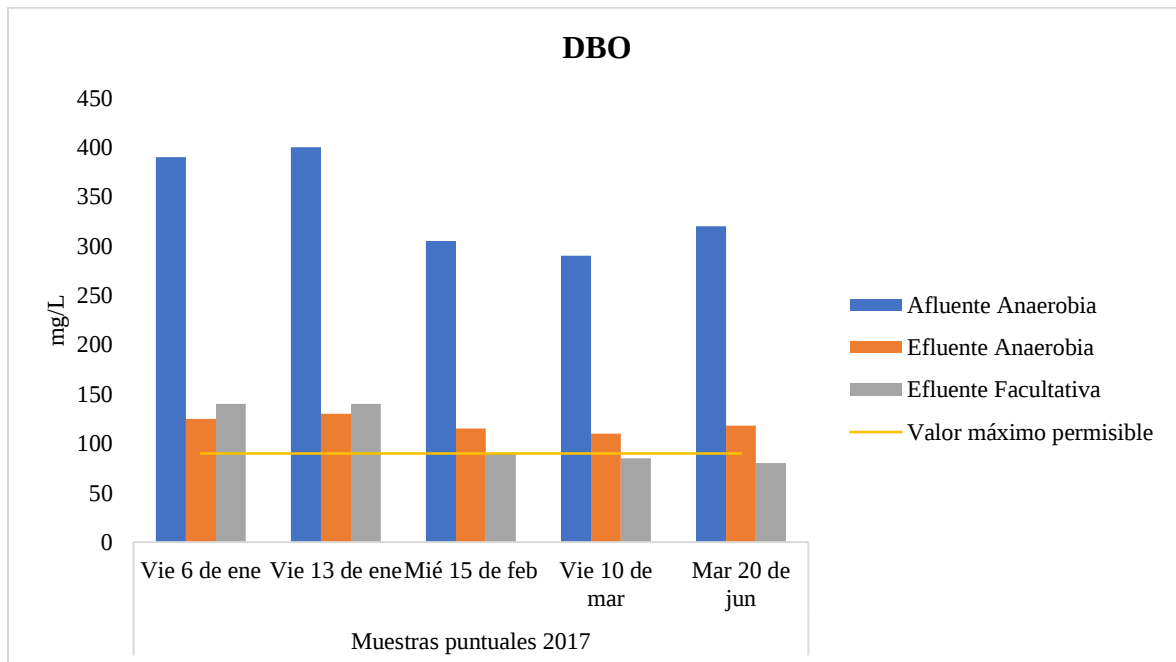


Figura 26. Concentración DBO(mg/L) año 2016-2017

El comportamiento de SST en la Figura 27 muestra que los tres puntos de muestreo son variados, la eficiencia de remoción de la laguna anaerobia se encuentra en un rango de 4 y 81.3%, en cambio el día 5 de mayo se presentó una ineficiencia de -346%. En cuanto al efluente de la laguna facultativa, se puede observar que aumenta la concentración de SST (mg/L) respecto a la concentración de entrada, sobrepasando el límite máximo permitido de 90mg/L según la normatividad vigente.

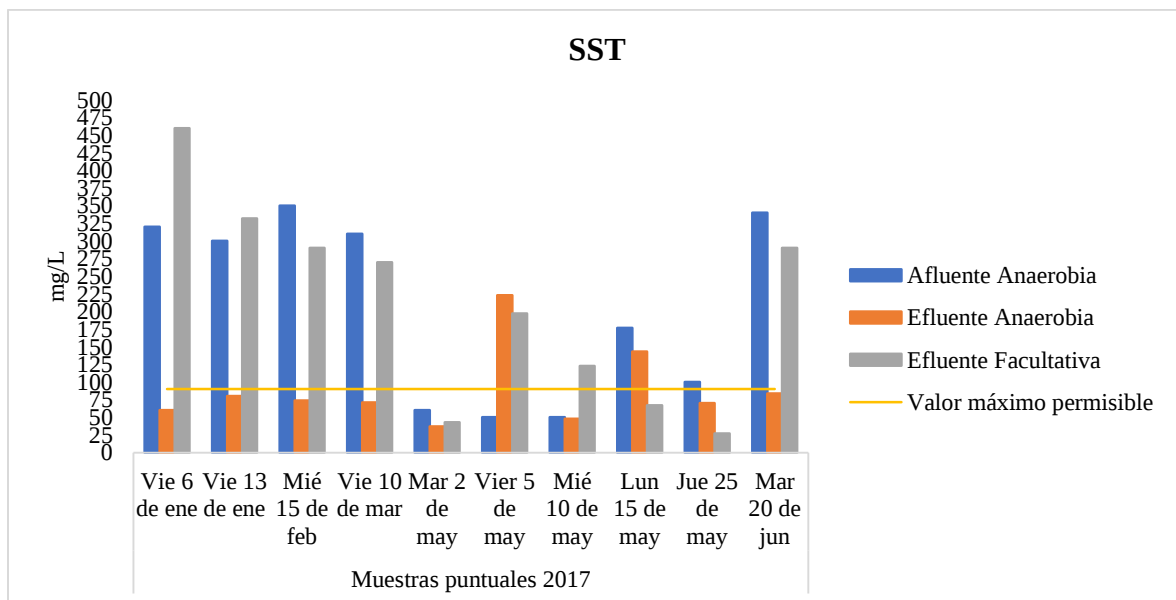


Figura 27. Concentración SST (mg/L) año 2016-2017.

En la Figura 28 el oxígeno disuelto en el efluente de la laguna anaerobia es constante en todos los días de medición, conservado un valor de cero exceptuando el día miércoles 15 de febrero con una variación de 0.1. Cabe resaltar que los resultados obtenidos eran los esperados al tratarse del efluente de un tratamiento anóxico. Respecto al efluente de la laguna facultativa los valores oscilan entre 5.43 y 7.89 mg de O_2/L lo que nos indica que la capa superficial de la laguna facultativa está oxigenada permitiendo una buena actividad fotosintética.

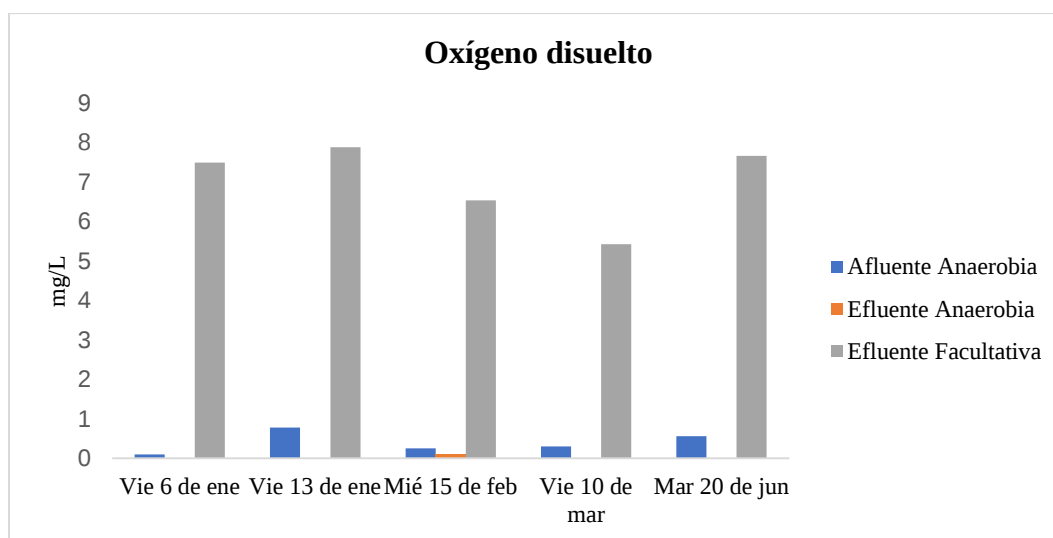


Figura 28. Concentración O_2 (mg/L) año 2017.

En la Figura 29 se puede observar un decaimiento en la concentración de los coliformes fecales, lo que representa una disminución de la concentración de las bacterias patógenas presentes en los efluentes tanto en la laguna anaerobia como facultativa; exceptuando el día lunes 15 de mayo, en el cual la salida de la laguna anaerobia presentó aumento en la concentración, lo cual puede estar asociado a diferentes factores como la temperatura, radiación solar, Ph, DBO, nutrientes y sedimentación, según León (1995). La remoción al final del tren de tratamiento se encuentra en un rango entre 84.74% y 98.96%, pero la concentración de coliformes en el efluente de la laguna facultativa sigue siendo representativa de acuerdo al uso final del efluente, estando en un rango de 2.900.000 y 13.200 (UCF/100 ml), una de las formas de reducir la concentración de acuerdo con León (1995) es aumentando el tiempo de retención hidráulico en las lagunas de estabilización de 5 a 30 días o más teniendo en cuenta las características del agua residual, temperatura y radiación solar.

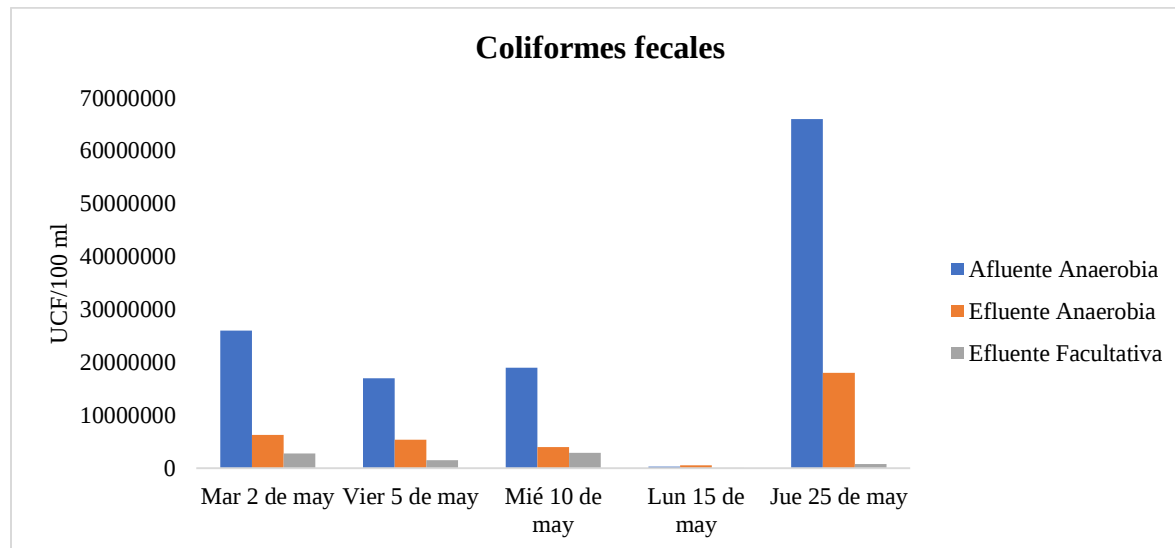


Figura 29. Concentración coliforme fecales (UFC/100mL) año 2017.

Los huevos de helmintos son agentes patógenos que parasitan al ser humano y son evacuados por las heces fecales, las cuales se encuentran en las aguas residuales domésticas. Según la Figura 30 se encontró que para todos los días de muestreo había 7 huevos de helmintos en la entrada de la laguna anaerobia, los cuales fueron eliminados el 100% por medio del tratamiento de las lagunas de estabilización a partir de la sedimentación.

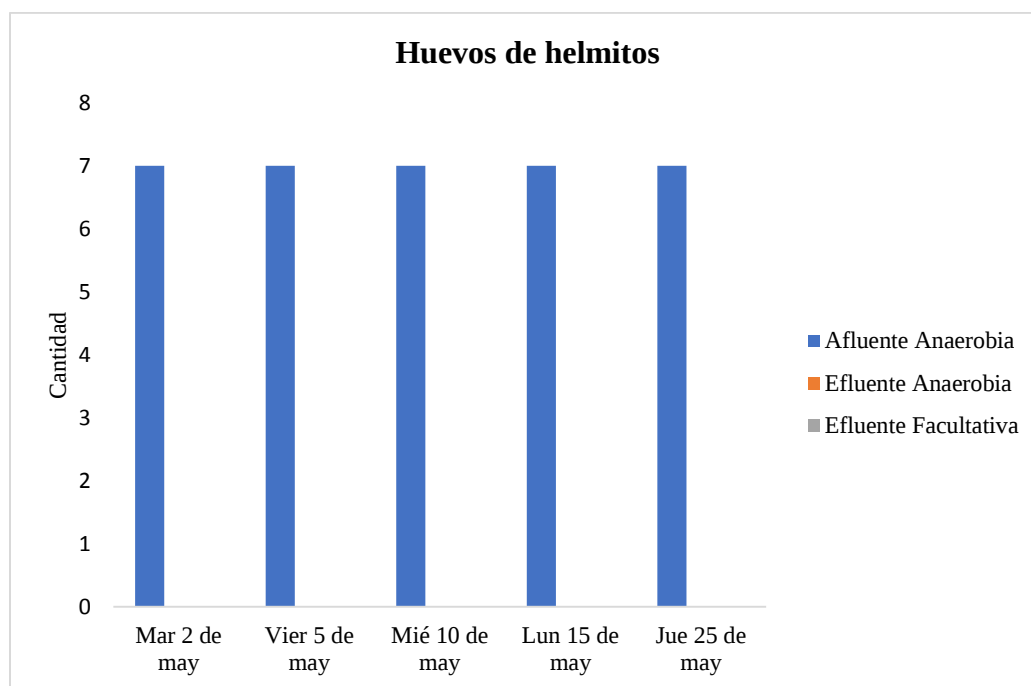


Figura 30. Cantidad de número de Huevos de Helmintos.

En la Figura 31 se puede percibir que hay un decaimiento y crecimiento en el comportamiento del nitrógeno total en los 3 puntos de muestreo, en el efluente de la laguna anaerobia se presenta una mayor concentración de nitrógeno total comparado con los otros puntos, puesto a que las bacterias presentes en la laguna anaerobia convierten los nitratos y nitritos a nitrógeno orgánico y amoniacal.

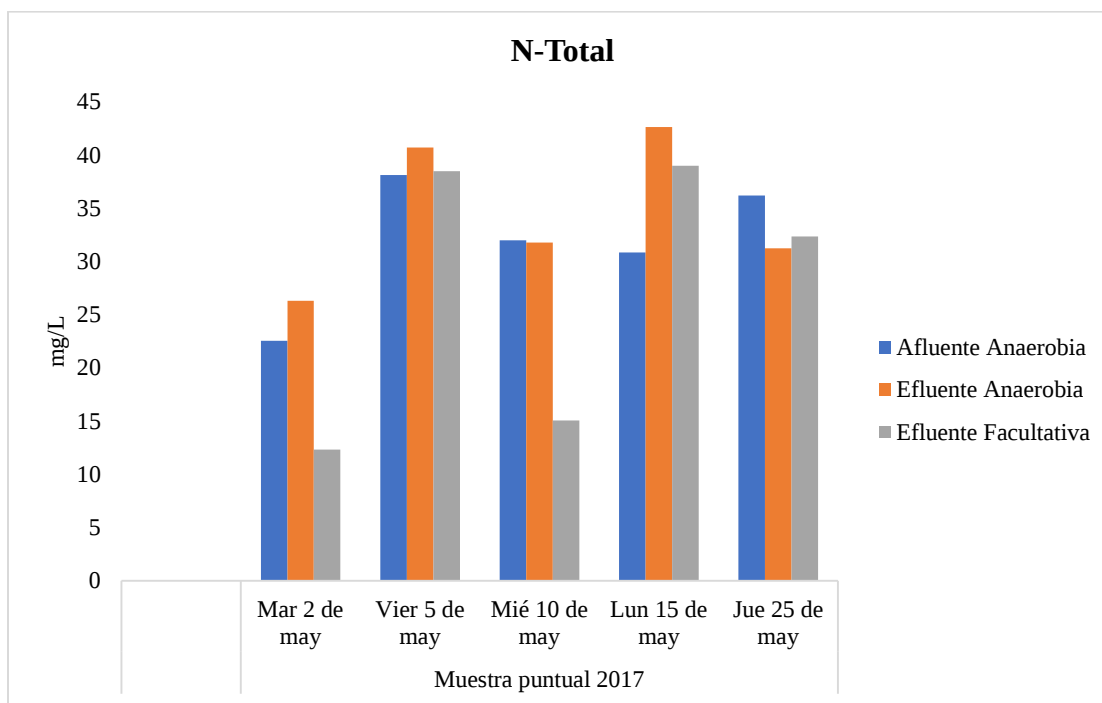


Figura 31. Concentración N- Total (mg/L) año 2017.

En la Figura 32 de nitratos muestra que los valores máximos estuvieron en el afluente anaerobio y efluente facultativa, esto se debe a que, en la laguna anaerobia, esta forma desaparece para reducirse a nitrógeno orgánico y amoniacal.

La concentración presente de nutrientes en el agua residual que se encuentra en la laguna facultativa permite el desarrollo de algas, las cuales son esenciales para el adecuado funcionamiento de esta, además los nitratos pueden ser utilizados por los microorganismos, de esta manera se incorporan al tejido celular y vuelven a formar parte del nitrógeno orgánico presente en el medio. Por otro lado, estos también pueden ser reducidos por las bacterias desnitrificantes y como producto final son gaseosos y muy poco solubles, por ende, tienden a escapar de la laguna e incorporarse a la atmosfera (Alianza por el agua, 2008).

El efluente de la laguna aporta beneficios al suelo usado para cultivo de caña, ya que su valor no excede 5 mg/L, lo que no implica ninguna restricción.

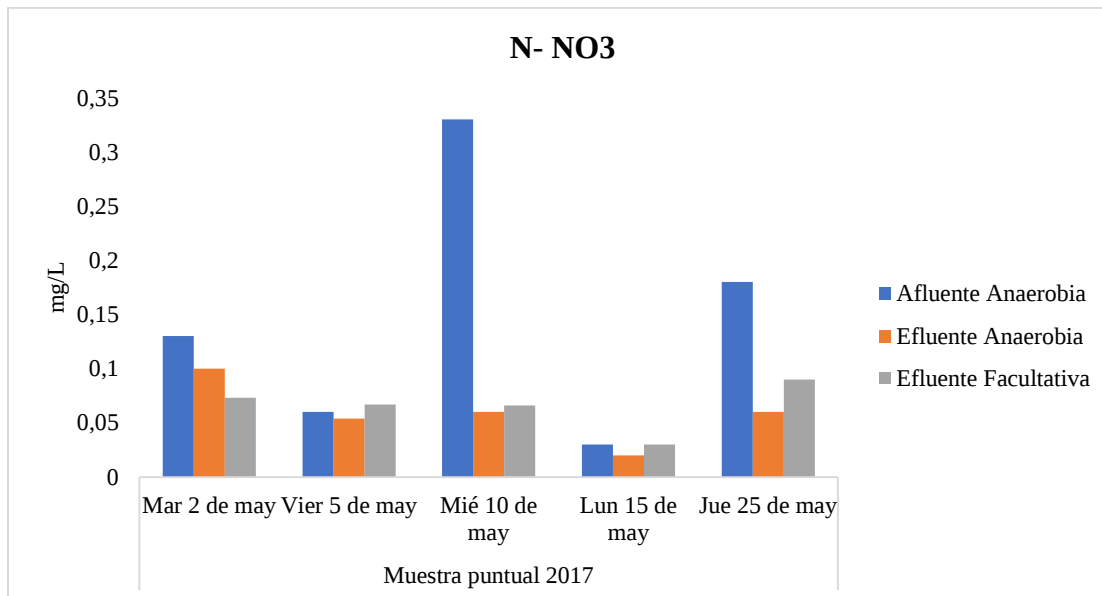


Figura 32. Concentración N-NO₃ (mg/L) año 2017.

La PTAR, al encontrarse en un medio tropical donde no se presentan cambios de temperatura relacionada a variaciones estacionales, tiene una temperatura ambiente promedio entre 28 y 30 °C a lo largo del año, por lo cual las variaciones que se puedan presentar no afectan significativamente la temperatura en las lagunas (Alianza por el agua, 2008).

De acuerdo con los resultados de la Figura 33 la temperatura de las lagunas tiene un comportamiento similar en cuanto a su variación, el cual oscila en un rango entre 30 y 24.9 °C, en donde las mayores temperaturas se registraron en horas cercanas al medio día; es importante resaltar que el día miércoles 10 de mayo se observó la mayor variabilidad entre el efluente de la laguna anaerobia y el efluente de la laguna facultativa, siendo esta última mayor, con una diferencia de 4 C.

Los valores respecto al efluente de la laguna facultativa se encuentran dentro de los valores máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público, establecidos en el artículo 8 de la Resolución 0631 del 2015.

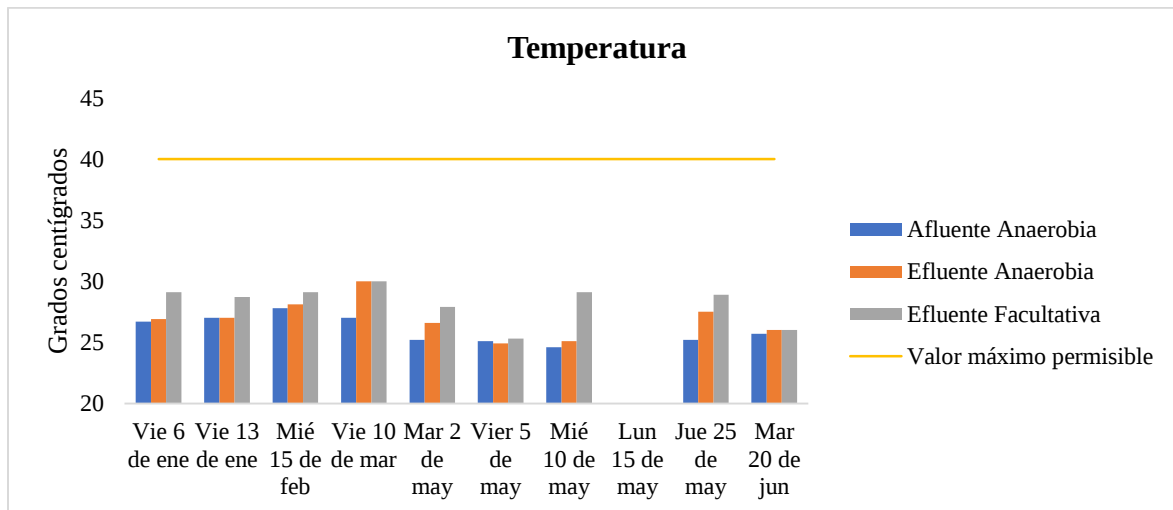


Figura 33. Temperatura 2017.

De acuerdo con la Figura 34 los valores de pH de las lagunas se encuentran dentro del rango establecido por el tipo de sistema de tratamiento para la actividad microbiana, el efluente anaerobio y facultativo tienen un máximo de 6,9 y 8,3 unidades, un mínimo de 6,3 y 6,9 unidades respectivamente.

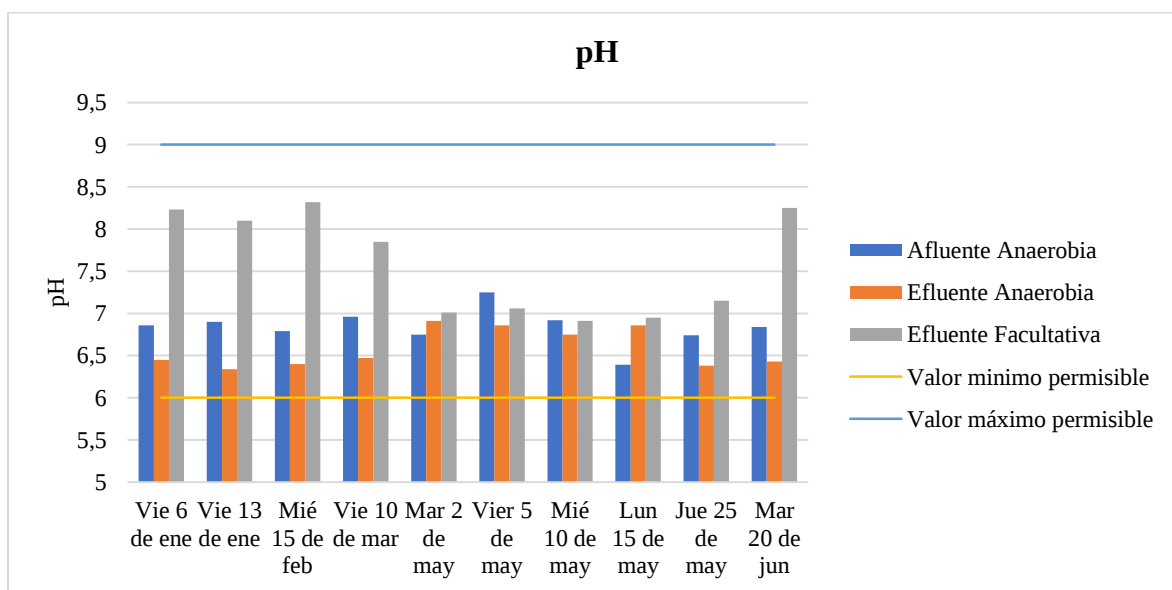


Figura 34. pH 2017.

De acuerdo con los resultados presentados anteriormente, se puede evidenciar que los valores que se muestran en la caracterización del muestreo compuesto el día 19 de diciembre del 2016 son atípicos o de mayor concentración para los distintos parámetros analizados, no obstante, con

la información que se cuenta no se puede inferir las causas de tal incremento respecto a la mediana de los valores tomados en el año 2017.

13.4.2. Parámetros de DQO, DBO₅ y SST para datos históricos.

Se analizó la tendencia del comportamiento anual comprendido entre los años 2010 al 2015 para los parámetros de DQO, DBO₅ y SST, con base en información suministrada por el operario de la planta.

A continuación, se muestran los porcentajes promedio de remoción para los parámetros mencionados anteriormente (ver Tabla 29).

Tabla 28. Porcentaje de remoción para datos históricos del efluente de la planta

Parámetro	Año	Porcentaje Promedio de Remoción tratamiento
DQO	2010	64,35
	2011	75,28
	2012	73,73
	2013	74,14
	2014	74,59
	2015	72,84
DBO ₅	2010	63,46
	2011	66,89
	2012	70,06
	2013	72,80
	2014	74,90
	2015	85,14
SST	2010	47,71
	2011	53,00
	2012	65,93
	2013	79,22
	2014	45,25
	2015	75,38

Nota. Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la norma colombiana del Decreto 1594 de 1984 para vertimientos en cuerpos de agua superficiales los valores permisibles para los parámetros mencionados en la Tabla anterior es el 80% de remoción para cada uno.

Entre los años 2010 y 2014 estaban regidos por la norma 1594/84 que, según el resultado presentado para la salida del efluente de la planta, lo que corresponde a la remoción total del tratamiento ningún parámetro llega a ser removido el 80%. Posteriormente se hará la comparación de cada parámetro desde el año 2010 al 2015 con la norma vigente la resolución 0631 de 2015.

En la Figura 35 el parámetro de DQO muestra que para los años 2011 y 2012 el valor dado esta aproximado al valor máximo permitido, los demás años no cumplen con la norma vigente el 0631 del 2015 para la salida del efluente de la laguna facultativa, a pesar de que están muy cercanos al máximo permisible.

Se puede observar que este parámetro a través del tiempo en la laguna anaerobia está la mayor remoción de este parámetro llegando casi al 70%, en cuanto a su comportamiento en los tres puntos de muestreo no se presentan gran variabilidad.

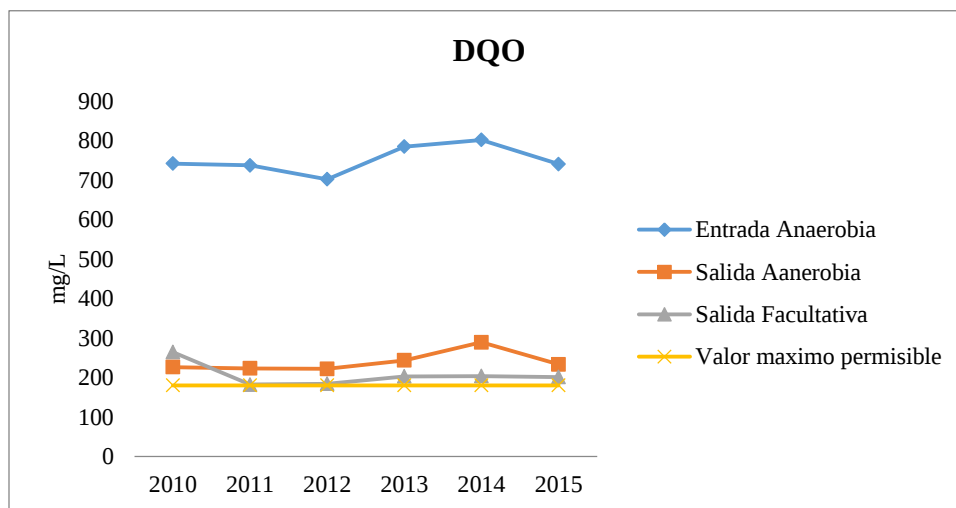


Figura 35. Comportamiento histórico de la concentración de DQO (mg/L) 2010-2015.

En la Figura 36 con respecto a la norma colombiana de vertimientos vigente para el efluente de la laguna facultativa solo cumple en el año 2015, cabe resaltar que desde el año 2010 al 2015 hay un decrecimiento de este parámetro aumentando su remoción en el sistema.

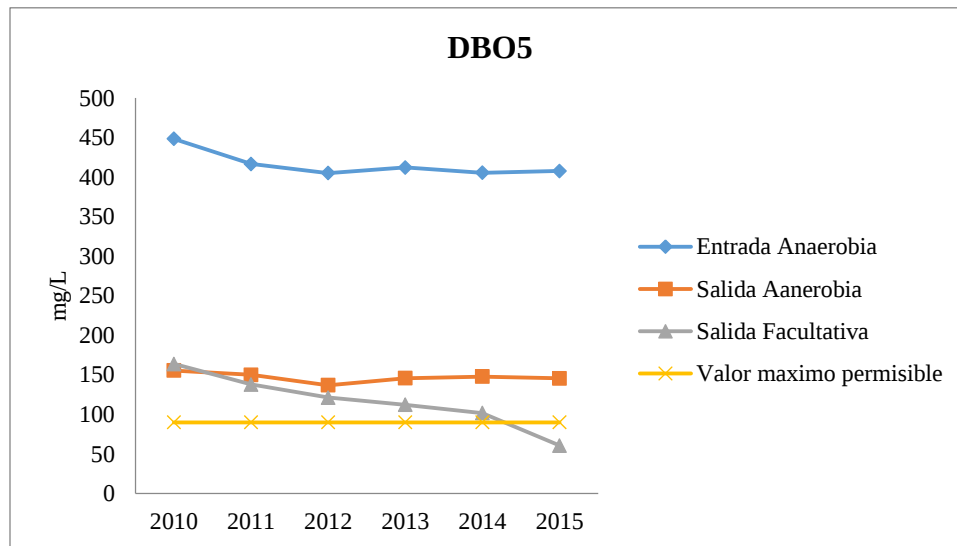


Figura 36. Comportamiento histórico de la concentración de DBO (mg/L) 2010-2015.

En la Figura 37 de acuerdo a la resolución 0631 del 2015 el valor máximo permisible para vertimientos de agua residual en un cuerpo de agua superficial, en cuanto a sólidos suspendidos totales es de 90 mg/l, por lo cual los efluentes de la facultativa sólo en los años 2012, 2013 y 2015 se encuentran dentro del rango establecido.

Cabe notar que en el efluente de la laguna anaerobia los valores para este parámetro desde el año 2010 al 2015 no superan los 90 mg/l lo que indica que hay mayor remoción de sólidos en esta unidad, llegando a un 83%; mientras que en el efluente de la facultativa se puede ver un decrecimiento, pero vuelve a aumentar en el año 2014.

La presencia de SST en la laguna facultativa, impide la penetración de la luz a la columna de agua, la cual es indispensable para el adecuado proceso de fotosíntesis de las algas, y procesos de desinfección, puesto que la radiación solar es importante para la eliminación de patógenos, así mismo otros factores como la precipitación que según su intensidad disminuye el oxígeno disuelto debido a la demanda adicional de oxígeno provocada por sólidos arrastrados y sedimentos en las lagunas, el flujo a través de la laguna por el tiempo de retención del material que entra (Alianza por el agua, 2008).

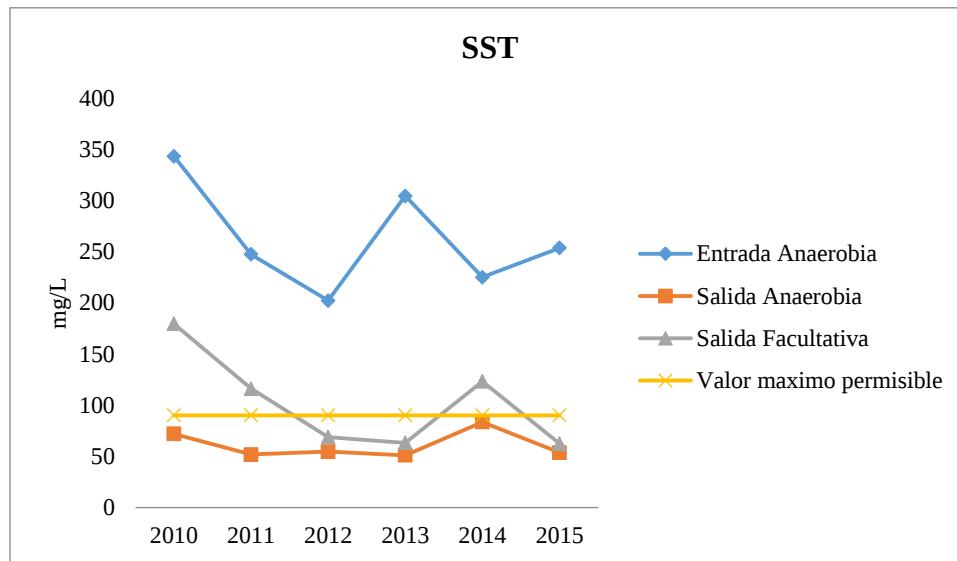


Figura 37. Comportamiento histórico de la concentración de SST (mg/L) 2010-2015.

En estos tres parámetros se puede evidenciar que la laguna facultativa no está removiendo eficazmente ninguno de los anteriores presentados, esto puede deberse a que las lagunas ya se están colmatando, es decir, que el mantenimiento que se le hace para la extracción de lodos no se ha llevado a cabo en su totalidad debido a que anteriormente no había espacio para la disposición de estos en los lechos de secado, por lo cual actualmente han sido ampliados.

13.4.3. Evaluación de O&M del sistema de tratamiento

13.4.3.1. Descripción caseta de operación.

La caseta de operación tiene una sala de estar, dos oficinas, dos baños con ducha, cocina, patio y el laboratorio, el cual está dotado con equipos, químicos e instrumentos para la medición de parámetros fisicoquímicos.

13.4.3.2. Laboratorio de análisis in situ.

Se realiza toma de muestras y análisis fisicoquímicos cada 2 o 3 veces al mes de los siguientes puntos de muestreo:

- Entrada y salida laguna anaerobia.
- Salida reactor UASB.
- Entrada y salida laguna facultativa.

Esto se efectúa con el fin de llevar un control interno del funcionamiento de la planta en cada una de las unidades de tratamiento. Sin embargo, en el año 2016 no hubo muestreo puesto a que el operario de la planta encargado de ejecutarla se encontraba en otras actividades laborales en otros municipios. Los parámetros fisicoquímicos medidos se encuentran en la Tabla 30:

Tabla 29. Parámetros fisicoquímicos medidos en la PTAR

Parámetros medidos en el laboratorio	Parámetros medidos in situ
Alcalinidad total	p.H
Dureza total	T °c
Sólidos suspendidos	Conductividad eléctrica
Sólidos totales	Sólidos disueltos
Sólidos suspendidos DQO	
DQO filtrada (solo lag.facultativa)	
DBO5	
DBO5 filtrada (solo lag.facultativa)	
Cloruros	
Oxígeno disuelto	

Nota. Fuente: Elaboración propia

Cabe resaltar que los parámetros como grasas y aceites, nutrientes como sulfatos, nitritos y nitratos, coliformes fecales, son medidos de manera eventual.

13.4.3.3. *Materiales, herramientas disponibles.*

Las actividades que hacen parte de la Operación y Mantenimiento de la PTAR se describen a continuación en la tabla 31.

Tabla 30. Frecuencia de Actividades de Operación Básica y Mantenimiento de Lagunas de Estabilización.

Actividades	Tiempo
Mantenimiento de las unidades de tratamiento	Diariamente, cada 8 o 15 días según la unidad de tratamiento y el clima
Remoción de natas y sólidos flotantes de las lagunas	diariamente
Medición de caudal y parámetros fisicoquímicos a la salida de la planta	Cada 8 días
Poda	1 vez al mes
Extracción de lodo de lagunas de estabilización	Una vez al año

Nota. Fuente: Elaboración propia

Es importante mencionar que dentro de las actividades de operación está la medición de la profundidad lodos sin embargo esta no se realiza en la PTAR la cual es determinante para conocer la tasa de acumulación los lodos y el volumen de lodos en la laguna y así poder programar una limpieza de retiro de lodo.

Por otro lado, en cuanto al mantenimiento rutinario de las unidades de la PTAR, se encuentra la limpieza de las rejillas y el retiro de arenas, para lo cual utilizan herramientas, tales como, pala, rastrillo y carretilla o buggy. Por otro lado, para la extracción de lodo se utiliza una máquina que le insertan dos mangueras de diámetro de 6 pulgadas, una para la extracción de lodo de la laguna y la otra para la disposición del lodo en los lechos de secado.

Adicionalmente se determinan parámetros fisicoquímicos de calidad de agua, lo que requiere equipos y químicos para su medición, en la Tabla 32 se mencionan los equipos existentes y su estado actual.

Tabla 31. Equipos de laboratorio

Equipo	Figura	Observaciones
Medidor de parámetros de pH , conductividad, salinidad y temperatura Insitu SenSION2		El electrono de pH se encuentra averiado
pH model 230 ^a		Averiado
Medidor de oxígeno disuelto (oximeter) model 860		OK
Medidor de conductividad TDS meter model 124		OK

Equipo	Figura	Observaciones
2 planchas (Agitadores)		OK
Büchi Rotavapo R124		OK
2 espectrofotómetros		1 OK 1 averiado
Horno para secar sólidos		OK
Horno		OK

Equipo	Figura	Observaciones
Autoclave modelo 9000-d napco		OK
Baño maría		OK
Reactor cod Hach		OK
Incubadora		OK

Equipo	Figura	Observaciones
Destilador		OK
Cabina ultravioleta		OK
Secador		OK
Cono IMHOFF		OK
Nevera		OK

Nota. Fuente: Elaboración propia

13.4.3.4. Equipo de seguridad industrial.

Los Elementos de Protección Personal (EPP) actúan como barrera contra posibles daños a la salud o integridad al trabajador que ejecuta una actividad en el lugar de trabajo.

Uno de los principales riesgos que están expuestos los operarios de la PTAR corresponden a tipo químico y biológico por las labores que llevan a cabo de Operación y Mantenimiento (O&M) diaria y ocasional.

Los EPPs dados por la empresa para el desarrollo de las funciones diarias de O&M consisten en botas de seguridad, botas pantaneras con punta metálica, monogafas, casco y guantes. Los EPPs utilizados para O&M ocasional lo componen un overol escafandra con botas y guantes integrados, gafas, casco y máscara, no obstante, el operario manifiesta que al usar la máscara se le dificulta respirar. Como alternativa el, optó por usar en su lugar, un pasamontaña que le cubre todo el rostro exceptuando la zona ocular, el cual, para su protección usa gafas. El traje es utilizado aproximadamente 1 vez al año o cada vez que se evacue el lodo de las lagunas; el overol tipo fontanero con botas integradas se usa 1 vez cada ocho días, cuando se realiza el retiro de arenas del desarenador.

Es importante resaltar que los EPPs, cumplen con su función siempre y cuando sean usadas adecuadamente por el trabajador, se encuentren en óptimas condiciones y sean idóneas para el desarrollo de la labor. Para el caso de los guantes de uso diario, estos no son adecuados, al ser rígidos en la palma de la mano por lo que dificulta la manipulación de objetos, además, al no ser de puño ajustado con elástico, permite el ingreso de agua en el interior, quedando expuesto y vulnerable el operario frente al riesgo.

Por último, en la caseta, cuenta con equipos de seguridad tales como, ducha de seguridad, fuente lavajos, extintor y botiquín, para una rápida actuación y control de incidentes que tengan lugar. Sin embargo, se observó que el botiquín no contiene los elementos mínimos necesarios, para prestar los primeros auxilios en caso de una emergencia.

13.4.3.5. Grado de capacitación de operarios.

El grado de capacitación de los operarios de la PTAR varía de acuerdo con las funciones que realizan dentro de la misma, permanecen dos operarios, que están encargados de las actividades de operación y mantenimiento de la planta, aunque uno de ellos también esta delegado para los muestreos y análisis de parámetros fisicoquímicos en el laboratorio;

El conocimiento lo adquirieron a través de la experiencia y capacitaciones ofrecidas por el instituto CINARA y ACODAL en temas como operación y mantenimiento de una planta de tratamiento de agua residual, manejo de equipos y análisis de parámetros fisicoquímicos en laboratorio de CINARA, entre otros. Adicionalmente, la persona encargada de realizar los muestreos es estudiante de ingeniería ambiental.

Recompilando la información del capítulo “Evaluación componente técnico” se puede decir que, según el diseño de la planta, se tenía previsto la construcción de dos (2) etapas, no obstante, solo se construyó una (1) etapa, cuyos cálculos fueron sobre estimados, lo que permitió que la planta

funcionara más de los años previstos (10 años según lo construido), sin embargo, las unidades de tratamiento actualmente han decaído en cuanto a su eficiencia debido a la disminución del tiempo de retención hidráulico de las lagunas, el aumento de la carga superficial, además del deterioro físico de las unidades del tratamiento. Las actividades de mantenimiento rutinario son realizadas por los operarios de la PTAR, pero, de acuerdo con lo observado en las visitas, se debería de aumentar la frecuencia de ejecución de las labores en cuanto a poda de material vegetal y retiro de sólidos flotantes en las lagunas; por otro lado, se destaca que para llevar a cabo las actividades de operación y mantenimiento, los operarios requieren elementos de protección personal, que sean acordes con la función que realizan, a pesar de esto, se evidencio que en ocasiones la empresa prestadora del servicio no suministra todos los implementos de manera frecuente, estando algunos deteriorados o no cumplen con la función de protección y mitigación del riesgo al que están expuestos.

13.5. Conclusión evaluación del componente técnico

En el desarenador la ausencia de las compuertas puede causar dificultad a la hora de realizar el mantenimiento de la unidad, por otro lado, es posible que el desarenador no cumpla a cabalidad con su función de retención de arenas o que se esté generando acumulación de materia orgánica, ya que no cuenta con una estructura que garantice una velocidad horizontal constante y adecuada (0.3 m/s) frente a los cambios de caudal (Vertedero sutro). La no remoción de los sólidos arenosos puede ocasionar daños al sistema de bombeo y un aumento en el volumen de lodo de la laguna anaerobia.

En cuanto a la trampa de grasas se presume que esta no está funcionando adecuadamente, puesto que el tabique, cuya función es retener las grasas y aceites suspendidas en la superficie, se encuentra deteriorado.

Las arenas retiradas del sistema de alcantarillado municipal y los residuos de las rejillas finas no deberían de depositarse en los lechos de secado, puesto que son materiales inertes, no biodegradables.

Los residuos retirados de las rejillas gruesas y finas no son dispuestos de manera inmediata al sitio de disposición final, relleno sanitario municipal presidente y lechos de secado, respectivamente lo que genera un riesgo por exposición, al considerarse residuos peligrosos por estar contaminados con patógenos presentes en el agua residual, adicionalmente, generan una mala apariencia del entorno, malos olores y atracción de gallinazos.

Por otro lado, se concluye que, el caudal máximo de diseño de la PTAR, en el año 2017, está siendo sobrepasado, trayendo consigo varias consecuencias, como la disminución del tiempo de retención hidráulico de las lagunas cuyos valores son inferiores al mínimo de diseño.

Por lo que se refiere a la acumulación de lodo, causa también una disminución en el volumen útil en las lagunas de estabilización trayendo consigo una reducción en el tiempo de retención hidráulico y por ende un descenso en la eficiencia del sistema. A pesar de que en el año 2016 se

realizó el deslode de las lagunas de estabilización, solo se extrajo una porción de los lodos, debido a que no se contaba con el volumen necesario en los lechos de secado para almacenar la cantidad de lodo generado en un año, por consiguiente, se observó que para el mes de septiembre del 2017 la laguna anaerobia esta colmatada a diferencia de la facultativa. Es preciso señalar que, de acuerdo con la estimación de producción de lodo de las lagunas de estabilización, el volumen actual de los lechos de secado cumple con lo generado por el tiempo de deslode debido a la ampliación realizada en el año 2017.

Lo anterior se constata con los resultados obtenidos de la caracterización de los parámetros fisicoquímico y microbiológicos donde el porcentaje de remoción es mínimo o en algunos casos no hay eliminación de contaminante evaluando cada unidad de tratamiento; a pesar de esto la laguna anaerobia presenta mayor eficiencia de remoción que la facultativa, debido a que el tiempo de retención hidráulico no ha disminuido significativamente para afectar la eliminación de los contaminantes por la actividad microbiana. Adicionalmente, la disminución de la eficiencia en la laguna facultativa puede ser, por la presencia de sobrenadantes ya que estos reducen el paso de la luz solar, la cual es indispensable para la degradación de los contaminantes. Sin embargo, la eficiencia promedio general del tratamiento es 60% al 85%.

13.6. Recomendaciones componente técnico

En el marco de mejorar el funcionamiento operacional de la planta y su mantenimiento, se recomienda instalar en la unidad ubicada en el primer tratamiento preliminar (antes de la PTAR) una escalera para facilitar las labores de mantenimiento, plataforma de drenaje para los residuos retirados de la rejilla y disponer un área específica cercana a la unidad de tratamiento para enterrar las arenas y los sólidos retirados de las rejillas, de igual manera se recomienda disponer un área dentro de la PTAR para el mismo fin, al igual que los residuos traídos del alcantarillado, para que estos no sean adicionados a los lechos de secado, ya que pueden modificar las características del lodo que es dado como abono para cultivos y jardines; instalar una plataforma de drenaje en la rejilla fina; en la salida de la unidad de desarenación se recomienda instalar un vertedero sutor para el control de la velocidad del agua en la unidad y medición de caudal; reemplazar el tabique deteriorado en la trampa de grasas.

Retirar el sobrenadante de las lagunas de estabilización cada vez que se requiera, evitando que esparza en gran medida sobre el área superficial de las lagunas; sacar de manera constante los restos del material podado cercano a las lagunas; instalar instrumentos o herramientas que sean necesarios (regla) para la medición del caudal en la salida de las lagunas de estabilización, con el ánimo de llevar un registro periódico y monitorear las cargas hidráulicas y orgánicas; establecer un periodo de retiro de lodo, de acuerdo con Mara et al., 1992 este se debe realizar cuando se aproxime al 25% del volumen de la laguna; estimar el volumen de lodo en el periodo de tiempo de producción con el fin de llevar un control y seguimiento de este; realizar un análisis microbiológico antes de mover los lodos del sitio de secado para verificar que no contenga huevos de helmintos, garantizando que los lodos sean aptos para su reúso; rediseñar la entrada y salida de la laguna facultativa, que de acuerdo con, Stewart (2005), estas deben ser múltiples,

con canales abiertos, para aproximarse al flujo tipo pistón, aumentando el tiempo de retención hidráulico y eficiencia al evitar la generación de zonas muertas y cortos circuitos.

En cuanto a la disminución del tiempo de retención hidráulico y pérdida de eficiencia del sistema por el aumento de carga hidráulica de diseño, se recomiendan las siguientes alternativas,

Aumentar la profundidad de las lagunas hasta donde técnicamente sea posible; buscar un terreno para construir otra laguna como unidad de tratamiento en la planta, para que así se equilibre las cargas contaminantes; volver la laguna anaerobia en alta tasa, que según (Peña) del grupo de investigación en saneamiento ambiental en la universidad del valle, este tipo de lagunas posee una mejor configuración física y comportamiento hidrodinámico logrando eficiencias de eliminación de materia orgánica en tiempos cortos de 12 a 18 horas, lo que requiere menor requisito para el tratamiento secundario.

14. EVALUACIÓN COMPONENTE ECONOMICO

14.1. Costo de inversión inicial

El costo de inversión inicial para la construcción de la planta de tratamiento de agua residual de Ginebra Valle fue de \$1.364 millones de pesos.

14.2. Costos anuales de operación y mantenimiento

Los costos fueron estimados con base en las tarifas de servicios públicos y percepción de consumo en la PTAR, proyecto de acueducto y alcantarillado en el PDA del Valle del Cauca realizado por el Consorcio LM / Enrique Lourido en el año 2011 anexo 19.14, dado que la empresa no proporción la información correspondiente.

En la Tabla 33 se encuentra los costos de operación y mantenimiento estimados.

Tabla 32. Costos estimados de operación

Ítem	Cargo	Unidad	Cantidad Mensual	Cantidad anual	Costo Unitario	Costo Total por mes	Costo total por año
1	Costos de Personal						
1.1	Operario 1	H-M			1.839.532	2.751.987	33.071.747
1.2	Operario 2	H-M			1.300.000	2.068.580	24.856.810
1.3	Ayudante	H-M	1		737.717	1.356.355	16.276.254
	Vigilante	H-M			737.717	1.356.355	16.276.254
	SUBTOTAL					7.533.276	90.481.066
2	Consumo de Energía						
2.1	Estación principal de bombeo	KW-	9750		519	5.060.250	60.723.000

			hora			
SUBTOTAL					5.060.250	60.723.000
3	Mantenimiento					
3.1	Retiro de lodos de todo el sistema.	m3	-	450	-	-
SUBTOTAL						
4	Mantenimiento de equipos					
4.1	Estación principal de bombeo	Gl	-	-	631.250	7.575.000
SUBTOTAL						
5	Reposición de equipo					
5.1	Reposición		-	-	-	4.000.000
SUBTOTAL						
6	Análisis de laboratorio					
6,1	Pruebas y análisis de laboratorio	Gl	-	-	1.000.000	12.000.000
SUBTOTAL						
7	Servicios Públicos					
7,1	Acueducto y alcantarillado	Gl	-	-	55.200	662.400
7,2	Energía	Gl	-	-	70.000	840.000
SUBTOTAL						
8	Otros Costos					
8.1	Dotación	Gl	-	-	-	1.269.006
8.2	Aseo	GI			10.000	120.000
8.3	Administrativos	Gl	-	-	2.000.000	24.000.000
SUBTOTAL						
TOTAL, COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO POR MES Y AÑO					16.359.976	200.319.707

En la Tabla 34 se muestra los ingresos por alcantarillado estimados de la empresa según los suscriptores para el mes de diciembre de 2016 y su respectiva tarifa de acuerdo con el segundo semestre del 2016.

Los suscriptores de alcantarillado son 2787 para el año 2016 de los cuales el 5.6% están morosos, lo que representa 156 suscriptores mensuales.

Tabla 33. Ingresos por alcantarillado

Tipo de suscriptor	Estrato	No. Suscriptores	Consumo promedio m3	Cargo fijo \$/mes	Consumo básico/m ³	Valor por pagar
Residencial	1	399	5.797	4.154	279	1.621.514

	2	1530	205.625	4.154	698	143.530.401
	3	688	10.226	4.154	838	8.573.539
	4	20	685	4.154	931	641.886
	5	1	16	6.231	1396	28.567
	6	0	0	6.667	1489	0
Oficial		29	2288	4.154	931	2.134.282
Comercial		119	5460	6.231	1396	7.628.391
Otros		1	16	4.154	838	17.562
Total		2787	230.113			164.176.142
			Total, ingreso			154.982.278

La planta de tratamiento de agua residual de Ginebra Valle requiere para su operación y mantenimiento \$16.359.976 mensualmente y los ingresos estimados para el sistema de alcantarillado es \$164.176.278 sin tener en cuenta la morosidad de los usuarios. No obstante, se desconoce los costos de operación y mantenimiento del resto de la red.

En este sentido los costos de operación y mantenimiento que se requieren para el funcionamiento de la planta mensualmente representan aproximadamente el 9.96% de los ingresos que recibe Acuavalle por el servicio brindado.

14.3. Conclusiones de la evaluación económica

Es importante aclarar que los costos e ingresos presentados anteriormente son estimados, no obstante, reflejan una aproximación de la realidad, por lo tanto, se puede deducir que se cuenta con los recursos necesarios para operar óptimamente la planta, debido a que el porcentaje de costo mensual que representa es menor al 10% del ingreso total, sin embargo, según el diagnóstico realizado se evidencio un decaimiento en la eficiencia de remoción de la STAR, por falta de inversión en el área de O&M.

Por lo tanto, el sistema de tratamiento es sostenible financieramente de acuerdo con la cobertura, morosidad y facturación. Aunque el valor de la factura según su tarifa y capacidad económica de los usuarios es mayor a la que pueden pagar, teniendo en cuenta que en su mayoría son estratos 1 y 2 y su entrada financiera es de un salario mínimo vigente.

14.4. Recomendaciones componente económico

Se recomienda administrar los recursos de modo que se optimice el funcionamiento de todo el sistema priorizando los puntos críticos.

15. Conclusión General

Al realizar la evaluación técnica, económica y ambiental de la PTAR de Ginebra se encontraron algunos aspectos que en conjunto repercuten en el funcionamiento y sostenibilidad de la planta, entre estos se puede resaltar que,

Se deben retomar los medios de comunicación entre la comunidad y la entidad prestadora del servicio de alcantarillado, con el fin de que ambos expongan sus necesidades y llegar a acuerdos mancomunados con el fin de lograr que el sistema sea sostenible a largo plazo, puesto que, el cobro del servicio es mayor a las condiciones socioeconómicas de la comunidad; habría que decir también, que a pesar de contar con los recursos financieros para la O&M, una de las causas de la disminución de la eficiencia del STAR está asociada a la falta de inversión al área de O&M, además de, fallas constructivas y mantenimiento, tales como, el posible mal funcionamiento de las unidades preliminares por fallas constructivas y de mantenimiento estructural, por otro lado, la no eliminación de sobrenadante, extracción de lodos, aumento de la carga hidráulica y superficial, generan una disminución del volumen de las lagunas, un menor tiempo de retención hidráulica y por lo tanto una disminución en la eficiencia de remoción, repercutiendo en la calidad del efluente de la PTAR para su reúso e impacto ambiental.

16. Recomendaciones Generales

Se debe reestructurar la planta de tratamiento de agua residual de Ginebra en cuanto a sus unidades y operación y mantenimiento, con el fin de optimizar el funcionamiento adecuado de cada línea de tratamiento, para que mejore su eficacia en la eliminación de materia orgánica y patógenos, lo que implicaría rehúso para otro tipo de cultivo y por ende reducción de impacto al ambiente.

Fortalecer la administración de la empresa en la parte de acueducto y alcantarillado en Ginebra Valle, mediante capacitación a la comunidad con perspectiva en la aceptación de tarifas y demás, explicando los beneficios sociales al reducir la contaminación, así llegar a un acuerdo que favorezca a ambas partes.

17. Temas de investigación

- Alternativa de diseño en cuanto a otra unidad de tratamiento para mejorar la eficiencia de remoción de contaminantes.
- Presencia de algas rojas en la laguna facultativa.
- Potencial de reúso para otros cultivos.
- Estudio de batimetría en las lagunas de estabilización
- Estudio del lodo de los lechos de secado (si son aptos para abono de cultivos)
- Potencial de reúso del efluente del UASB para riego.
- Captación de biogás para producir energía auto sostenible para la planta.
- Modelación de trazado en las lagunas de estabilización.

18. Bibliografía

ACUAVALLE (12 de junio de 2016). *Tarifas a cobrar durante los meses de junio y julio del 2016*. Diario Occidente.

ALBERT, L. (1997). Contaminación Ambiental. Origen, Clases, Fuentes y Efectos. En: *Introducción a la Toxicología Ambiental*. 37-52.

ALCALDÍA DE GINEBRA. (2015). *Sitio Oficial de Ginebra en Valle del Cauca, Colombia*. Recuperado el 2 de diciembre de 2015, de <http://www.ginebra-valle.gov.co/index.shtml#4>.

ALCALDIA MUNICIPAL DE GINEBRA VALLE. (2003). *Esquema de ordenamiento territorial de Ginebra Valle del Cauca, " Todos somos Ginebra"*. Obtenido de [http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/documento_resumen_ginebra_\(97_pag_325_kb\).pdf](http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/documento_resumen_ginebra_(97_pag_325_kb).pdf).

ALCALDIA MUNICIPAL DE GINEBRA. (2012). *Programa Agropecuario Municipal - PAM Ginebra 2012 -2015, Unidos por el cambio y el progreso de Ginebra*.

ALCALDIA MUNICIPAL DE GINEBRA VALLE. (2016). *Plan de desarrollo 2016 -2019 " Ginebrino Cuenta Conmigo"*. Recuperado el 2 de noviembre de 2016, de <http://www.ginebra-valle.gov.co>.

ALIANZA POR EL AGUA, (2008). *Manual de Depuración de Aguas Residuales Urbanas. Monográficos Agua en Centroamérica, Ideasmares*.

ARCEIVALA, S. J. (1981). *Wastewater Treatment and Disposal*. Engineering and Ecology in Pollution Control. New York, Marcel Dekker, p. 892.

AYALA, T. (2014). *PTAR Ginebra Valle del Cauca*. Recuperado el 17 de octubre de 2015, de https://prezi.com/ea2oo6vwbv_b/ptar-ginebra-valle-del-cauca/.

BUSTOS, L. (2012). *Evaluación de la sostenibilidad de la planta de tratamiento de aguas residuales de la Voragine, municipio de Santiago de Cali*.

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. (2007). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Diseños de Lagunas de Estabilización*. Recuperado el 3 de noviembre de 2015, de <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/Libros/10DisenoDeLagunasDeEstabilizacion.pdf>.

CORRALES, D. (2003). *Experiencia de ACUAVALLE S.A E.S.P. en el tratamiento de aguas residuales: estación de investigación y transferencia de tecnología en aguas residuales municipio de Ginebra, Valle del Cauca, Colombia*. Seminario Internacional Sobre Métodos Naturales para el Tratamiento de Aguas Residuales, 34-38.

CORREA RESTREPO, G. (2008). Evaluación y monitoreo del sistema de lagunas de estabilización del municipio de Santa Fé de Antioquia, Colombia.

CUBILLOS, A. (2009). *Parámetros y Características de las Aguas Residuales*. Recuperado el 1 de noviembre de 2015, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan2/011643/011643-09.pdf>.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA. (s.f.). *Precipitación mensual multianual total (mm)*. Obtenido de: <https://www.cvc.gov.co/im>.

CVC (2006). *Codificación de corrientes en las cuencas que drenan al río Cauca y al océano pacífico en el Valle del Cauca*. Grupo de recursos hídricos. Dirección técnica ambiental. Recuperado el 6 de febrero de 2018 https://www.cvc.gov.co/cvc/RecursoHidrico/aplicativos/Codificacion/Cuencas_Tercer_Orden.php?cod=36.

DATOS ABIERTOS - GOBIERNO DIGITAL COLOMBIA, (s.f). Colegios del municipio. Ginebra, Valle del cauca. Obtenido de <https://www.datos.gov.co/Educaci-n/COLEGIOS-DEL-MUNICIPIO-GINEBRA-VALLE-DEL-CAUCA/rqyh-h52z/data>.

ESPIGARES GARCÍA, M. & PÉREZ LÓPEZ, J. A. (1985). *Aguas Residuales Composición*. Recuperado el 26 de octubre de 2015, de http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf.

FAO. (1999). *Wastewater treatment and use in agriculture*. Recuperado el 3 de noviembre de 2017, de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.470.8910&rep=rep1&type=pdf>

FERRO, A. (2012). *Evaluación de sostenibilidad del sistema de tratamiento de aguas residuales del corregimiento de Felidia zona rural del municipio de Santiago de Cali*.

GUEVARA, A & LEÓN, G; - OPS/CEPIS (1996). *Propuesta metodológica evaluación de lagunas de estabilización*, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud Lima.

HYDRA INGENIERIA L.T.D.A. (2003) *Estudios y diseños como parte del plan maestro de acueducto y alcantarillado del área urbana del municipio de Betania*. Antioquia, HYDRA Ingeniería Ltda.

INCOL (1990). *Diseño de la planta de tratamiento piloto de las aguas residuales de Ginebra-Valle*.

JARAMILLO, M. FERNANDA. (2014). *Potencial de reúso de agua residual domestica como estrategia para el control de la contaminación en el valle geográfico del rio cauca*. Facultad de Ingeniería. Universidad del Valle.

LASSO, J., & RAMÍREZ, J. L. (2011). Perspectivas generales del efecto del reúso de aguas residuales para riego en cultivos para la producción de biocombustibles en Colombia. *El hombre y la máquina*, (36).

MANGA CERTAIN, J., MOLINARES AMAYA, N., & ARRIETA PEARSON, J. (2007). *Tratamiento de aguas residuales mediante sistemas de lagunaje*. Barranquilla: Uninorte.

MARA, D.D., ALABASTER, G.P., PEARSON, H.W., MILLS, S.W. (1992). *Waste Stabilisation Ponds, A desing manual for eastern Africa*. Lagoon Technology International Ltda. England.

MARA, D. & CAIRNCROSS, S. (1989). *Guidelines for the Safe Use of Wastewater and Excreta in Agriculture and Aquaculture*, World Health Organization, Geneva.

MARA, D.D & PEARSON, H. (1998). *Design Manual for Waste Stabilization Ponds in Mediterrean Countries*, Lagoon Technology International, Leeds, England.

MARBELLO, R. (2016). *Vertederos y calibración de vertederos de medida*. Manual de prácticas de laboratorio de hidráulica. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 11 de febrero de 2018 <https://es.slideshare.net/deivi324/vertederos-69015376>.

MENDONÇA, SÉRGIO ROLIM; KÖNIG, ANNEMARIE; CEBALLOS, BEATRIZ SUSANA OVRUSKI DE & SOUTO, ROGACIANO DE CUNHA. (1990). *Lagoas de estabilização e aeradas mecanicamente: novos conceitos*. João Pessoa, PB, 388p.

MENDOCA, R.S. (2000). *Sistemas de lagunas de estabilizacion, como utilizar las aguas residuales tratadas en sistemas de regadío*. Editorial MC-Graw-Hill. Bogotá (Colombia).

METCALF & EDDY. (1998). *Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, vertido y reutilización*. 3 edición. McGraw-Hill.

MINAMBIENTE. (2014). *Resolución numero 1407 de 2014*. Recuperado el 6 de febrero de 2018, de http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Res_1207_2014.pdf.

MINVIVIENDA. (2017). *Resolución 0330 de 2017*. Recuperado el 10 de febrero de 2018, de <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/0330%20-%202017.pdf>.

Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua (2014). *Anexo 1 del libro VI del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del medio ambiente*. Recuperado el 3 de Noviembre de 2016, de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112180.pdf>

OEFA. (2014). *Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales*. Recuperado el 25 de octubre de 2015, de https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827.

OMS. (2006). *Guidelines for the Safe Use of Wastewater. Excreta an Greywater in Agriculture*, ed., Francia.

OPS. (2000). *Tecnologías apropiadas en agua potable y saneamiento básico*. Ministerio de Desarrollo Económico.

OROZCO, A. (2005). *Bioingeniería de Aguas residuales. Teoría y Diseño*. Colombia: Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental- ACODAL.

PEÑA, M. R. (s.f.). *BLAAT Bio-Reactor de las laginas anaerobias de alta tasa*. Recuperado el 18 de Septiembre de 2017, de http://viceinvestigaciones.univalle.edu.co/documentos/tecnologias/BLAAT-bioreactor_lagunas_de_alta_tasa.pdf.

REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO - RAS (2010). *Sistemas de acueducto*. Título B.

RESTREPO, I., SANCHEZ, L. D., GALVIS, A., ROJAS, J., & SANABRIA, I. J. (2007). *Avances en investigación y desarrollo en agua y saneamiento para el cumplimiento de las metas del milenio*. Santiago de Cali: Universidad del Valle.

RODRIGUEZ, J. (2015). *Apuntes de clase. Curso Diseño de PTAR*. Facultad de Ingeniería. Universidad del Valle.

ROJAS, R. (2002). *Curso internacional: Gestión integral de tratamiento de aguas residuales. Conferencia: Sistemas de tratamiento de aguas residuales*. CEPIS /OMS.

BARBOJO, L.E.. (2012). *Apuntes de clase. Curso fisicoquímica*. Facultad de Ingeniería. Universidad del Valle.

STEWART, M.O. (2005). *Lagunas de estabilización en Honduras. Manual de Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento, Monitoreo y Sostenibilidad*. Universidad Estatal de California.

SUÁREZ, C. L. (2010). *Tratamiento de Aguas Residuales Municipales en el Valle del Cauca*. Trabajo de grado (Magister en Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Cali: Universidad del Valle. Facultad de Ingeniería. Escuela de los Recursos Naturales y del Ambiente EIDENAR.

TSUKAMOTO, R. (2002). *Tratamiento Primario Avanzado: El Paradigma Moderno del Tratamiento de Aguas Residuales Sanitarias*. ACODAL.

VON SPERLING, M. (2012). *Principio de tratamiento biológico de aguas residuales. Volumen 1. Introducción a la calidad del agua y al tratamiento de aguas residuales*. San Juan de Pasto, Universidad de Nariño.

VEGA, MARTIN. (2017). *Estimación contaminación. Unidad 3-Capitulo 5*. Universidad Salamanca. Recuperado de: http://aulavirtual.usal.es/aulavirtual/demos/simulacion/modulos/Curso/uni_03/U3C6S2.htm

YÁNEZ, F. (1992) *Lagunas de Estabilización: Teoría, Diseño, Evaluación, y Mantenimiento*, Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, Ministerio de Salud Pública, Quito, Ecuador.

19. Anexos

Anexo 19.1 Informe morbilidad detallado del 01/01/2017 al 11/09/2017 Ginebra Valle del Cauca

INFORME MORBILIDAD DETALLADO

Del : 01/01/2017 - A : 11/09/2017

Fecha : Lunes, 11 de Septiembre del 2017

Hora : 14:32

<i>Codigo</i>	<i>Nombre</i>	<i>Cant</i>	<i>Porc</i>	<i>Acumulado</i>	<i>Tasa_100</i>
I10X	HIPERTENSION ESENCIAL (PRIMARIA)	4266	12,1	12,11	16407,69
Z001	CONTROL DE SALUD DE RUTINA DEL NIÑO	1407	4	4	5411,54
K021	CARIES DE LA DENTINA	1406	3,99	3,99	5407,69
J00X	RINOFARINGITIS AGUDA (RESFRIADO COMUN)	1255	3,56	3,56	4826,92
R104	OTROS DOLORS ABDOMINALES Y LOS NO ESPECIFICADOS	998	2,83	2,83	3838,46
R51X	CEFALEA	880	2,5	2,5	3384,62
A09X	DIARREA Y GASTROENTERITIS DE PRESUNTO ORIGEN INFECC	637	1,81	1,81	2450
Z000	EXAMEN MEDICO GENERAL	633	1,8	1,8	2434,62
R509	FIEBRE, NO ESPECIFICADA	609	1,73	1,73	2342,31
Z359	SUPERVISION DE EMBARAZO DE ALTO RIESGO, SIN OTRA E	541	1,54	1,54	2080,77
M545	LUMBAGO NO ESPECIFICADO	506	1,44	1,44	1946,15
N390	INFECCION DE VIAS URINARIAS, SITIO NO ESPECIFICADO	491	1,39	1,39	1888,46
M255	DOLOR EN ARTICULACION	486	1,38	1,38	1869,23
Z012	EXAMEN ODONTOLOGICO	469	1,33	1,33	1803,85
R103	DOLOR LOCALIZADO EN OTRAS PARTES INFERIORES DEL AB	459	1,3	1,3	1765,38
R520	DOLOR AGUDO	431	1,22	1,22	1657,69
B349	INFECCION VIRAL, NO ESPECIFICADA	419	1,19	1,19	1611,54
Z300	CONSEJO Y ASESORAMIENTO GENERAL SOBRE LA ANTICONCE	407	1,16	1,16	1565,38
R42X	MAREO Y DESVANECIMIENTO	360	1,02	1,02	1384,62
J039	AMIGDALITIS AGUDA, NO ESPECIFICADA	344	0,98	0,98	1323,08

Anexo 19.2 Formato encuesta
Encuesta Diagnostico social

Género: F _____ M _____ Edad: Entre 15 y 25 años__ entre 26 y 35 años --- entre 36 Y 45____ entre 46 y 56 años____ más de 56 años_____

Estrato de la vivienda_ 1_____ 2_____ 3_____ 4_____ 5_____

1. ¿Sabe que son aguas residuales? Si _____ No _____
2. ¿En este municipio existe planta de tratamiento de agua residual (PTAR)?
Si _____ No _____
3. ¿Conoce donde está ubicada la PTAR del municipio?
Si _____ No _____ ¿Donde? _____
4. ¿Conoce quién administra la PTAR?
5. Si _____ No _____ ¿Quién? _____
6. ¿Conoce cómo se opera y mantiene la PTAR del municipio?
Si _____ No _____
7. ¿Conoce quién administra el servicio de alcantarillado?
Si _____ No _____ ¿Quién? _____
8. ¿Conoce quién hace el mantenimiento al servicio de alcantarillado?
Si _____ No _____ ¿Quién? _____
9. ¿Conoce donde son depositadas las aguas residuales?
Si _____ No _____ ¿Dónde ? _____
10. ¿Qué opina sobre la tarifa del servicio de alcantarillado? Justa _____ Barata _____ Costosa _____
11. ¿Cuál es su opinión sobre la calidad del servicio de alcantarillado?
Bueno _____ Regular _____ Malo _____
12. ¿Qué problemas genera la planta de tratamiento de aguas residuales, PTAR?
Malos olores _____ Presencia de insectos/ Moscas _____ Ninguno _____ Otros _____
13. ¿Piensa que es importante la participación comunitaria en la administración y operación del sistema de alcantarillado y el tratamiento de las aguas residuales?
Si _____ No _____ ¿Por qué? _____
14. ¿Estaría dispuesto a pagar un poco más por el servicio de alcantarillado para que el funcionamiento de la planta (PTAR) sea mejor?
Si _____ No _____
15. Si respondió **SI** a la pregunta anterior, ¿Qué incremento estaría dispuesto a pagar?
Menos del 10% _____ Entre 20-40% _____ Entre el 40%-60% _____ Mas del 60% _____
16. ¿Cuál es la empresa prestadora del servicio de recolección de residuos solido (basuras)?
Cual _____
17. ¿Cada cuánto pasa el vehículo de recolección?
1 vez a la semana _____ 2 veces por semana _____ 3 veces por semana _____ otro _____
18. ¿Hacen separación en las viviendas de los residuos sólidos (basuras)?
Si _____ No _____
19. Alguna vez ha arrojado residuos al alcantarillado
Si _____ No _____

Anexo 19.3. Resultados de la entrevista

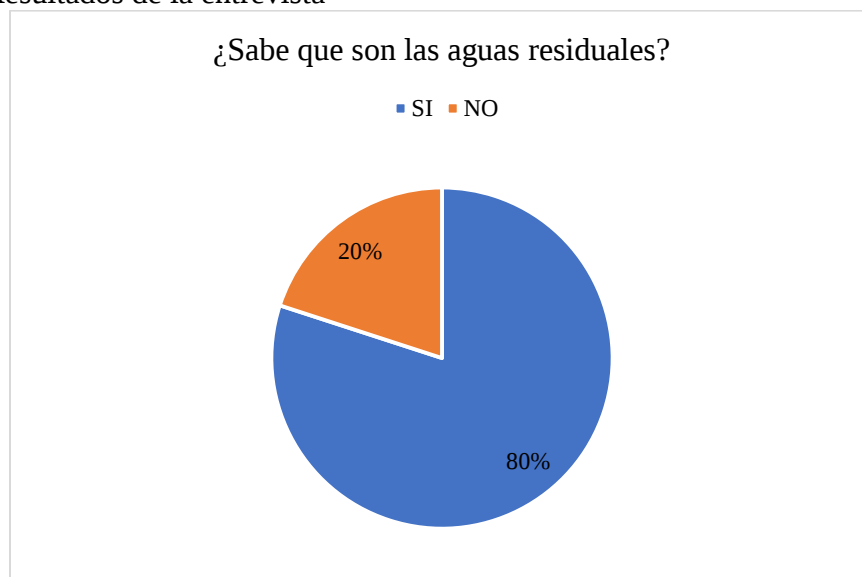


Figura 38. ¿Sabe que son las aguas residuales?

El 80% de las personas encuestadas tienen idea de que son las aguas residuales.

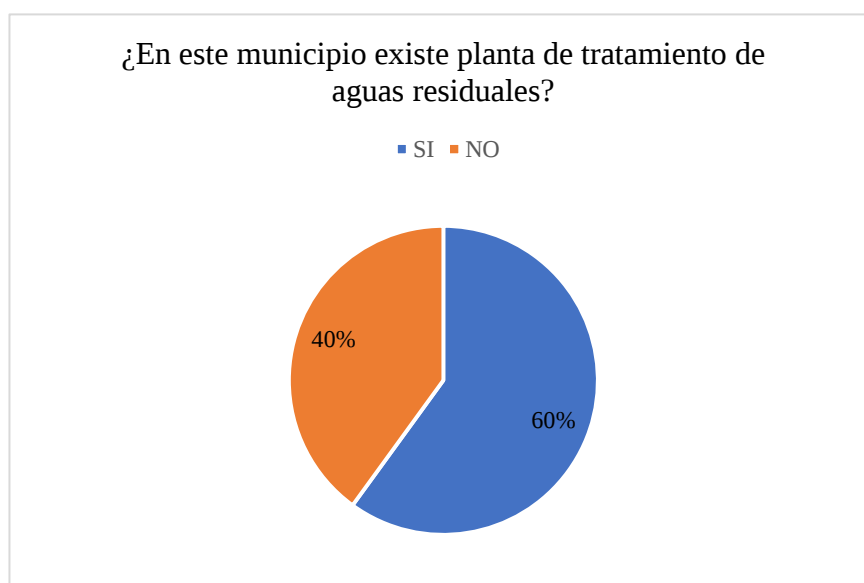


Figura 39. ¿En este municipio existe plantas de tratamiento de aguas residuales?

El 60% de las personas encuestadas sabe que existe una planta para el tratamiento de las AR.

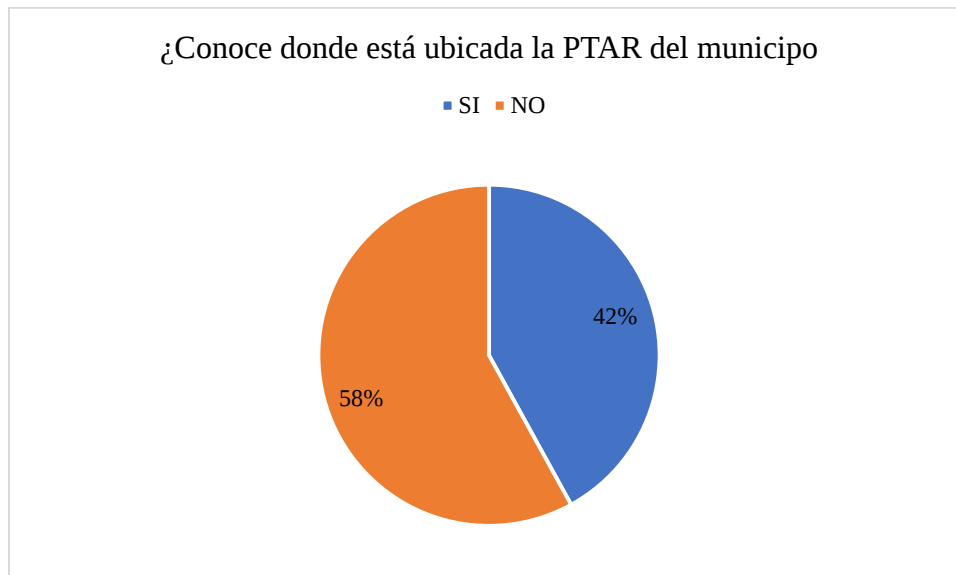


Figura 40. ¿Conoce donde está ubicada la PTAR del municipio?

El 42% conoce la ubicación de la PTAR.

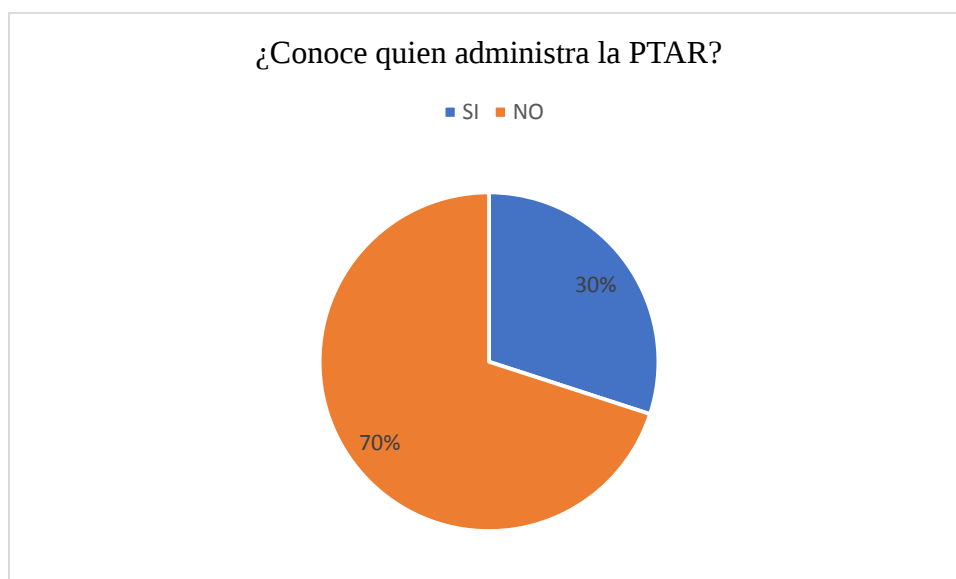


Figura 41. ¿Conoce quien administra la PTAR?

El 30% conoce quien administra la PTAR.

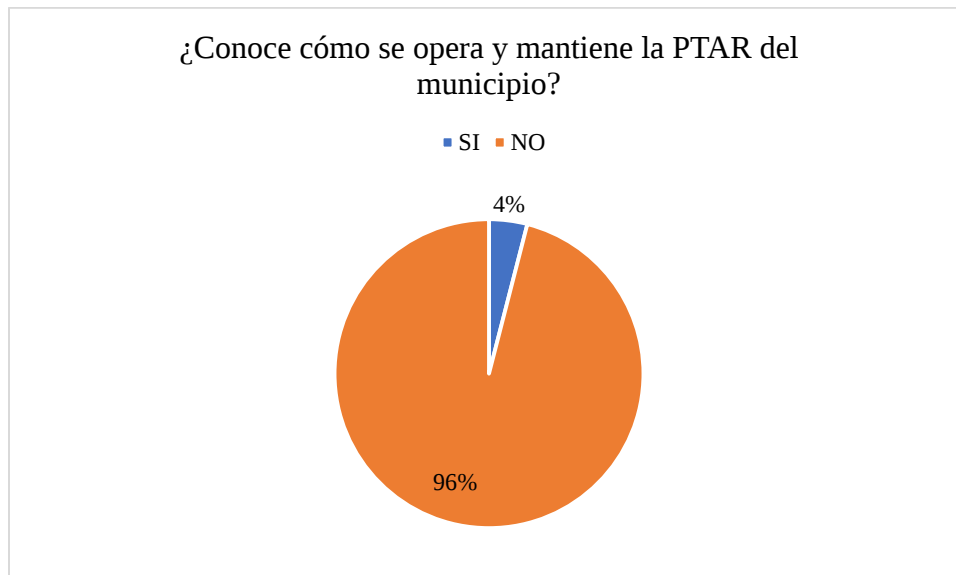


Figura 42. ¿Conoce cómo se opera y mantiene la PTAR del municipio?

Solo el 4% conoce como se opera y se mantiene la PTAR.

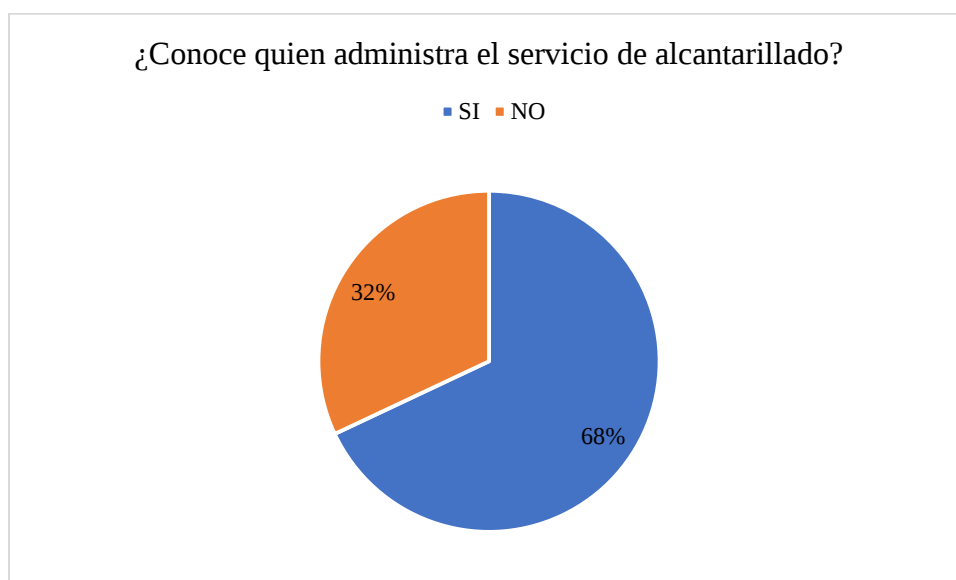


Figura 43. ¿Conoce quien administra el servicio de alcantarillado?

El 32% no sabe quien administra el servicio de alcantarillado.

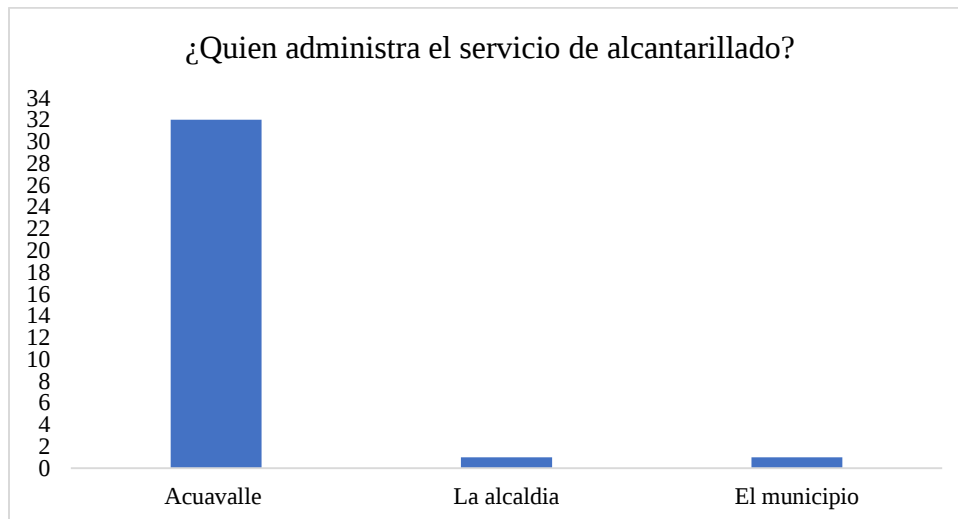


Figura 44. ¿Quien administra el servicio de alcantarillado?

De las 50 personas encuestadas 32 dice que Acuavalle es quien administra el servicio de alcantarillado.

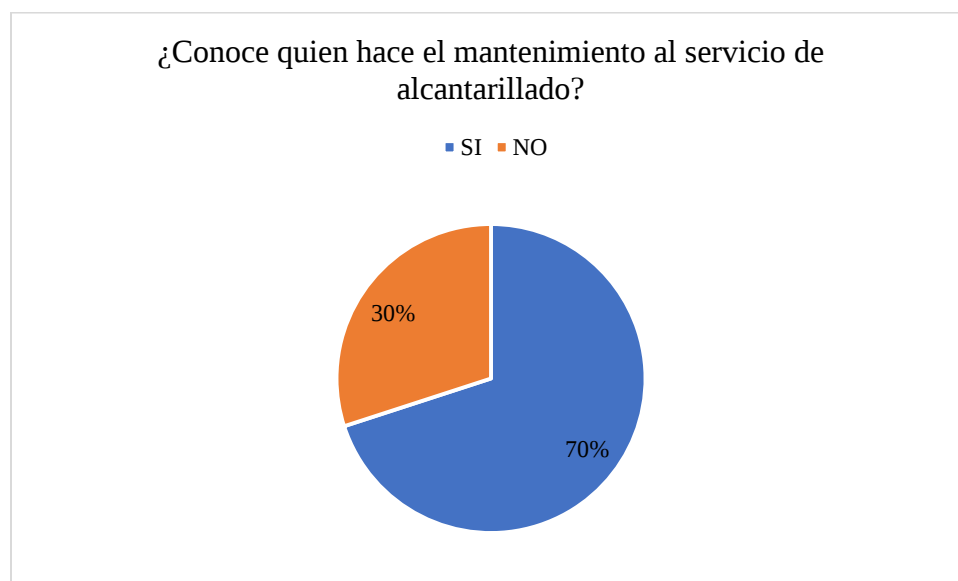


Figura 45. ¿Conoce quien hace el mantenimiento al servicio de alcantarillado?

El 70% sabe quién hace el mantenimiento al servicio de alcantarillado.

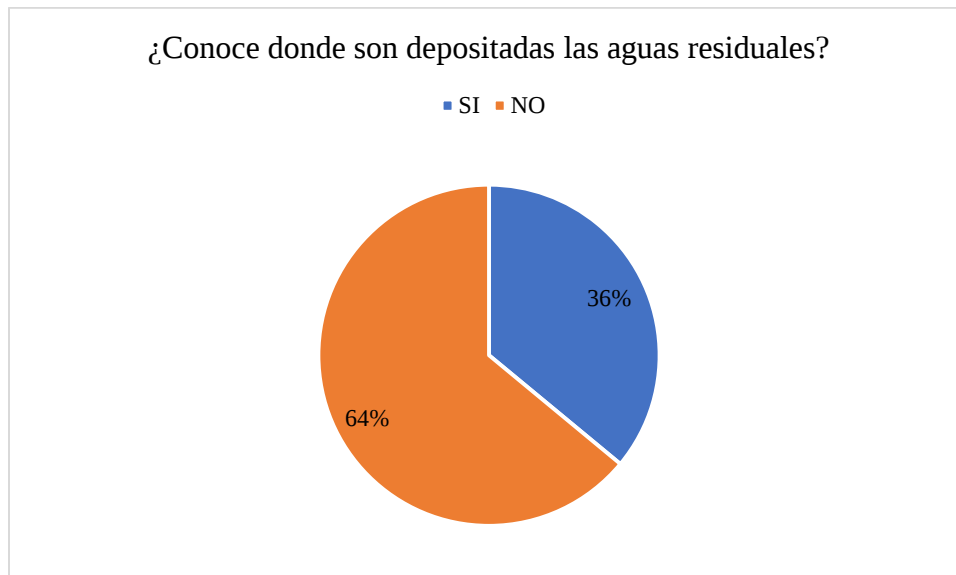


Figura 46. ¿Conoce donde son depositadas las aguas residuales?

El 36% sabe dónde son depositadas las aguas residuales.

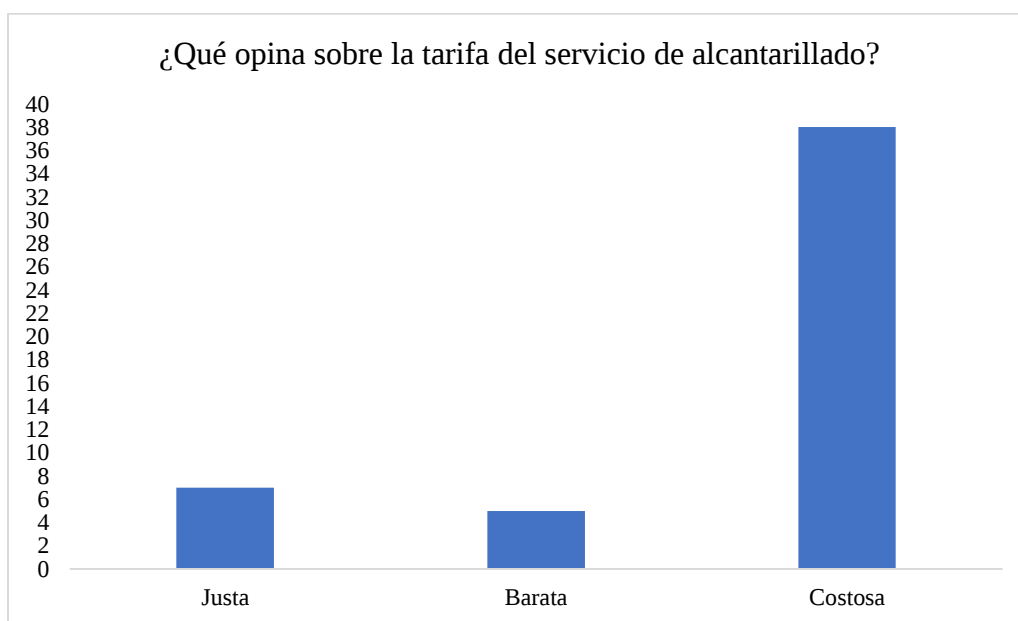


Figura 47. ¿Qué opina sobre la tarifa del servicio de alcantarillado?

De las 50 personas encuestadas, 38 personas dicen que el servicio de alcantarillado es costoso, 7 personas justa y 5 barato.

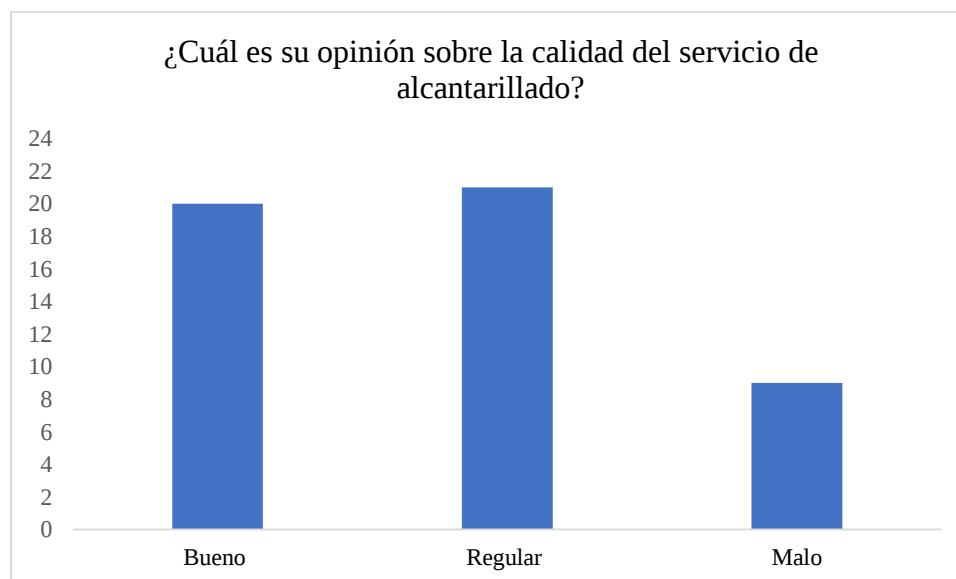


Figura 48. ¿Cuál es su opinión sobre la calidad del servicio de alcantarillado?

De las 50 personas encuestadas, 21 personas piensan que la calidad del servicio de alcantarillado es regular, las 20 personas dicen que es bueno y 9 malo.

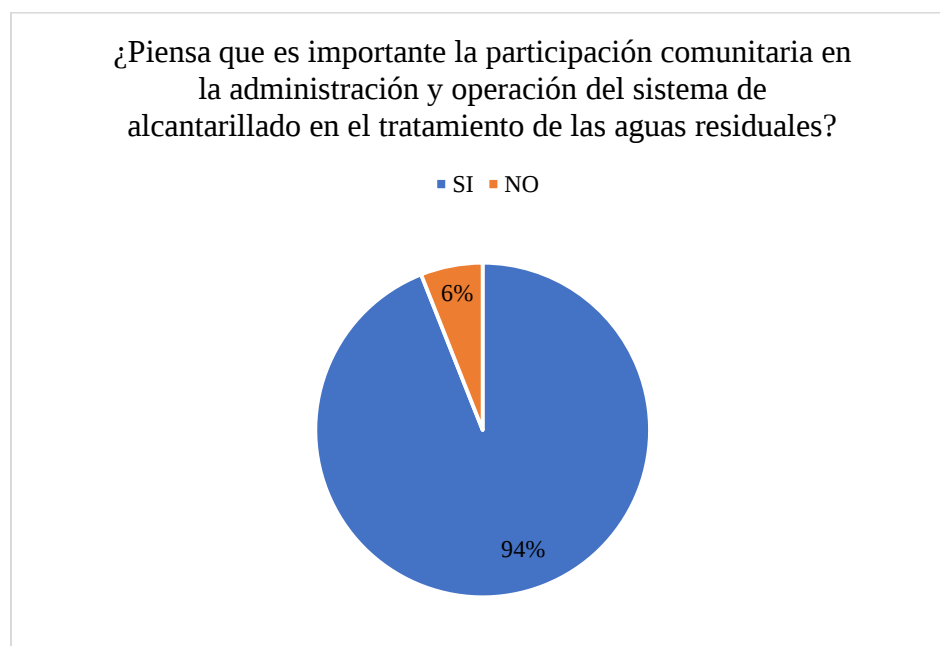


Figura 49. ¿Piensa que es importante la participación comunitaria en la administración y operación del sistema de alcantarillado en el tratamiento de las aguas residuales?

El 94% piensa que es importante la participación comunitaria en la administración y operación del sistema de alcantarillado en el tratamiento del agua residual.

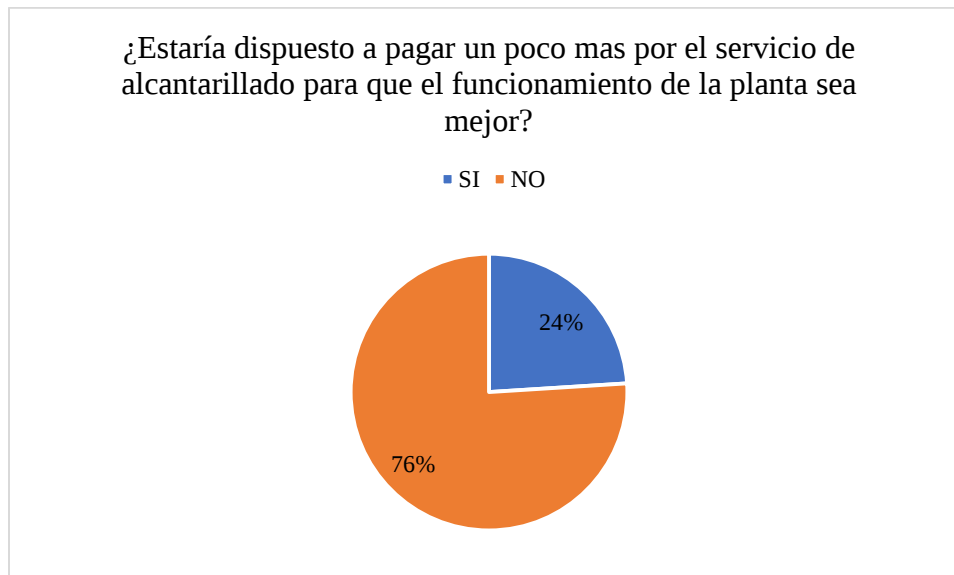


Figura 50. ¿Estaría dispuesto a pagar un poco más por el servicio de alcantarillado para que el funcionamiento de la planta sea mejor?

El 76% no está dispuesto a pagar un poco más sobre el servicio de alcantarillado para que mejore su funcionamiento.

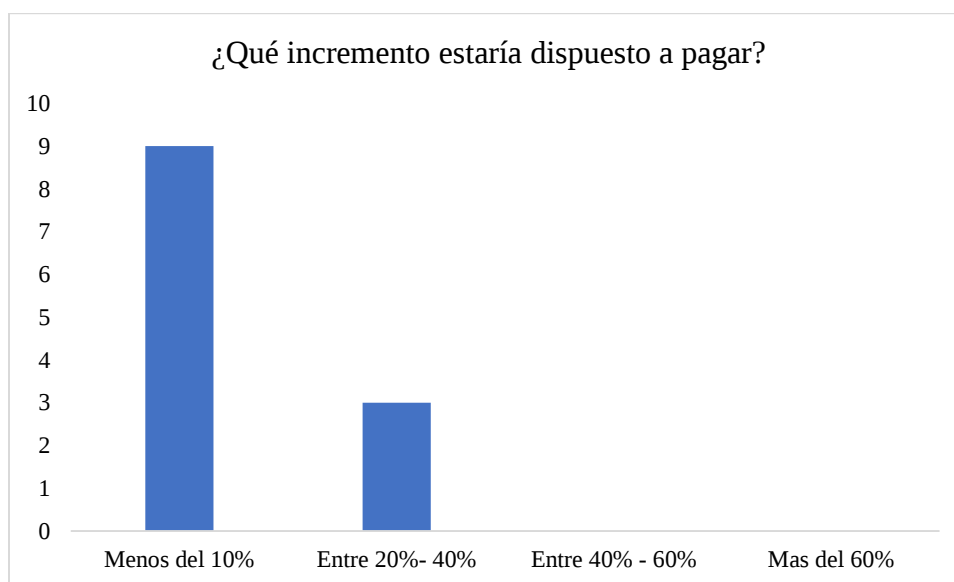


Figura 51. ¿Qué incremento estaría dispuesto a pagar?

El 9% estaría dispuesto a pagar menos del 10% y el 3% entre 20-40% sobre la tarifa.

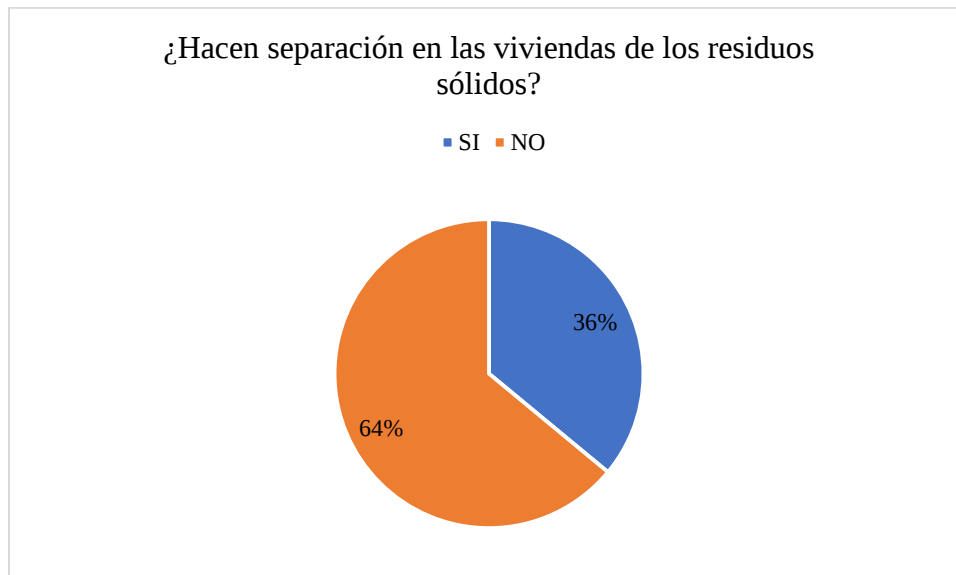


Figura 52. ¿Hacen separación en las viviendas de los residuos sólidos?

El 64% no hace separación en las viviendas de los residuos sólidos.

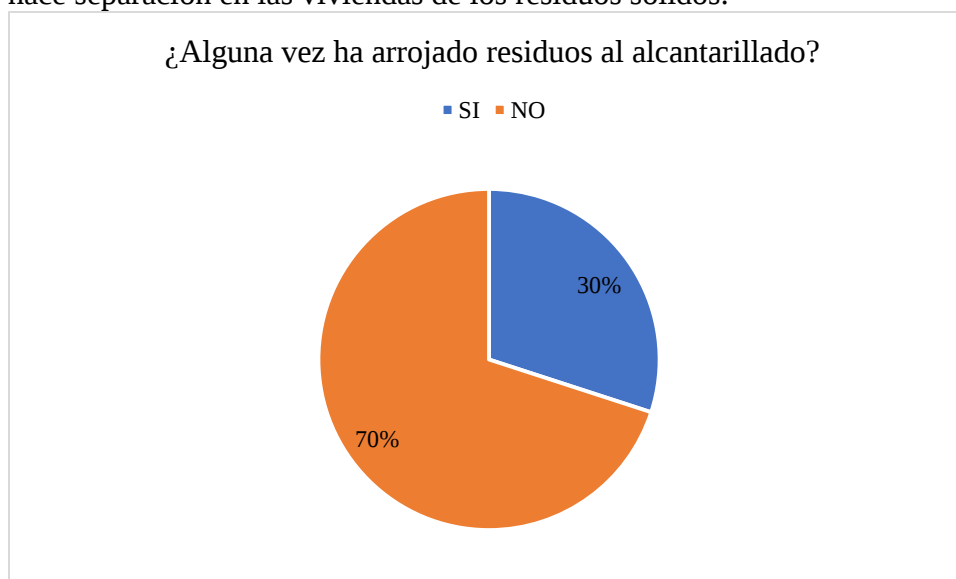


Figura 53. ¿Alguna vez ha arrojado residuos al alcantarillado?

El 70% de las personas no han arrojado residuos al alcantarillado.

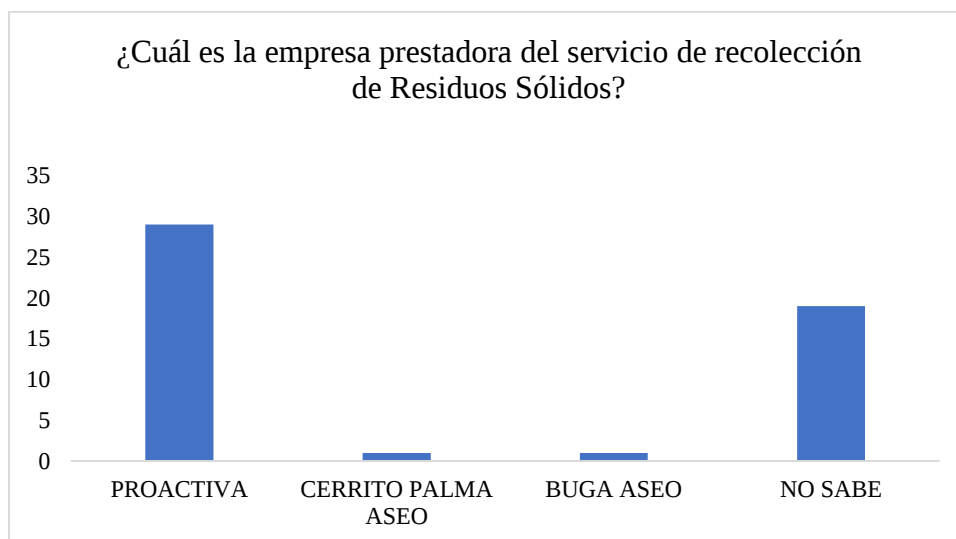


Figura 54. ¿Cuál es la empresa prestadora del servicio de recolección de residuos sólidos?

Diez y nueve de las 50 personas encuestadas no sabe cuál es la empresa prestadora del servicio de aseo.

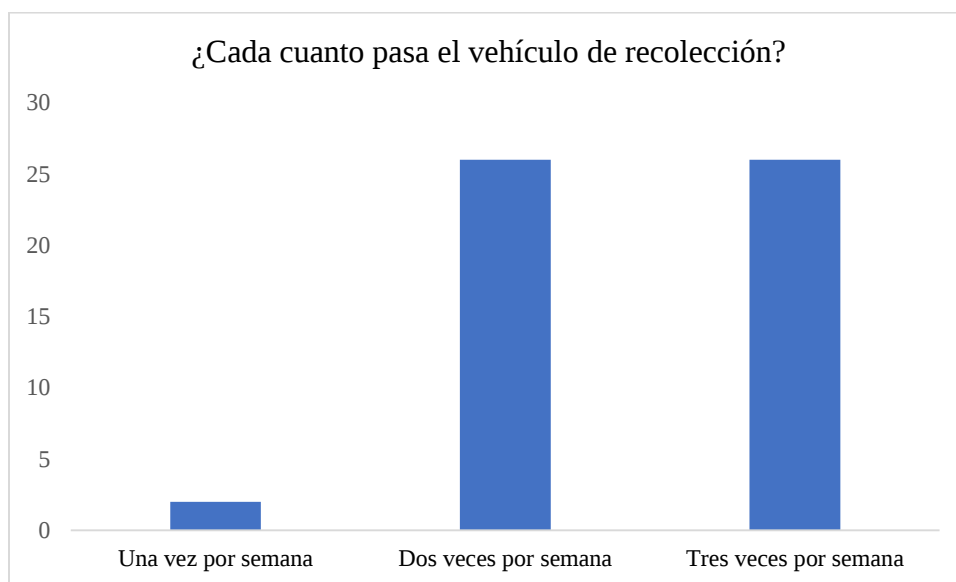


Figura 55. ¿Cada cuánto pasa el vehículo de recolección?

El vehículo recolector pasa cada dos o tres veces por semana para la recolección de los residuos sólidos.

Anexo 19.4. Caracterización de la fuente receptora antes y después del vertimiento.

CICLO DE GESTIÓN DE SERVICIOS LIA		Pontificia Universidad JAVERIANA		
PROCESO REALIZACIÓN DE ENSAYOS				
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO (93)				
		LIA 001398-16		
		<u>Orden de Servicio 185-18</u>		
		Informe en Versión 01		
CLIENTE	Universidad del Valle	FECHA DEL INFORME	2016-12-30	
CONTACTO	Ing. Marcela Nájuez Espinoza	FECHA DE MUESTREO	2016-12-19	
DIRECCIÓN	Instituto Cinara	FECHA DE RECEPCIÓN	2016-12-19	
LUGAR DE MUESTREO	Ginebra	FECHA DE REALIZACIÓN	2016-12-20	
NOMBRE DE LA MUESTRA	Aguas Arriba	RECIPiente	Plástico	
RESPONSABLE MUESTREO	Ing. Marcela Nájuez Espinoza	TEMPERATURA	4°C	
OBSERVACIONES: Agua cruda, muestra compuesta				
CONDICIONES DEL ENSAYO				
Las muestras permanecen bajo las condiciones de temperatura que presentaron al ingreso, hasta su análisis. Los procesos analíticos se realizan bajo el seguimiento estricto de los estándares establecidos por el Laboratorio de Investigaciones Ambientales, LIA, basados en métodos internacionalmente reconocidos y estandarizados. Se realizan los ensayos en condiciones ambientales de temperatura de 20±2°C y de humedad 60±20%.				
RESULTADOS DE LA MUESTRA				
ENSAYO	VALOR ADMISIBLE	LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN Y REPORTE	RESULTADO	UNIDADES
* LIA 009. Demanda bioquímica de oxígeno. Incubación a 5 días - Electrodo de Membrana, ASTM 0888-12 Método B	-	14,66	167	mg/L
* LIA 010. Demanda química de oxígeno total. Reflujo Cerrado - Colorimétrico, ISO 15705:2002	-	16	291,4	mg/L
* LIA 036. Sólidos Sedimentables. Volumétrico - Cono Imhoff, SM 2540 F	-	0,1	<0,1	ml/L
* LIA 023. Sólidos Suspendidos Totales: Gravimétrico - Secado a 103°C - 105°C, SM 2540 O	-	14,0	60,0	mg/L
* LIA 025. Nitratos. Fotométrico - DIN 38405 D9-2	-	0,16	4,35	mg/L N-NO ₃
* LIA 026. Nitritos. Fotométrico DIN EN 26777 D10	-	0,018	0,288	mg/L N-NO ₂
LIA 027. Nitrógeno Amoniacal. Fotométrico ISO 7150/1	-	0,102	<0,102	mg/L N-NH ₃
LIA 028. Nitrógeno Total. Fotométrico. Digestión Oxidativa. DIN EN ISO 11905-1	-	1,00	7,18	mg/L N
LIA 029. Orto fosfatos. Fotométrico. ISO 6878 Método del Molibdato de amonio.	-	0,20	1,40	mg/L P-PO ₄
LIA 017. Fosforo Total. Fotométrico. ISO 6878 Método del Molibdato de amonio.	-	0,50	3,60	mg/L P
LIA 019. Grasas y Aceites. Extracción Soxhlet SM 5520 D	-	3,50	<3,5	mg/L
LIA 011. Detergentes como sustancias activas al azul de metileno (SAAM). SM 5540 B	-	0,02	<0,1	mg/L
LIA 056. Coliformes Totales. NTC 4939. 2001-05-30	-	2	4900	NMP/100mL
LIA 057. Coliformes Fecales. NTC 4939. 2001-05-30	-	2	1700	NMP/100mL
Convenciones: *Ensayo subcontratado *Ensayo Acreditado según Resolución 0333 de Marzo 11 de 2010 IDEAM *Ensayo Acreditado según Resolución 1107 de Junio 09 de 2010 IDEAM **Resultado fuera de norma Revisó _____ Realizó _____ Qca. Lina María Granobles Gómez PQ. 1485 Qca. Nataly Alvares, TQ. Ninfa Díaz, TQ. Edouard Velasco P. Aseguramiento Analista responsable del Análisis Apróbó _____ Ing. WILLIAM A. OCAMPO DUQUE MSc., PhD T.P. 13121 Director Técnico				
		INFORME DE ENSAYO No. _____ No. de Anexos: 0 FIN DEL INFORME		

Figura 56. Caracterización aguas arriba

CICLO DE GESTIÓN DE SERVICIOS LIA		Pontificia Universidad Javeriana		
PROCESO REALIZACIÓN DE ENSAYOS				
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO (93)				
		LIA 001397-16		
		Orden de Servicio 185-18		
		Informe en Versión 01		
CLIENTE	Universidad del Valle	FECHA DEL INFORME	2016-12-30	
CONTACTO	Ing. Marcela Ríñez Espinoza	FECHA DE MUESTREO	2016-12-19	
DIRECCIÓN	Instituto Cinara	FECHA DE RECEPCIÓN	2016-12-19	
LUGAR DE MUESTREO	Ginebra	FECHA DE REALIZACIÓN	2016-12-20	
NOMBRE DE LA MUESTRA	Aguas Abajo	RECIPIENTE	Plástico	
RESPONSABLE MUESTREO	Ing. Marcela Ríñez Espinoza	TEMPERATURA	4°C	
OBSERVACIONES:				
Agua cruda, muestra compuesta				
CONDICIONES DEL ENSAYO				
Las muestras permanecen bajo las condiciones de temperatura que presentaron al ingreso, hasta su análisis. Los procesos analíticos se realizan bajo el seguimiento estricto de los estándares establecidos por el Laboratorio de Investigaciones Ambientales, LIA, basados en métodos internacionalmente reconocidos y estandarizados. Se realizan los ensayos en condiciones ambientales de temperatura de 20±2°C y de humedad 60±20%.				
RESULTADOS DE LA MUESTRA				
ENSAYO	VALOR ADMISIBLE	LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN Y REPORTE	RESULTADO	UNIDADES
* LIA 009. Demanda bioquímica de oxígeno. Incubación a 5 días - Electrodo de Membrana, ASTM 0888-12 Método B	-	14,66	150	mg/L
* LIA 010. Demanda química de oxígeno total. Reflujo Cerrado - Colorimétrico, ISO 15705:2002	-	16	272,4	mg/L
* LIA 036. Sólidos Sedimentables. Volumétrico - Cono Imhoff, SM 2540 F	-	0,1	<0,1	ml/L
* LIA 023. Sólidos Suspendidos Totales: Gravimétrico - Secado a 103°C - 105°C, SM 2540 D	-	14,0	76,0	mg/L
* LIA 025. Nitratos. Fotométrico - DIN 38405 D9-2	-	0,16	2,76	mg/L N-NO ₃
* LIA 026. Nitritos. Fotométrico DIN EN 26777 D10	-	0,018	0,171	mg/L N-NO ₂
LIA 027. Nitrógeno Amoniacal. Fotométrico ISO 7150/1	-	0,102	7,46	mg/L N-NH ₃
LIA 028. Nitrógeno Total. Fotométrico. Digestión Oxidativa. DIN EN ISO 11905-1	-	1,00	14,2	mg/L N
LIA 029. Orto fosfatos. Fotométrico. ISO 6878 Método del Molibdato de amonio.	-	0,20	1,63	mg/L P-PO ₄
LIA 017. Fósforo Total. Fotométrico. ISO 6878 Método del Molibdato de amonio.	-	0,50	5,18	mg/L P
LIA 019. Grasas y Aceites. Extracción Soxhlet SM 5520 D	-	3,50	<3,5	mg/L
LIA 011. Detergentes como sustancias activas al azul de metileno (SAAM). SM 5540 B	-	0,02	0,58	mg/L
LIA 056. Coliformes Totales. NTC 4939. 2001-05-30	-	2	7900	NMP/100mL
LIA 057. Coliformes Fecales. NTC 4939. 2001-05-30	-	2	4300	NMP/100mL
Convenciones:				
*Ensayo subcontratado				
*Ensayo Acreditado según Resolución 0333 de Marzo 11 de 2010 IDEAM				
*Ensayo Acreditado según Resolución 1167 de Junio 09 de 2010 IDEAM				
**Resultado fuera de norma				
Revisó	Realizó			
Qoa. Lina María Granobles Gómez PQ. 1485	Qoa. Nataly Alvares, TQ. Ninfa Díaz, TQ. Edouard Velasco			
P. Aseguramiento	Analista responsable del Análisis			
Aprobó				
Ing. WILLIAM A. OCAMPO DUQUE MSc., PhD T.P. 13121	INFORME DE ENSAYO No.			
Director Técnico	No. de Anexos: 0			
	FIN DEL INFORME			

Figura 57. Caracterización aguas abajo

Anexo 19.5 Análisis fisicoquímico de agua subterránea Vg-pm-1.

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA
DIRECCION TECNICA AMBIENTAL

LABORATORIO AMBIENTAL

ANALISIS FISICOQUIMICO DE AGUAS

LOCALIDAD : Ginebra
FECHA DE MUESTREO : Mayo 03 de 2010
FUNCIONARIOS : José A. Bautista
Hernán Valencia
TIPO DE MUESTRA : Aguas Subterráneas
SITIO DE MUESTREO : LAGUNAS ACUAVALLE - GINEBRA
MUESTRA No : 651 Pozo Vg-pm-1
Hora : 13:55
Profundidad : 14,00 m
NE : 8,21 m
NB : 8,54 m
Profundidad bomba :
Frecuencia : 130 ciclos
Caudal : 0,09 l/s

PARAMETRO	un	651	PARAMETRO	un	651
pH	Unidades	7,47	Manganeso	mg Mn/l	<0,106
Temperatura	°C	25,2	Nitrógeno Total	mg N-total/l	3,43
Conductividad (25°C)	µS/cm	473	Nitrógeno Amoniacal	mg N-NH ₃ /l	2,28
Salinidad	%	0,02	Amonio	mg NH ₄ ⁺ /l	2,94
Turbiedad	UNT	15,0	Nitritos	mg N-NO ₂ /l	0,00319
Indice de Langelier	Unidades	---	Nitratos	mg N-NO ₃ /l	1,84
Sólidos Totales	mg/l	332	Nitratos	mg NO ₃ /l	8,15
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	---	Cianuros	µg CN ⁻ /l	---
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	---	Fenoles	mg Fenol /l	<0,0650
Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /l	5,73	Arsenico	µg As/l	---
Oxígeno Disuelto	mg O/l	---	Cadmio	mg Cd/l	---
Alcalinidad Total	mg CaCO ₃ /l	230	Cromo	mg Cr/l	---
Alcalinidad a la Fenolftaleína	mg CaCO ₃ /l	0	Plomo	mg Pb/l	---
Carbonatos	mg CaCO ₃ /l	0	Mercurio	µg Hg/l	---
Bicarbonatos	mg CaCO ₃ /l	281	Cobre	mg Cu/l	---
Dureza Total	mg CaCO ₃ /l	260	Aluminio	mg Al/l	---
Dureza Cálcica	mg CaCO ₃ /l	112	Níquel	mg Ni/l	---
Dureza Magnésica	mg CaCO ₃ /l	148	Hidrocarburos Aromáticos	µg HC/l	---
Calcio	mg Ca/l	44,9	Detergentes	mg SAAM/l	<0,130
Magnesio	mg Mg/l	36,0	Carbono Orgánico Total	mg COT/l	---
Cloruros	mg Cl/l	10,6	RAS	-	0,31
Sulfatos	mg SO ₄ /l	6,78			
Color Aparente	UPC	1,70	Coliformes Totales	NMP/100 ml	---
Fosfatos	mg PO ₄ ³⁻ /l	---	Coliformes Fecales	NMP/100 ml	---
Potasio	mg K/l	0,335			
Sodio	mg Na/l	11,4	Suma de Cationes	meq/l	5,72
Hierro Total	mg Fe/l	<0,477	Suma de Aniones	meq/l	5,06
Hierro Soluble	mg Fe ²⁺ /l	---	BALANCE	%	6,2

OBSERVACIONES :

NOTA: Estos resultados corresponden a las muestras entregadas por el usuario en el Laboratorio.

Luisa Marina Baena A.
Laboratorio Ambiental



Figura 58. Análisis fisicoquímico de agua subterránea Vg-pm-1 año 2010.

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA
DIRECCION TECNICA AMBIENTAL

LABORATORIO AMBIENTAL

ANALISIS FISICOQUIMICO DE AGUAS

LOCALIDAD : Ginebra

FECHA DE MUESTREO : Agosto 23 de 2011

FUNCIONARIOS :

José A. Bautista

Erick Murillo

TIPO DE MUESTRA : Aguas Subterráneas

SITIO DE MUESTREO : LAGUNAS ACUAVALLE

MUESTRA No : 983 Pozo Vg-pm-1

Hora : 10:30

Profundidad : 14,14 m

NE : 6,93 m

NB : 7,22 m

Profundidad bomba :

Frecuencia :

130 ciclos

Caudal :

0,1 l/s

PARAMETRO	un	983	PARAMETRO	un	983
pH	Unidades	6,95	Manganeso	mg Mn/l	<0,246
Temperatura	°C	25,4	Nitrógeno Total	mg N-total/l	<2,08
Conductividad (25°C)	µS/cm	531	Nitrógeno Amoniacal	mg N-NH ₃ /l	<1,06
Salinidad	%	0,02	Amonio	mg NH ₄ ⁺ /l	1,37
Turbiedad	UNT	77,0	Nitritos	mg N-NO ₂ /l	0,0626
Indice de Langlier	Unidades	---	Nitratos	mg N-NO ₃ /l	0,496
Sólidos Totales	mg/l	387	Nitratos	mg NO ₃ /l	2,20
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	---	Cianuros	µg CN/l	---
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	---	Fenoles	mg Fenol /l	<0,0650
Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /l	5,94	Arsenico	µg As/l	---
Oxígeno Disuelto	mg O/l	---	Cadmio	mg Cd/l	---
Alcalinidad Total	mg CaCO ₃ /l	255	Cromo	mg Cr/l	---
Alcalinidad a la Fenolftaleina	mg CaCO ₃ /l	0	Plomo	mg Pb/l	---
Carbonatos	mg CaCO ₃ /l	0	Mercurio	µg Hg/l	---
Bicarbonatos	mg CaCO ₃ /l	311	Cobre	mg Cu/l	---
Dureza Total	mg CaCO ₃ /l	271	Aluminio	mg Al/l	---
Dureza Cálcica	mg CaCO ₃ /l	115	Níquel	mg Ni/l	---
Dureza Magnésica	mg CaCO ₃ /l	156	Hidrocarburos Aromáticos	µg HC/l	---
Calcio	mg Ca/l	46,1	Detergentes	mg SAAM/l	<0,130
Magnesio	mg Mg/l	37,9	Carbono Orgánico Total	mg COT/l	<3,00
Cloruros	mg Cl/l	10,5	RAS	-	0,30
Sulfatos	mg SO ₄ /l	20,6			
Color Aparente	UPC	4,80	Coliformes Totales	NMP/100 ml	---
Fosfatos	mg PO ₄ ⁻³ /l	---	Coliformes Fecales	NMP/100 ml	---
Potasio	mg K/l	0,372			
Sodio	mg Na/l	11,4	Suma de Cationes	meq/l	5,94
Hierro Total	mg Fe/l	<0,240	Suma de Aniones	meq/l	5,83
Hierro Soluble	mg Fe ⁺⁺ /l	---	BALANCE	%	1,0

OBSERVACIONES :

NOTA: Estos resultados corresponden a las muestras entregadas por el usuario en el Laboratorio.

Luisa Marina Baena A.
Laboratorio Ambiental



Figura 59. Análisis fisicoquímico de agua subterránea Vg-pm-1 año 2011

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA
DIRECCION TECNICA AMBIENTAL

LABORATORIO AMBIENTAL

ANALISIS FISICOQUIMICO DE AGUAS

LOCALIDAD : Ginebra

FECHA DE MUESTREO : Julio 23 de 2012

FUNCIONARIOS :

Arturo Guerrero

Hernán Valencia

TIPO DE MUESTRA : Aguas Subterráneas

SITIO DE MUESTREO : LAGUNAS AGUAS RESIDUALES

MUESTRA No : 958 Pozo Vg-pm-1

Hora : 15:00

Profundidad : 14,00 m

NE : 7,34 m

NB : 7,40 m

Profundidad bomba :

Frecuencia :

120 ciclos

Caudal :

0,07 l/s

PARAMETRO	un	958	PARAMETRO	un	958
pH	Unidades	6,92	Manganeso	mg Mn/l	<0,246
Temperatura	°C	25,8	Nitrógeno Total	mg N-total/l	<2,08
Conductividad (25°C)	µS/cm	501	Nitrógeno Amoniacal	mg N-NH ₃ /l	<1,06
Salinidad	%	0,02	Amonio	mg NH ₄ ⁺ /l	1,37
Turbiedad	UNT	28,0	Nitritos	mg N-NO ₂ /l	0,00205
Indice de Langelier	Unidades	---	Nitratos	mg N-NO ₃ /l	2,12
Sólidos Totales	mg/l	315	Nitratos	mg NO ₃ /l	9,39
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	---	Cianuros	µg CN ⁻ /l	---
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	---	Fenoles	mg Fenol /l	<0,0650
Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /l	<5,33	Arsenico	µg As/l	---
Oxígeno Disuelto	mg O/l	---	Cadmio	mg Cd/l	---
Alcalinidad Total	mg CaCO ₃ /l	237	Cromo	mg Cr/l	---
Alcalinidad a la Fenolftaleína	mg CaCO ₃ /l	0	Plomo	mg Pb/l	---
Carbonatos	mg CaCO ₃ /l	0	Mercurio	µg Hg/l	---
Bicarbonatos	mg CaCO ₃ /l	289	Cobre	mg Cu/l	---
Dureza Total	mg CaCO ₃ /l	261	Aluminio	mg Al/l	---
Dureza Cálcica	mg CaCO ₃ /l	115	Níquel	mg Ni/l	---
Dureza Magnésica	mg CaCO ₃ /l	146	Hidrocarburos Aromáticos	µg HC/l	---
Calcio	mg Ca/l	46,1	Detergentes	mg SAAM/l	<0,130
Magnesio	mg Mg/l	35,5	Carbono Orgánico Total	mg COT/l	<3,00
Cloruros	mg Cl ⁻ /l	9,60	RAS	-	0,31
Sulfatos	mg SO ₄ ⁻² /l	7,74			
Color Aparente	UPC	2,00	Coliformes Totales	NMP/100 ml	---
Fosfatos	mg PO ₄ ⁻³ /l	---	Coliformes Fecales	NMP/100 ml	---
Potasio	mg K/l	0,405			
Sodio	mg Na/l	11,5	Suma de Cationes	meq/l	5,75
Hierro Total	mg Fe/l	<0,240	Suma de Aniones	meq/l	5,18
Hierro Soluble	mg Fe ²⁺ /l	---	BALANCE	%	5,2

OBSERVACIONES :

NOTA: Estos resultados corresponden a las muestras entregadas por el usuario en el Laboratorio.

Luisa Marina Baena A.

Laboratorio Ambiental

Figura 60. Análisis fisicoquímico de agua subterránea Vg-pm-1 año 2012.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA
DIRECCIÓN TÉCNICA AMBIENTAL

LABORATORIO AMBIENTAL

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS

LOCALIDAD : GINEBRA

FECHA DE MUESTREO : 15/09/2015 09:20

FUNCIONARIOS: Hernan Valencia, Jaiber Andres Rojas

TIPO DE MUESTRA : Aguas Subterráneas

SITIO DE MUESTREO : Laguna Acuavalle - Pozo Vg-pm-1

MUESTRA No : 1345-2015

Hora : 09:20:00 a.m.

Parámetro	Un	1345-2015	Parámetro	Un	1345-2015
pH (campo)	Unidades	7,63	Manganeso Total	mg Mn/l	<0,246
Temperatura	°C	25,3	Sodio Total	mg Na/l	2,36
Conductividad Eléctrica (Campo)	uS/cm	4710	Potasio Total	mg K/l	<0,200
Salinidad	%	0,0200	Cobre Total	mg Cu/l	---
Turbiedad	UNT	0	Zinc Total	mg Zn/l	---
Índice de Langelier	Unidades	---	Cadmio Total	mg Cd/l	---
Color Aparente	UPC	---	Cromo Total	mg Cr/l	---
Color Real	UPC	---	Níquel Total	mg Ni/l	---
Sólidos Totales	mg ST/l	352	Piomo Total	mg Pb/l	---
Sólidos Suspendidos Totales	mg SST/l	---	Aluminio Total	mg Al/l	---
Sólidos Disueltos Totales	mg SDT/l	---	Arsénico Total	ug As/l	---
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O ₂ /l	---	Mercurio Total	ug Hg/l	---
Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /l	---	Cianuro Total	ug CN/l	---
Carbono Orgánico Total	mg COT/l	---	Fenoles Totales	mg Fenol/l	---
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /l	---	Fluoruros	mg F/l	---
Alcalinidad Total	mg CaCO ₃ /l	235	Detergentes (SAAM)	mg SAAM/l	0,244
Alcalinidad a la Fenolftaleína	mg CaCO ₃ /l	0	Hidrocarburos Aromáticos	ug Hc-Aromático/l	---
Carbonatos	mg CaCO ₃ /l	0	Hidrocarburos Totales	mg HC/l	---
Bicarbonatos	mg CaCO ₃ /l	235	Clorofila	ug clorofila a/l	---
Dureza Total	mg CaCO ₃ /l	244	Coliformes Totales	NMP/100 ml	0,00E+00
Dureza Cálcica	mg CaCO ₃ /l	70,0	Coliformes Fecales	NMP/100 ml	*
Dureza Magnésica	mg CaCO ₃ /l	174	Escherichia Coli	NMP/100 ml	0,00E+00
Calcio	mg Ca/l	28,1	Profundidad del Pozo	m	14,2
Magnésio	mg Mg/l	42,3	Profundidad Bomba	m	---
Cloruros	mg Cl/l	10,8	Nivel Estático	m	9,62
Sulfatos	mg SO ₄ -2/l	6,58	Nivel de Bombeo	m	9,95
Fosfatos	mg P-PO ₄ /l	---	Frecuencia	Hz	---
Fósforo Total	mg P/l	---	Caudal	l/s	0,0700
Nitrógeno Total	mg N-total/l	---	RAS	-	0,0658
Nitrógeno Amoniacal	mg N-NH ₃ /l	1,08	Suma de Cationes	meq/l	5,01
Amonio	mg NH ₄ ⁺ /l	1,37	Suma de Aniones	meq/l	4,3
Nitratos (como N-NO ₃)	mg N-NO ₃ /l	2,06	BALANCE	%	7,58
Nitratos (como NO ₃)	mg NO ₃ /l	9,13			
Nitritos (como N-NO ₂)	mg N-NO ₂ -l	< 0,00178			
Silíce	mg SiO ₂ /l	---			
Hierro Total	mg Fe/l	0,757			

OBSERVACIONES : Estos resultados corresponden a las muestras entregadas por el usuario en el laboratorio. *No se reporta porque el análisis se realizó por el método de sustrato definido

Luisa Marina Baena A.



Figura 61. Análisis físicoquímico de agua subterránea Vg-pm-1 año 2015.

Anexo 19.6 Análisis físicoquímico de agua subterránea Vg-pm-2

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA
DIRECCION TECNICA AMBIENTAL

LABORATORIO AMBIENTAL

ANALISIS FISICOQUIMICO DE AGUAS

LOCALIDAD : Ginebra
FECHA DE MUESTREO : Mayo 03 de 2010
TIPO DE MUESTRA : Aguas Subterráneas
SITIO DE MUESTREO : LAGUNAS ACUAVALLE - GINEBRA
MUESTRA No : 650 Pozo Vg-pm-2
Profundidad : 19,52 m
NE : 8,01 m
NB : 8,56 m

FUNCIONARIOS : José A. Bautista
Hernán Valencia
Hora : 12:45
Profundidad bomba :
Frecuencia : 130 ciclos
Caudal : 0,09 l/s

PARAMETRO	un	650	PARAMETRO	un	650
pH	Unidades	7,06	Manganeso	mg Mn/l	<0,106
Temperatura	°C	25,5	Nitrógeno Total	mg N-total/l	3,05
Conductividad (25°C)	µS/cm	472	Nitrógeno Amoniacal	mg N-NH ₃ /l	2,09
Salinidad	%	0,02	Amonio	mg NH ₄ ⁺ /l	2,70
Turbiedad	UNT	17,0	Nitritos	mg N-NO ₂ /l	0,00515
Índice de Langelier	Unidades	---	Nitratos	mg N-NO ₃ /l	2,70
Sólidos Totales	mg/l	306	Nitratos	mg NO ₃ /l	12,0
Sólidos Suspendedos Totales	mg/l	---	Cianuros	µg CN/l	---
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	---	Fenoles	mg Fenol /l	<0,0650
Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /l	<5,33	Arsenico	µg As/l	---
Oxígeno Disuelto	mg O/l	---	Cadmio	mg Cd/l	---
Alcalinidad Total	mg CaCO ₃ /l	233	Cromo	mg Cr/l	---
Alcalinidad a la Fenolftaleína	mg CaCO ₃ /l	0	Plomo	mg Pb/l	---
Carbonatos	mg CaCO ₃ /l	0	Mercurio	µg Hg/l	---
Bicarbonatos	mg CaCO ₃ /l	284	Cobre	mg Cu/l	---
Dureza Total	mg CaCO ₃ /l	272	Aluminio	mg Al/l	---
Dureza Cálctica	mg CaCO ₃ /l	104	Níquel	mg Ni/l	---
Dureza Magnésica	mg CaCO ₃ /l	168	Hidrocarburos Aromáticos	µg HC/l	---
Calcio	mg Ca/l	41,7	Detergentes	mg SAAM/l	<0,130
Magnesio	mg Mg/l	40,8	Carbono Orgánico Total	mg COT/l	---
Cloruros	mg Cl/l	9,58	RAS	-	0,28
Sulfatos	mg SO ₄ /l	8,35			
Color Aparente	UPC	1,50	Coliformes Totales	NMP/100 ml	---
Fosfatos	mg PO ₄ /l	---	Coliformes Fecales	NMP/100 ml	---
Potasio	mg K/l	0,300			
Sodio	mg Na/l	10,6	Suma de Cationes	meq/l	5,93
Hierro Total	mg Fe/l	<0,477	Suma de Aniones	meq/l	5,11
Hierro Soluble	mg Fe ²⁺ /l	---	BALANCE	%	7,4

OBSERVACIONES :

NOTA: Estos resultados corresponden a las muestras entregadas por el usuario en el Laboratorio.

Luisa Marina Baena A.
Laboratorio Ambiental



Figura 62. Análisis fisicoquímico de agua subterránea Vg-pm-2 año 2010.

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA
DIRECCION TECNICA AMBIENTAL

LABORATORIO AMBIENTAL

ANALISIS FISICOQUIMICO DE AGUAS

LOCALIDAD : Ginebra

FECHA DE MUESTREO : Agosto 23 de 2011

FUNCIONARIOS :

José A. Bautista

Erick Murillo

TIPO DE MUESTRA : Aguas Subterráneas

SITIO DE MUESTREO : LAGUNA ACUAVALLE

MUESTRA No : 982 Pozo Vg-pm-2

Hora : 09:20

Profundidad : 19,82 m

Profundidad bomba :

NE : 6,65 m

Frecuencia :

130 ciclos

NB : 6,96 m

Caudal :

0,1 l/s

PARAMETRO	un	982	PARAMETRO	un	982
pH	Unidades	6,98	Manganeso	mg Mn/l	<0,246
Temperatura	°C	25,3	Nitrógeno Total	mg N-total/l	<2,08
Conductividad (25°C)	µS/cm	489	Nitrógeno Amoniacal	mg N-NH ₃ /l	<1,06
Salinidad	%	0,02	Amonio	mg NH ₄ ⁺ /l	1,37
Turbiedad	UNT	76,0	Nitritos	mg N-NO ₂ /l	0,00340
Indice de Langelier	Unidades	---	Nitratos	mg N-NO ₃ /l	0,491
Sólidos Totales	mg/l	359	Nitratos	mg NO ₃ /l	2,18
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	---	Cianuros	µg CN ⁻ /l	---
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	---	Fenoles	mg Fenol /l	<0,0650
Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /l	<5,33	Arsenico	µg As/l	---
Oxígeno Disuelto	mg O/l	---	Cadmio	mg Cd/l	---
Alcalinidad Total	mg CaCO ₃ /l	236	Cromo	mg Cr/l	---
Alcalinidad a la Fenolftaleína	mg CaCO ₃ /l	0	Plomo	mg Pb/l	---
Carbonatos	mg CaCO ₃ /l	0	Mercurio	µg Hg/l	---
Bicarbonatos	mg CaCO ₃ /l	288	Cobre	mg Cu/l	---
Dureza Total	mg CaCO ₃ /l	260	Aluminio	mg Al/l	---
Dureza Cálcica	mg CaCO ₃ /l	107	Níquel	mg Ni/l	---
Dureza Magnésica	mg CaCO ₃ /l	153	Hidrocarburos Aromáticos	µg HC/l	---
Calcio	mg Ca/l	42,9	Detergentes	mg SAAM/l	<0,130
Magnesio	mg Mg/l	37,2	Carbono Orgánico Total	mg COT/l	<3,00
Cloruros	mg Cl ⁻ /l	10,3	RAS	-	0,29
Sulfatos	mg SO ₄ /l	12,2			
Color Aparente	UPC	4,60	Coliformes Totales	NMP/100 ml	---
Fosfatos	mg PO ₄ ⁻³ /l	---	Coliformes Fecales	NMP/100 ml	---
Potasio	mg K/l	0,311			
Sodio	mg Na/l	10,8	Suma de Cationes	meq/l	5,70
Hierro Total	mg Fe/l	<0,240	Suma de Aniones	meq/l	5,27
Hierro Soluble	mg Fe ²⁺ /l	---	BALANCE	%	3,8

OBSERVACIONES :

NOTA: Estos resultados corresponden a las muestras entregadas por el usuario en el Laboratorio.

Luisa Marina Baena A.
Laboratorio Ambiental



Figura 63. Análisis fisicoquímico de agua subterránea Vg-pm-2 año 2011

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA
DIRECCION TECNICA AMBIENTAL

LABORATORIO AMBIENTAL

ANALISIS FISICOQUIMICO DE AGUAS

LOCALIDAD : Ginebra

FECHA DE MUESTREO : Julio 23 de 2012

FUNCIONARIOS :

Arturo Guerrero

Hernán Valencia

TIPO DE MUESTRA : Aguas Subterráneas

SITIO DE MUESTREO : LAGUNAS AGUAS RESIDUALES

MUESTRA No : 957 Pozo Vg-pm-2

Hora : 13:50

Profundidad : 19,60 m

Profundidad bomba :

NE : 6,94 m

Frecuencia :

NB : 7,25 m

Caudal :

120 ciclos

0,07 l/s

PARAMETRO	un	957	PARAMETRO	un	957
pH	Unidades	6,95	Manganeso	mg Mn/l	<0,246
Temperatura	°C	26,5	Nitrógeno Total	mg N-total/l	<2,08
Conductividad (25°C)	µS/cm	502	Nitrógeno Amoniacal	mg N-NH ₃ /l	<1,06
Salinidad	%	0,02	Amonio	mg NH ₄ ⁺ /l	1,37
Turbiedad	UNT	28,0	Nitritos	mg N-NO ₂ /l	<0,00176
Indice de Langelier	Unidades	---	Nitratos	mg N-NO ₃ /l	2,12
Sólidos Totales	mg/l	333	Nitratos	mg NO ₃ /l	9,39
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	---	Cianuros	µg CN ⁻ /l	---
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	---	Fenoles	mg Fenol /l	<0,0650
Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /l	<5,33	Arsenico	µg As/l	---
Oxígeno Disuelto	mg O/l	---	Cadmio	mg Cd/l	---
Alcalinidad Total	mg CaCO ₃ /l	229	Cromo	mg Cr/l	---
Alcalinidad a la Fenolftaleina	mg CaCO ₃ /l	0	Plomo	mg Pb/l	---
Carbonatos	mg CaCO ₃ /l	0	Mercurio	µg Hg/l	---
Bicarbonatos	mg CaCO ₃ /l	279	Cobre	mg Cu/l	---
Dureza Total	mg CaCO ₃ /l	289	Aluminio	mg Al/l	---
Dureza Cálcica	mg CaCO ₃ /l	115	Niquel	mg Ni/l	---
Dureza Magnésica	mg CaCO ₃ /l	174	Hidrocarburos Aromáticos	µg HC/l	---
Calcio	mg Ca/l	46,1	Detergentes	mg SAAM/l	0,146
Magnesio	mg Mg/l	42,3	Carbono Orgánico Total	mg COT/l	<3,00
Cloruros	mg Cl ⁻ /l	10,0	RAS	-	0,28
Sulfatos	mg SO ₄ ⁻² /l	9,49			
Color Aparente	UPC	2,10	Coliformes Totales	NMP/100 ml	---
Fosfatos	mg PO ₄ ⁻³ /l	---	Coliformes Fecales	NMP/100 ml	---
Potasio	mg K/l	0,311			
Sodio	mg Na/l	11,0	Suma de Cationes	meq/l	6,29
Hierro Total	mg Fe/l	<0,240	Suma de Aniones	meq/l	5,06
Hierro Soluble	mg Fe ⁺⁺ /l	---	BALANCE	%	10,8

OBSERVACIONES :

NOTA: Estos resultados corresponden a las muestras entregadas por el usuario en el Laboratorio.

Luisa Marina Baena A.
Laboratorio Ambiental

Figura 64. Análisis fisicoquímico de agua subterránea Vg-pm-2 año 2012.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL VALLE DEL CAUCA
DIRECCIÓN TÉCNICA AMBIENTAL

LABORATORIO AMBIENTAL

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUAS

LOCALIDAD : GINEBRA
FECHA DE MUESTREO : 15/09/2015 10:20

FUNCIONARIOS: Hernan Valencia, Jaiber Andres Rojas

TIPO DE MUESTRA : Aguas Subterráneas
SITIO DE MUESTREO : Laguna Acuavalle - Pozo Vg-pm-2
MUESTRA No : 1346-2015

Hora : 10:20:00 a.m.

Parámetro	Un	1346-2015	Parámetro	Un	1346-2015
pH (campo)	Unidades	7,68	Manganeso Total	mg Mn/l	<0,246
Temperatura	°C	26,4	Sodio Total	mg Na/l	2,50
Conductividad Eléctrica (Campo)	uS/cm	4620	Potasio Total	mg K/l	<0,200
Salinidad	%	0,0200	Cobre Total	mg Cu/l	---
Turbiedad	UNT	0	Zinc Total	mg Zn/l	---
Índice de Langelier	Unidades	---	Cadmio Total	mg Cd/l	---
Color Aparente	UPC	---	Cromo Total	mg Cr/l	---
Color Real	UPC	---	Níquel Total	mg Ni/l	---
Sólidos Totales	mg ST/l	364	Piomo Total	mg Pb/l	---
Sólidos Suspendidos Totales	mg SST/l	---	Aluminio Total	mg Al/l	---
Sólidos Disueltos Totales	mg SDT/l	---	Arsénico Total	µg As/l	---
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg O ₂ /l	---	Mercurio Total	ug Hg/l	---
Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /l	---	Cianuro Total	ug CN-/l	---
Carbono Orgánico Total	mg COT/l	---	Fenoles Totales	mg Fend/l	---
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /l	---	Fluoruros	mg F/l	---
Alcalinidad Total	mg CaCO ₃ /l	232	Detergentes (SAAM)	mg SAAM/l	0,226
Alcalinidad a la Fenolftaleína	mg CaCO ₃ /l	0	Hidrocarburos Aromáticos	ug Hc-Aromático/l	---
Carbonatos	mg CaCO ₃ /l	0	Hidrocarburos Totales	mg HC/l	---
Bicarbonatos	mg CaCO ₃ /l	232	Clorofila	ug clorofila a/l	---
Dureza Total	mg CaCO ₃ /l	250			
Dureza Cálcica	mg CaCO ₃ /l	80,0	Coliformes Totales	NMP/100 ml	0,00E+00
Dureza Magnésica	mg CaCO ₃ /l	170	Coliformes Fecales	NMP/100 ml	*
Calcio	mg Ca/l	32,1	Escherichia Coli	NMP/100 ml	0,00E+00
Magnésio	mg Mg/l	41,3			
Cloruros	mg Cl/l	9,86	Profundidad del Pozo	m	19,4
Sulfatos	mg SO ₄ -2/l	6,40	Profundidad Bomba	m	---
Fosfatos	mg P-PO ₄ /l	---	Nivel Estático	m	9,08
Fósforo Total	mg P/l	---	Nivel de Bombeo	m	9,62
Nitrógeno Total	mg N-total/l	---	Frecuencia	Hz	---
Nitrógeno Amoniacal	mg N-NH ₃ /l	1,28	Caudal	l/s	0,0600
Amonio	mg NH ₄ +/l	1,65			
Nitratos (como N-NO ₃)	mg N-NO ₃ /l	1,73	RAS	-	0,0688
Nitratos (como NO ₃)	mg NO ₃ /l	7,66	Suma de Cationes	meq/l	5,13
Nitritos (como N-NO ₂)	mg N-NO ₂ -l	< 0,00176	Suma de Aniones	meq/l	4,22
Silíce	mg SiO ₂ /l	---	BALANCE	%	9,73
Hierro Total	mg Fe/l	<0,240			

OBSERVACIONES : Estos resultados corresponden a las muestras entregadas por el usuario en el laboratorio. *No se reporta porque el análisis se realizó por el método de sustrato definido

Luisa Marina Baena A.



Figura 65. Análisis físicoquímico de agua subterránea Vg-pm-2 año 2015.

Anexo 19.7. Suscriptores Residenciales del Alcantarillado de Ginebra por estrato en el 2016

Mes	Estrato						Total Suscriptores residenciales
	1	2	3	4	5	6	
Enero	388	1.502	674	20	1	0	2.585
Febrero	389	1.503	674	20	1	0	2.587
Marzo	387	1.507	677	20	1	0	2.592
Abril	389	1.508	677	20	1	0	2.595
Mayo	390	1.510	681	20	1	0	2.602
Junio	390	1.513	683	20	1	0	2.607
Julio	390	1.514	683	20	1	0	2.608
Agosto	391	1.515	684	20	1	0	2.611
Septiembre	393	1.520	684	20	1	0	2.618
Octubre	396	1.529	685	20	1	0	2.631
Noviembre	399	1.530	687	20	1	0	2.637
Diciembre	399	1.530	688	20	1	0	2.638

Nota. Fuente: Acuavalle (2017).

Anexo 19.8. Suscriptores No Residenciales del Alcantarillado de Ginebra en el 2016.

Mes	Industrial	Comercial	Oficial	Otros	Total No Residencial	Total Suscriptores
Enero	0	119	30	1	2.585	2.735
Febrero	0	119	30	1	2.587	2.737
Marzo	0	119	30	1	2.592	2.742
Abril	0	119	30	1	2.595	2.745
Mayo	0	119	29	1	2.602	2.751
Junio	0	119	29	1	2.607	2.756
Julio	0	119	29	1	2.608	2.757
Agosto	0	120	29	1	2.611	2.761
Septiembre	0	120	29	1	2.618	2.768
Octubre	0	119	29	1	2.631	2.780
Noviembre	0	119	29	1	2.637	2.786
Diciembre	0	119	29	1	2.638	2.787

Nota. Fuente: Acuavalle (2017).

Anexo 19.9. Consumo promedio (m³) por estratos en el 2016

Mes	Estrato						Total residencial
	1	2	3	4	5	6	
Enero	6.631	24.119	12.360	905	24	0	44.039
Febrero	6.301	22.850	11.169	812	20	0	41.152
Marzo	5.704	20.460	10.315	664	18	0	37.161
Abril	6.037	21.229	10.943	751	18	0	38.979
Mayo	5.515	20.563	10.427	657	16	0	37.178
Junio	5.757	21.146	10.456	708	19	0	38.086
Julio	5.901	20.806	10.362	734	18	0	37.821
Agosto	6.136	22.007	11.236	786	19	0	40.184
Septiembre	6.367	21.572	11.076	747	45	0	39.807
Octubre	6.185	21.689	10.296	699	28	0	38.897
Noviembre	5.927	21.427	11.169	767	17	0	39.307
Diciembre	5.797	20.625	10.226	685	16	0	37.348
Anual	72.261	258.494	130.035	8.911	258	0	469.985

Nota. Fuente: Acuavalle (2017).

Anexo 19.10. Consumo promedio (m³) por componente sectorial en el 2016.

Mes	Industrial	Comercial	Oficial	Otros	Total No. Residencial	Total Suscriptores
Enero	0	6.137	1.834	14	44.039	52.023
Febrero	0	5.721	2.412	12	41.152	49.297
Marzo	0	4.948	2.648	6	37.161	44.763
Abril	0	6.176	2.085	6	38.979	47.246
Mayo	0	5.902	1.893	4	37.178	44.977
Junio	0	5.589	1.999	13	38.086	45.687
Julio	0	4.964	2.116	15	37.821	44.916
Agosto	0	4.772	2.128	15	40.184	47.099
Septiembre	0	5.969	1.981	15	39.807	47.772
Octubre	0	5.001	1.844	16	38.897	45.759
Noviembre	0	4.907	2.010	13	39.307	46.237
Diciembre	0	5.460	2.288	16	37.348	45.111
Anual	0	65.546	25.237	145	469.958	560.887

Nota. Fuente: Acuavalle (2017).

Anexo 19.11. Caracterización de agua residual entrada y salida de la PTAR (Muestreo compuesto)

CICLO DE GESTIÓN DE SERVICIOS LIA		Pontificia Universidad JAVERIANA		
PROCESO REALIZACIÓN DE ENSAYOS				
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO (93)				
		LIA 001396-16		
		<u>Orden de Servicio 195-16</u>		
		Informe en Versión 01		
CLIENTE	Universidad del Valle	FECHA DEL INFORME	2016-12-30	
CONTACTO	Ing. Marcela Nájera Espinoza	FECHA DE MUESTREO	2016-12-19	
DIRECCIÓN	Instituto Cinara	FECHA DE RECEPCIÓN	2016-12-19	
LUGAR DE MUESTREO	Ginebra	FECHA DE REALIZACIÓN	2016-12-20	
NOMBRE DE LA MUESTRA	Entrada PTAR	RECIPIENTE	Plástico	
RESPONSABLE MUESTREO	Ing. Marcela Nájera Espinoza	TEMPERATURA	4°C	
OBSERVACIONES:				
Agua residual, muestra compuesta				
CONDICIONES DEL ENSAYO				
Las muestras permanecen bajo las condiciones de temperatura que presentaron al ingreso, hasta su análisis. Los procesos analíticos se realizan bajo el seguimiento estricto de los estándares establecidos por el Laboratorio de Investigaciones Ambientales, LIA, basados en métodos internacionalmente reconocidos y estandarizados. Se realizan los ensayos en condiciones ambientales de temperatura de 20±2°C y de humedad 60±20%.				
RESULTADOS DE LA MUESTRA				
ENSAYO	VALOR ADMISIBLE	LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN Y REPORTE	RESULTADO	UNIDADES
* LIA 009. Demanda bioquímica de oxígeno. Incubación a 5 días - Electrodo de Membrana, ASTM 0888-12 Método B	-	14,66	331	mg/L
* LIA 010. Demanda química de oxígeno total. Reflujo Cerrado - Colorimétrico, ISO 15705:2002	-	16	790,8	mg/L
* LIA 036. Sólidos Sedimentables. Volumétrico - Cono Imhoff, SM 2540 F	-	0,1	1,0	mL/L
* LIA 023. Sólidos Suspendidos Totales: Gravimétrico - Secado a 103°C - 105°C, SM 2540 O	-	14,0	137,3	mg/L
* LIA 025. Nitratos. Fotométrico - DIN 38405 D9-2	-	0,16	1,65	mg/L N-NO ₃
* LIA 026. Nitritos. Fotométrico DIN EN 25777 D10	-	0,018	0,0893	mg/L N-NO ₂
LIA 027. Nitrógeno Amoniacal. Fotométrico ISO 7150/1	-	0,102	21,18	mg/L N-NH ₃
LIA 028. Nitrógeno Total. Fotométrico. Digestión Oxidativa. DIN EN ISO 11905-1	-	1,00	38,3	mg/L N
LIA 029. Orto fosfatos. Fotométrico. ISO 6878 Método del Molibdato de amonio.	-	0,20	3,49	mg/L P-PO ₄
LIA 017. Fosforo Total. Fotométrico. ISO 6878 Método del Molibdato de amonio.	-	0,50	8,07	mg/L P
LIA 019. Grasas y Aceites. Extracción Soxhlet SM 5520 D	-	3,50	11,23	mg/L
LIA 011. Detergentes como sustancias activas al azul de metileno (SAAM). SM 5540 B	-	0,02	27,6	mg/L
LIA 056. Coliformes Totales. NTC 4939. 2001-05-30	-	2	24000	NMP/100mL
LIA 057. Coliformes Fecales. NTC 4939. 2001-05-30	-	2	17000	NMP/100mL
Convenciones: *Ensayo subcontratado *Ensayo Acreditado según Resolución 0333 de Marzo 11 de 2016 IDEAM *Ensayo Acreditado según Resolución 1167 de Junio 09 de 2016 IDEAM **Resultado fuera de norma				
Revisó		Realizó		
Qca. Lina María Granobles Gómez PQ. 1485		Qca. Nataly Alvares, TQ. Ninfa Díaz, TQ. Edouard Velasco		
P. Aseguramiento		Analista responsable del Análisis		
Aprobó				
Ing. WILLIAM A. OCAMPO DUQUE MSc., PhD T.P. 13121		INFORME DE ENSAYO No.		
Director Técnico		No. de Anexos: 0		
		FIN DEL INFORME		
		LABORATORIO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES		
		LIA 001396-16		

Figura 66. Caracterización agua residual entrada PTAR (Muestreo compuesto).

CICLO DE GESTIÓN DE SERVICIOS LIA				
PROCESO REALIZACIÓN DE ENSAYOS				
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO (93)				
		LIA 001399-16		
		<u>Orden de Servicio 195-16</u>		
		Informe en Versión 01		
CLIENTE CONTACTO DIRECCIÓN LUGAR DE MUESTREO NOMBRE DE LA MUESTRA RESPONSABLE MUESTREO	Universidad del Valle Ing. Marcela Nãñez Espinoza Instituto Cinara Ginebra Salida PTAR Ing. Marcela Nãñez Espinoza	FECHA DEL INFORME FECHA DE MUESTREO FECHA DE RECEPCIÓN FECHA DE REALIZACIÓN RECIPiente TEMPERATURA	2016-12-30 2016-12-19 2016-12-19 2016-12-20 Plástico 4°C	
OBSERVACIONES: Agua residual, muestra compuesta				
CONDICIONES DEL ENSAYO				
Las muestras permanecen bajo las condiciones de temperatura que presentaron al ingreso, hasta su análisis. Los procesos analíticos se realizan bajo el seguimiento estricto de los estándares establecidos por el Laboratorio de Investigaciones Ambientales, LIA, basados en métodos internacionalmente reconocidos y estandarizados. Se realizan los ensayos en condiciones ambientales de temperatura de 20±2°C y de humedad 60±20%.				
RESULTADOS DE LA MUESTRA				
ENSAYO	VALOR ADMISIBLE	LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN Y REPORTE	RESULTADO	UNIDADES
* LIA 009. Demanda bioquímica de oxígeno. Incubación a 5 días - Electrodo de Membrana, ASTM 0888-12 Método B	-	14,66	290	mg/L
* LIA 010. Demanda química de oxígeno total. Reflujo Cerrado - Colorimétrico, ISO 15705:2002	-	16	666,1	mg/L
* LIA 036. Sólidos Sedimentables. Volumétrico - Cono Imhoff, SM 2540 F	-	0,1	<0,1	mL/L
* LIA 023. Sólidos Suspendidos Totales: Gravimétrico - Secado a 103°C - 105°C, SM 2540 O	-	14,0	92,7	mg/L
* LIA 025. Nitratos. Fotométrico - DIN 38405 D9-2	-	0,16	2,67	mg/L N-NO ₃
* LIA 026. Nitritos. Fotométrico DIN EN 26777 D10	-	0,018	0,059	mg/L N-NO ₂
LIA 027. Nitrógeno Amoniacal. Fotométrico ISO 7150/1	-	0,102	26,9	mg/L N-NH ₃
LIA 028. Nitrógeno Total. Fotométrico. Digestión Oxidativa. DIN EN ISO 11905-1	-	1,00	48,7	mg/L N
LIA 029. Orto fosfatos. Fotométrico. ISO 6878 Método del Molibdato de amonio.	-	0,20	2,62	mg/L P-PO ₄
LIA 017. Fosforo Total. Fotométrico. ISO 6878 Método del Molibdato de amonio.	-	0,50	13,9	mg/L P
LIA 019. Grasas y Aceites. Extracción Soxhlet SM 5520 D	-	3,50	<3,5	mg/L
LIA 011. Detergentes como sustancias activas al azul de metileno (SAAM). SM 5540 B	-	0,02	17,40	mg/L
LIA 056. Coliformes Totales. NTC 4939. 2001-05-30	-	2	18000	NMP/100mL
LIA 057. Coliformes Fecales. NTC 4939. 2001-05-30	-	2	3400	NMP/100mL
Convenciones: *Ensayo subcontratado *Ensayo Acreditado según Resolución 0333 de Marzo 11 de 2016 IDEAM *Ensayo Acreditado según Resolución 1167 de Junio 09 de 2016 IDEAM **Resultado fuera de norma				
Revisó Qca. Lina María Granobles Gómez PQ. 1485 P. Aseguramiento		Realizó Qca. Nataly Alvares, TQ. Ninfa Díaz, TQ. Edouard Velasco Analista responsable del Análisis		
Aprobó Ing. WILLIAM A. OCAMPO DUQUE MSc., PhD T.P. 13121 Director Técnico		INFORME DE ENSAYO No. No. de Anexos: 0 FIN DEL INFORME		
		 LABORATORIO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES LIA 001399-16		

Figura 67. Caracterización agua residual entrada PTAR (Muestreo compuesto).

Anexo 19.12. Análisis fisicoquímico y microbiológico histórico, año 2010 al 2015.

Los resultados históricos de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos suministrados por el operario de la planta se encuentran en el cd -1.

Anexo 19.13 Caracterización agua residual (muestreo puntual)

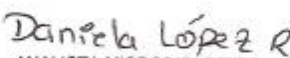
 FACULTAD DE INGENIERIA AGUAS DEL INSTITUTO CINARA LABORATORIO DE		FORMATO	Versión: 1.0	Código: F-1. 3.03.01
Fecha de emisión: 09.09.2013			Página: 1 de 1	
Elaborado por: Edwin Fernando Benitez Barahona		Revisado por: Noel Muñoz Soto	Aprobado por: Director General	

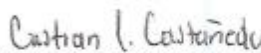
FECHA (dd.mm.aaaa):	13.06.2017	N° 0382
---------------------	------------	---------

Código interno de la muestra: MF-ADI-0382-17		Fecha de recepción: 02.05.2017		
Fecha de muestreo: 02.05.2017	Hora de muestreo:	Fecha realización de ensayos: 02.05.2017		
Muestreado por: Jorge Trochez	Lugar de muestreo: Ptar Ginebra	Dirección:		
Empresa: Proyecto Regalias	Teléfono:	E-mail:		
Servicios solicitados por: Jorge Trochez	Ciudad: Cali			
Descripción de la muestra: Entrada y salida laguna anaerobia, Efluente laguna facultativa.				
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CALIDAD DE AGUA				
PARÁMETRO	MÉTODO	Afluente Anaerobia	Efluente Anaerobia	Efluente Facultativa
DQO (mg/L)	Reflujo	525	147	177
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	co	60	37	43
Coliformes Totales (UFC/100ml)	Filtración	63000000	9700000	7200000
Coliformes Totales (Unidad log de	Filtración	7,8	6,99	6,86
Coliformes Fecales (UFC/100ml)	Filtración	26000000	6300000	2800000
Coliformes Fecales (Unidad Logs de	Filtración	7,4	6,80	6,4
Huevos de Helminthos (Numero Huevos	Baillenger	7	0	0

1. Los resultados presentes en este informe se refieren únicamente a los ensayos realizados a la muestra.
 2. Se prohíbe la reproducción parcial o total de este informe sin el consentimiento del laboratorio.


 COORDINADOR DEL LABORATORIO


 ANALISTA MICROBIOLÓGICO


 ANALISTA DE FÍSICOQUÍMICO

LABORATORIO DE AGUAS DEL INSTITUTO CINARA

Cra 15 con Calle 75 Esquina, Puerto Mallarino

Teléfono: 662 9505 - Telefax: 662 9488

Correos electrónicos: clara.gonzalez@correounivalle.edu.co; noel.munoz@correounivalle.edu.co

Figura 68. Resultados caracterización de agua residual 02/05/17 (Lab. CINARA).

 FACULTAD DE INGENIERIA AGUAS DEL INSTITUTO CINARA LABORATORIO DE	FORMATO	Versión: 1.0	Código: F-1, 3.03.01
		Página: 1 de 1	
Fecha de emisión: 09.09.2013		Título: INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	
Elaborado por: Edwin Fernando Benitez Barahona		Revisado por: Noel Muñoz Soto	Aprobado por: Director General

FECHA (dd.mm.aaaa):	13.06.2017	N° 0396
---------------------	------------	---------

Código interno de la muestra: MF-ADI-0396-17		Fecha de recepción: 05.05.2017
Fecha de muestreo: 05.05.2017	Hora de muestreo:	Fecha realización de ensayos: 05.05.2017
Muestreado por: Jorge Trochez	Lugar de muestreo: Ptar Ginebra	Dirección:
Empresa: Proyecto Regalias	Teléfono:	E-mail:
Servicios solicitados por: Jorge Trochez		Ciudad: Cali
Descripción de la muestra: Entrada y salida laguna anaerobia, Efluente laguna facultativa.		

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CALIDAD DE AGUA				
PARÁMETRO	MÉTODO	Afluente Anaerobia	Efluente Anaerobia	Efluente Facultativa
DQO (mg/L)	Reflujo	561	258	208
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	co	50	223	197
Coliformes Totales (UFC/100ml)	Filtración	20000000	9400000	5300000
Coliformes Totales (Unidad log de	Filtración	7,3	6,97	6,72
Coliformes Fecales (UFC/100ml)	Filtración	17000000	5400000	1500000
Coliformes Fecales (Unidad Log de	Filtración	7,2	6,73	6,2
Huevos de Helmintos (Numero Huevos	Bailenger	7	0	0

Digite: Andrés Vargas

1. Los resultados presentes en este informe se refieren únicamente a los ensayos realizados a la muestra.
2. Se prohíbe la reproducción parcial o total de este informe sin el consentimiento del laboratorio.


COORDINADOR DEL LABORATORIO


ANALISTA MICROBIOLÓGICO


ANALISTA DE FÍSICOQUÍMICO

LABORATORIO DE AGUAS DEL INSTITUTO CINARA

Cra 15 con Calle 75 Esquina, Puerto Mallarino

Teléfono: 662 9505 - Telefax: 662 9488

Correos electrónicos: clara.gonzalez@correounivalle.edu.co; noel.munoz@correounivalle.edu.co

Figura 69. Resultados caracterización de agua residual 05/05/17 (Lab. CINARA).

 FACULTAD DE INGENIERIA AGUAS DEL INSTITUTO CINARA		LABORATORIO DE		FORMATO		Versión: 1.0	Código: F-1. 3.03.01
Fecha de emisión: 09.09.2013		Título: INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS		Página:		1 de 1	
Elaborado por: Edwin Fernando Benítez Barahona		Revisado por: Noel Muñoz Soto		Aprobado por: Director General			

FECHA (dd.mm.aaaa):	13.06.2017	N° 0411
----------------------------	-------------------	----------------

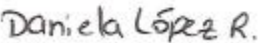
Código interno de la muestra: MF-ADI-0411-17		Fecha de recepción: 10.05.2017	
Fecha de muestreo: 10.05.2017	Hora de muestreo:	Fecha realización de ensayos: 10.05.2017	
Muestreado por: Jorge Trochez	Lugar de muestreo: Ptar Ginebra	Dirección:	
Empresa: Proyecto Regalias	Teléfono:	E-mail:	
Servicios solicitados por: Jorge Trochez		Ciudad: Cali	
Descripción de la muestra: Entrada y salida laguna anaerobia. Efluente laguna facultativa.			

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CALIDAD DE AGUA				
PARÁMETRO	MÉTODO	Afluente Anaerobia	Efluente Anaerobia	Efluente Facultativa
DQO (mg/L)	Reflujo	287	247	131
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	co	50	48	123
Coliformes Totales (UFC/100ml)	Filtración	23000000	5300000	3200000
Coliformes Totales (Unidad log de	Filtración	7,4	6,72	6,51
Coliformes Fecales (UFC/100ml)	Filtración	19000000	4000000	2900000
Coliformes Fecales (Unidad Logs de	Filtración	7,3	6,60	6,5
Huevos de Helminthos (Numero Huevos	Baillenger	7	0	0

Digito: Andrés Vargas

1. Los resultados presentes en este informe se refieren únicamente a los ensayos realizados a la muestra.
 2. Se prohíbe la reproducción parcial o total de este informe sin el consentimiento del laboratorio.


 COORDINADOR DEL LABORATORIO


 ANALISTA MICROBIOLÓGICO


 ANALISTA DE FÍSICOQUÍMICO

LABORATORIO DE AGUAS DEL INSTITUTO CINARA
 Cra 15 con Calle 75 Esquina, Puerto Mallarino
 Teléfono: 662 9505 • Telefax: 662 9488
 Correos electrónicos: clara.gonzalez@correounivalle.edu.co; noel.munoz@correounivalle.edu.co

Figura 70. Resultados caracterización de agua residual 10/05/17 (Lab. CINARA).

 FACULTAD DE INGENIERIA AGUAS DEL INSTITUTO CINARA LABORATORIO DE	FORMATO	Versión: 1.0	Código: F-1. 3.03.01
		Página: 1 de 1	
Fecha de emisión: 09.09.2013		Título: INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	
Elaborado por: Edwin Fernando Benítez Barahona		Revisado por: Noel Muñoz Soto	Aprobado por: Director General

FECHA (dd.mm.aaaa): 13.06.2017	N° 0444
--------------------------------	---------

Código interno de la muestra: MF-ADI-0444-17		Fecha de recepción: 15.05.2017
Fecha de muestreo: 15.05.2017	Hora de muestreo:	Fecha realización de ensayos: 15.05.2017
Muestreado por: Jorge Trochez	Lugar de muestreo: Ptar Ginebra	Dirección:
Empresa: Proyecto Regalías	Teléfono:	E-mail:
Servicios solicitados por: Jorge Trochez		Ciudad: Cali
Descripción de la muestra: Entrada y salida laguna anaerobia, Efluente laguna facultativa.		

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CALIDAD DE AGUA				
PARÁMETRO	MÉTODO	Afluente Anaerobia	Efluente Anaerobia	Efluente Facultativa
DQO (mg/L)	Reflujo	551	241	218
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	co	177	143	67
Coliformes Totales (UFC/100ml)	Filtración	5400000	830000	420000
Coliformes Totales (Unidad log de	Filtración	6,7	5,92	5,62
Coliformes Fecales (UFC/100ml)	Filtración	300000	580000	13200
Coliformes Fecales (Unidad Logs de	Filtración	5,5	5,76	4,1
Huevos de Helminths (Numero Huevos	Ballenger	7	0	0

Digito: Andrés Vargas

1. Los resultados presentes en este informe se refieren únicamente a los ensayos realizados a la muestra.
2. Se prohíbe la reproducción parcial o total de este informe sin el consentimiento del laboratorio.


 COORDINADOR DEL LABORATORIO

Daniela Lopez A.
 ANALISTA MICROBIOLÓGICO

Cristian I. Cantaneda
 ANALISTA DE FISICOQUIMICO

LABORATORIO DE AGUAS DEL INSTITUTO CINARA
 Cra 15 con Calle 75 Esquina, Puerto Mallarino
 Teléfono: 862 9505 - Telefax: 862 9488
 Correos electrónicos: clara.gonzalez@correounivalle.edu.co; noel.munoz@correounivalle.edu.co

Figura 71. Resultados caracterización de agua residual 15/05/17 (Lab. CINARA).

 FACULTAD DE INGENIERIA AGUAS DEL INSTITUTO CINARA LABORATORIO DE	FORMATO	Versión:	Código:
		1.0	F-1. 3.03.01
Fecha de emisión: 09.09.2013	Página: 1 de 1		
Elaborado por: Edwin Fernando Benitez Barahona	Revisado por: Noel Muñoz Soto	Aprobado por: Director General	

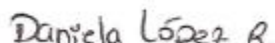
FECHA (dd.mm.aaaa):	13.06.2017	N° 0494
---------------------	------------	---------

Código interno de la muestra: MF-ADI-0494-17		Fecha de recepción: 25.05.2017		
Fecha de muestreo: 25.05.2017	Hora de muestreo:	Fecha realización de ensayos: 25.05.2017		
Muestreado por: Jorge Trochez	Lugar de muestreo: Ptar Ginebra	Dirección:		
Empresa: Proyecto Regalías	Teléfono:	E-mail:		
Servicios solicitados por: Jorge Trochez	Ciudad: Cali			
Descripción de la muestra: Entrada y salida laguna anaerobia, Efluente laguna facultativa.				
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CALIDAD DE AGUA				
PARÁMETRO	MÉTODO	Afluente Anaerobia	Efluente Anaerobia	Efluente Facultativa
DQO (mg/L)	Reflujo	569	236	206
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	co	100	70	27
Coliformes Totales (UFC/100ml)	Filtración	4,80E+07	7,70E+07	1,22E+07
Coliformes Totales (Unidad log de	Filtración	7,7	7,89	7,09
Coliformes Fecales (UFC/100ml)	Filtración	6,60E+07	1,80E+07	8,20E+05
Coliformes Fecales (Unidad Logs de	Filtración	7,8	7,26	5,9
Huevos de Helmintos (Numero Huevos	Bailenger	7	0	0

Digido: Andrés Vargas

1. Los resultados presentes en este informe se refieren únicamente a los ensayos realizados a la muestra.
2. Se prohíbe la reproducción parcial o total de este informe sin el consentimiento del laboratorio.


COORDINADOR DEL LABORATORIO


ANALISTA MICROBIOLÓGICO


ANALISTA DE FÍSICOQUÍMICO

LABORATORIO DE AGUAS DEL INSTITUTO CINARA

Cra 15 con Calle 75 Esquina, Puerto Mallarino

Teléfono: 662 9505 - Telefax: 662 9488

Correos electrónicos: clara.gonzalez@correounivalle.edu.co; noel.munoz@correounivalle.edu.co

Figura 72. Resultados caracterización de agua residual 25/05/17 (Lab. CINARA).

CIAT- Centro Internacional de Agricultura Tropical
Laboratorio de Servicios Analíticos

Informe de Análisis de la Solicitud

		Solicitante	UNIVERSIDAD DEL VALLE		Fecha Muestreo	5/2/2017 0:0:0		Centro de Costo	\$107AE15E3						
		No Serial	O2017-7		Entrega Muestras	5/2/2017 0:0:0		Observaciones							
		No Muestras			3 Fecha Solicitud	5/8/2017 0:0:0									
		Procedencia	PTAR GINEBRA		Entrega Resultados	6/23/2017 0:0:0			CEL:3154767955						
Muestra	Descripcion	pH (null)	CE (us/cm)	N-Total (mg/L)	P (mg/L)	K (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	SO4 (mg/L)	N-NO3 (mg/L)	CO3 (mg/L)	HCO3 (mg/L)	DUR (mg/L)	ALC (mg/L)
	LCM	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	ENTRADA LAGUNA ANAEROBIA	6,85	927,00	22,54		10,42	15,84	24,44	12,69	79,04	16,13	0,13	0,00	2.355,00	113,30
2	SALIDA LAGUNA ANAEROBIA	6,91	685,00	26,30		6,32	10,47	25,61	11,07	51,79	28,19	0,10	0,00	1.899,00	109,541
3	SALIDA LAGUNA FACULTATIVA	7,01	773	12,303		8	11,3405	24,8866	11,1244	49,8188	40,928	0,073	0	1912	107,966
Notas:															
1. Los resultados presentes en este informe, se refieren unicamente a las muestras analizadas.															
2. Este informe no debe ser alterado ni total ni parcialmente.															
3. Los resultados de los presentes análisis se obtuvieron en el Laboratorio a la temperatura 22 +/- 3 oC y humedad relativa 60 +/- 5 %.															
4. El laboratorio de servicios analíticos, no efectúa ningún tipo de muestreo de campo ya que el usuario es quien suministra las muestras.															
5. Los valores iguales a cero corresponden a resultados que se encuentran por debajo de los limites de cuantificación del método															
						pH (null)			pH						
						CE (us/cm)			Cond.Electrica						
						N-Total (mg/L)			Nitrogeno						
						P (mg/L)			Fosforo						
						K (mg/L)			Potasio						
						Ca (mg/L)			Calcio						
						Mg (mg/L)			Magnesio						
						Na (mg/L)			Sodio						
						SO4 (mg/L)			Sulfato						
						N-NO3 (mg/L)			Nitrato						
						CO3 (mg/L)			Carbonatos						
						HCO3 (mg/L)			Bicarbonatos						
						DUR (mg/L)			Dureza						
						ALC (mg/L)			Alcalinidad						

Figura 73. Resultados caracterización de agua residual 02/05/17 (CIAT).

CIAT- Centro Internacional de Agricultura Tropical
Laboratorio de Servicios Analíticos

Informe de Análisis de la Solicitud

		Solicitante	UNIVERSIDAD DEL VALLE		Fecha Muestreo	5/5/2017 0:0:0		Centro de Costo	\$107AE15E3						
		No Serial	O2017-8		Entrega Muestras	5/5/2017 0:0:0		Observaciones							
		No Muestras			3 Fecha Solicitud	5/5/2017 0:0:0									
		Procedencia	PTAR GINEBRA VALLE DEL CAUCA		Entrega Resultados	6/23/2017 0:0:0			Jorge.trochez@correounivalle.edu.co						
Muestra	Descripcion	pH (null)	CE (us/cm)	N-Total (mg/L)	P (mg/L)	K (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	SO4 (mg/L)	CO3 (mg/L)	HCO3 (mg/L)	DUR (mg/L)	ALC (mg/L)	N-NO3 (mg/L)
	LCM	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	ENTRADA DE LALAGUNA ANAEROBIA	7.25	1.194,00	38.12		11.34	17.40	23.64	12.81	66.46	16.35	0.00	2.936,00	111.78	2.936,00
2	SALIDA DE LA LAGUNA ANAEROBIA	6.88	943,00	40.68		8.05	13.48	24.90	12.81	53.38	34.90	0.00	210,00	114.86	210
3	SALIDA DE LA LAGUNA FACULTATIVA	7.06	912	38.471		8.39	13.3556	24.9645	11.5039	52.4869	46.513	0	2331	108.798	2331
Notas:	1. Los resultados presentes en este informe, se refieren unicamente a las muestras analizadas. 2. Este informe no debe ser alterado ni total ni parcialmente. 3. Los resultados de los presentes análisis se obtuvieron en el Laboratorio a la temperatura 22 +/- 3 oC y humedad relativa 60 +/- 5 %. 4. El laboratorio de servicios analíticos, no efectúa ningún tipo de muestreo de campo ya que el usuario es quien suministra las muestras. 5. Los valores iguales a cero corresponden a resultados que se encuentran por debajo de los limites de cuantificación del método														
		pH (null)				pH									
		CE (us/cm)				Cond.Electrica									
		N-Total (mg/L)				Nitrogeno									
		P (mg/L)				Fosforo									
		K (mg/L)				Potasio									
		Ca (mg/L)				Calcio									
		Mg (mg/L)				Magnesio									
		Na (mg/L)				Sodio									
		SO4 (mg/L)				Sulfato									
		CO3 (mg/L)				Carbonatos									
		HCO3 (mg/L)				Bicarbonatos									
		DUR (mg/L)				Dureza									
		ALC (mg/L)				Alcalinidad									
		N-NO3 (mg/L)				Nitrato									

Figura 74. Resultados caracterización de agua residual 05/05/17 (CIAT).

CIAT- Centro Internacional de Agricultura Tropical
Laboratorio de Servicios Analíticos

Informe de Análisis de la Solicitud

		Solicitante	UNIVERSIDAD DEL VALLE		Fecha Muestreo	5/10/2017 0:0:0		Centro de Costo	\$107AE15E3						
		No Serial	O2017-9		Entrega Muestras	5/10/2017 0:0:0		Observaciones							
		No Muestras			3 Fecha Solicitud	5/11/2017 0:0:0									
		Procedencia	PTAR GINEBRA-VALLE DEL CAUCA		Entrega Resultados	6/23/2017 0:0:0			CEL:3187959347						
Muestra	Descripcion	pH (null)	CE (us/cm)	N (g/L)	P (mg/L)	K (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	SO4 (mg/L)	N-NO3 (mg/L)	CO3 (mg/L)	HCO3 (mg/L)	DUR. (mg/L)	ALC (mg/L)
1	LCM	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	ENTRADA DE LAGUNA ANAEROBIA	6,92	866,00	31,98		7,42	12,64	29,00	10,41	43,52	19,48	0,33	0,00	2.123,00	115,27
2	SALIDA DE LAGUNA ANAEROBIA	6,75	652,00	31,76		8,40	9,95	29,03	9,84	24,28	44,95	0,06	0,00	1.611,00	113,028
3	SALIDA DE LAGUNA FACULTATIVA	6,91	806	15,058		6,1	12,2069	28,9607	10,1231	39,0069	50,534	0,066	0	1989	114,017

Notas:

1. Los resultados presentes en este informe, se refieren unicamente a las muestras analizadas.
2. Este informe no debe ser alterado ni total ni parcialmente.
3. Los resultados de los presentes análisis se obtuvieron en el Laboratorio a la temperatura 22 +/- 3 oC y humedad relativa 60 +/- 5 %.
4. El laboratorio de servicios analíticos, no efectúa ningún tipo de muestreo de campo ya que el usuario es quien suministra las muestras.
5. Los valores iguales a cero corresponden a resultados que se encuentran por debajo de los limites de cuantificación del método

pH (null)	pH
CE (us/cm)	Cond.Electrica
N (g/L)	NITROGENO
P (mg/L)	Fosforo
K (mg/L)	Potasio
Ca (mg/L)	Calcio
Mg (mg/L)	Magnesio
Na (mg/L)	Sodio
SO4 (mg/L)	Sulfato
N-NO3 (mg/L)	Nitrato
CO3 (mg/L)	Carbonatos
HCO3 (mg/L)	Bicarbonatos
DUR. (mg/L)	Dureza
ALC. (mg/L)	Alcalinidad

Figura 75. Resultados caracterización de agua residual 10/05/17 (CIAT).

CIAT- Centro Internacional de Agricultura Tropical
Laboratorio de Servicios Analíticos

Informe de Análisis de la Solicitud

		Solicitante	UNIVERSIDAD DEL VALLE		Fecha Muestreo	5/15/2017 0:00		Centro de Costo		\$107AE15E13					
		No Serial	O2017-11		Entrega Muestras	5/15/2017 0:00		Observaciones							
		No Muestras	3		Fecha Solicitud	5/16/2017 0:00									
		Procedencia	PTAR GINEBRA		Entrega Resultados	6/23/2017 0:00		JORGE TROCHEZ B							
Muestra	Descripcion	pH (null)	CE (us/cm)	N-Total (mg/L)	P (mg/L)	K (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	SO4 (mg/L)	N-NO3 (mg/L)	CO3 (mg/L)	HCO3 (mg/L)	DUR. (mg/L)	ALC (mg/L)
1	LCM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	ENTRADA LAGUNA ANAEROBIA	6,39	946,00	30,82	7,92	13,25	22,97	9,60	72,74	116,60	0,03	0,00	1.762,00	96,90	1.762,00
3	SALIDA LAGUNA ANAEROBIA	6,86	1.020,00	46,62	8,48	13,85	28,41	10,23	51,96	84,23	0,02	0,00	2.154,00	113,105	2154
3	SALIDA LAGUNA FACULTATIVA	6,95	928	38,998	7,49	13,5563	32,8319	10,3387	44,6564	37,345	0,03	0	2169	124,573	2169
Notas:															
1. Los resultados presentes en este informe, se refieren unicamente a las muestras analizadas.															
2. Este informe no debe ser alterado ni total ni parcialmente.															
3. Los resultados de los presentes análisis se obtuvieron en el Laboratorio a la temperatura 22 +/- 3 oC y humedad relativa 60 +/- 5 %.															
4. El laboratorio de servicios analíticos, no efectúa ningún tipo de muestreo de campo ya que el usuario es quien suministra las muestras.															
5. Los valores iguales a cero corresponden a resultados que se encuentran por debajo de los limites de cuantificación del método															
pH (null) pH															
CE (us/cm) Cond.Electrica															
N-Total (mg/L) Nitrogeno															
P (mg/L) Fosforo															
K (mg/L) Potasio															
Ca (mg/L) Calcio															
Mg (mg/L) Magnesio															
Na (mg/L) Sodio															
SO4 (mg/L) Sulfato															
N-NO3 (mg/L) Nitrato															
CO3 (mg/L) Carbonatos															
HCO3 (mg/L) Bicarbonatos															
DUR. (mg/L) Dureza															
ALC (mg/L) Alcalinidad															

Figura 76. Resultados caracterización de agua residual 15/05/17 (CIAT).

CIAT- Centro Internacional de Agricultura Tropical
Laboratorio de Servicios Analíticos

Informe de Análisis de la Solicitud

		Solicitante	UNIVERSIDAD DEL VALLE		Fecha Muestreo	5/25/2017 0:00		Centro de Costo		\$107AE15E13					
		No Serial	O2017-14		Entrega Muestras	5/25/2017 0:00		Observaciones							
		No Muestras	3		Fecha Solicitud	6/2/2017 0:00									
		Procedencia	PTAR- GINEBRA-VAI		Entrega Resultados	6/23/2017 0:00		CEL-3187959347							
Muestra	Descripcion	pH (null)	CE (us/cm)	N-Total (mg/l)	P Total (mg/l)	K (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	Na (mg/L)	SO4 (mg/L)	N-NO3 (mg/L)	CO3 (mg/L)	HCO3 (mg/L)	ALC (mg/L)	DUR (mg/L)
1	LCM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	ENTRADA LAGUNA ANAEROBIA	6,74	882,00	36,19	13,20	12,70	33,70	9,28	71,22	140,96	0,18	0,00	2.201,00	2.201,00	122,00
3	SALIDA LAGUNA ANAEROBIA	6,83	995,00	31,21	9,45	13,85	29,94	10,98	53,84	82,20	0,06	0,00	2.850,00	2850	120
3	SALIDA LAGUNA FACULTATIVA	7,15	966	32,34	9,12	15,3099	29,1127	11,4559	56,4393	78,14	0,09	0	2623	2623	120

Notas:

1. Los resultados presentes en este informe, se refieren unicamente a las muestras analizadas.

2. Este informe no debe ser alterado ni total ni parcialmente.

3. Los resultados de los presentes análisis se obtuvieron en el Laboratorio a la temperatura 22 +/- 3 oC y humedad relativa 60 +/- 5 %.

4. El laboratorio de servicios analíticos, no efectúa ningún tipo de muestreo de campo ya que el usuario es quien suministra las muestras.

5. Los valores iguales a cero corresponden a resultados que se encuentran por debajo de los límites de cuantificación del método

pH (null)	pH
CE (us/cm)	Cond.Electrica
N-Total (g/kg)	Nitrogeno Total
P Total (%)	Fosforo Total
K (mg/L)	Potasio
Ca (mg/L)	Calcio
Mg (mg/L)	Magnesio
Na (mg/L)	Sodio
SO4 (mg/L)	Sulfato
N-NO3 (mg/L)	Nitrato
CO3 (mg/L)	Carbonatos
HCO3 (mg/L)	Bicarbonatos
ALC (mg/L)	Alcalinidad
DUR. (mg/L)	Dureza

Figura 77. Resultados caracterización de agua residual 25/05/17 (CIAT).

Anexo 19.14. Costos de operación y mantenimiento elaborado por el Consorcio LM/ Enrique Lourdo.



PROYECTO
Elaboración de Diseños Detallados y Formulación de Proyectos de Acueducto y Alcantarillado en los Municipios y



SUBPROYECTO

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

SUBZONA

Casco Urbano

FECHA

ELABORO

Alejandro Rodas Padilla

REVISO

Francisco Sanchez Mejia

LIBRO

Anexo G

HOJA DE CALCULO

Costos operación y mantenimiento alternativa III

CONSULTOR

CONSORCIO LM / ENRIQUE LOURIDO

INTERVENTORIA

RL INGENIERIA

Tabla G.9 Costos operación y mantenimiento alternativa III

ítem	Cargo	Unidad	Cantidad Mensual	Costo Unitario	FM	Costo Total por mes	Costo total por año
1	Costos de Personal						
1.1	Operación, mantenimiento y	H-M	1	1.000.000	1,5	1.500.000	18.000.000
	SUBTOTAL					1.500.000	18.000.000
2	Consumo de Energía						
2.1	Estación principal de bombeo	KW-hora	14239	320	-	4.556.390	54.676.685
	SUBTOTAL					4.556.390	54.676.685
3	Mantenimiento de equipos						
3.1	Estación principal de bombeo	GI	-	-	-	631.250	7.575.000
	SUBTOTAL					631.250	7.575.000
4	Análisis de laboratorio						
4.1	Pruebas y analisis de laboratorio	GI	-	-	-	1.000.000	12.000.000
	SUBTOTAL					1.000.000	12.000.000
5	Servicios Públicos						
5.1	Acueducto y alcantarillado	GI	-	-	-	150.000	1.800.000
5.2	Energía	GI	-	-	-	300.000	3.600.000
5.3	Teléfono	GI	-	-	-	150.000	1.800.000
	SUBTOTAL					600.000	7.200.000
6	Otros Costos						
6.1	Papelería	GI	-	-	-	500.000	6.000.000
6.2	Administrativos	GI	-	-	-	1.500.000	18.000.000
	SUBTOTAL					2.000.000	24.000.000
TOTAL COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO POR MES Y AÑO						10.287.640	123.451.685