

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO		F-AC-DBL-007	10-04-2012	Aⁿ
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADÉMICO		i(94)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	MILEIDE ACOSTA RODRIGUEZ		
FACULTAD	CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA AMBIENTAL		
DIRECTOR	LUIS AUGUSTO JACOME GOMEZ		
TÍTULO DE LA TESIS	IDENTIFICACION Y EVALUACION DE LOS PUNTOS DE VERTIMIENTOS DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL CORREGIMIENTO DE SAN PABLO MUNICIPIO DE TEORAMA, PARA QUE SIRVA COMO UNA HERRAMIENTA ÚTIL PARA LA PROYECCIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR).		
RESUMEN (70 PALABRAS APROXIMADAMENTE)			
<p>PARA LA EJECUCIÓN DE ESTE PROYECTO SE EMPEZÓ POR IDENTIFICAR LOS PUNTOS DE VERTIMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES SOBRE EL RIO CATATUMBO, DONDE EN TOTAL FUERON HALLADOS 23 PUNTOS GENERADOS POR LAS VIVIENDAS DE SAN PABLO, PARA LO CUAL SE ELABORÓ UN MAPA Y SE REALIZÓ UN DIAGNOSTICO ACTUAL DEL ALCANTARILLADO DONDE SE ENCONTRÓ QUE ESTE SE ENCUENTRA EN MUY MAL ESTADO HALLÁNDOSE RUPTURAS Y TAPONAMIENTOS EN TODA LA RED DE ALCANTARILLADO.</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 94	PLANOS: 0	ILUSTRACIONES: 0	CD-ROM: 1



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL. OCAÑA N. DE S.
Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufpso.edu.co



IDENTIFICACION Y EVALUACION DE LOS PUNTOS DE VERTIMIENTOS DE
LAS AGUAS RESIDUALES DEL CORREGIMIENTO DE SAN PABLO MUNICIPIO DE
TEORAMA, PARA QUE SIRVA COMO UNA HERRAMIENTA ÚTIL PARA LA
PROYECCIÓN DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
(PTAR).

AUTOR:
MILEIDE ACOSTA RODRIGUEZ

Informe final, bajo la modalidad de pasantías, para Optar el Título de Ingeniero Ambiental

Director:
LUIS AUGUSTO JACOME GOMEZ

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

Ocaña, Colombia

Octubre de 2016

Agradecimientos

El autor expresa sus agradecimientos a: expreso mis agradecimientos primero que todo a Dios por darme tantas bendiciones y permitir que hiciera realidad mi sueño de ser toda una profesional. A mis padres por su gran esfuerzo y dedicación para que lograra terminar mi carrera profesional siendo para mi esta la mejor herencia.

A mi director de trabajo de grado modalidad pasantías Ingeniero Luis Augusto Jácome y a la Ingeniera Yeeny Lozano, por la orientación y ayuda que me brindaron, para la realización de este trabajo, por su apoyo y amistad, con sus conocimientos y experiencia me permitieron aprender mucho durante este proyecto.

Agradecimiento sinceros a la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, a los profesores de la facultad de ciencias agrarias y del ambiente, ingeniería ambiental por su dedicación y por compartir sus conocimientos, experiencia y su paciencia han logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

Gracias a la Alcaldía municipal de Teorama a cargo del Alcalde Jesús Leid Montagut, al Ingeniero Isnaider Santiago Manosalva y al sr. Yorman Aleiro Núñez por permitirme realizar mis pasantías, por su colaboración, me dejaron cumplir una meta más en mi vida.

No ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus aportes, a su amor, a su inmensa bondad y apoyo, lo complicado de lograr esta meta se ha notado menos. Les agradezco, y hago presente mi gran afecto hacia ustedes, mi hermosa familia.

Índice

Capítulo 1. Identificación y evaluación de los puntos de vertimientos de las aguas residuales del corregimiento de San Pablo municipio de Teorama, como posible herramienta para la proyección de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).	3
1.1 Descripción breve de la empresa.	3
1.1.1 Misión	4
1.1.2 Visión.	4
1.1.3 Objetivos de la empresa.	5
1.1.4 Descripción de la Estructura Organizacional	5
1.1.5 Descripción de la Dependencia y/o Proyecto al que fue Asignado.	6
1.2 Diagnóstico Inicial de la Dependencia Asignada.	6
1.2.1 Planteamiento del Problema.	8
1.3 Objetivos de la Pasantía	10
1.3.1 General.	10
1.3.2 Específicos.	10
1.4 Descripción de las actividades a desarrollar en la empresa.	11
1.5 Cronograma de actividades	14
 Capítulo 2. Enfoques referenciales	 15
2.1 Enfoque conceptual.	15
2.2 Enfoque legal.	20
 Capítulo 3. Informe de cumplimiento de trabajo	 23
3.1 Presentación de resultados.	23
3.2 Aspectos generales	24
3.3 Identificación de los puntos de vertimientos de las aguas residuales.	28
3.4 Diagnóstico actual del alcantarillado de San Pablo.	38
3.5 Muestreos de las descargas antes y después de cada vertimiento.	45
 Capítulo 4. Diagnóstico final	 66
 Capítulo 5. Conclusiones	 68
 Capítulo 6. Recomendaciones	 70
 Apéndices	 76

Lista de tablas

Tabla 1. Matriz DOFA (debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas)	18
Tabla 2. Estrategias FO – DO – FA – DA, matriz DOFA	19
Tabla 3. Descripción de las actividades	22
Tabla 4. Cronograma de Actividades	24
Tabla 5. Puntos de vertimientos sobre el rio Catatumbo	44
Tabla 6. Puntos de conexión del alcantarillado de San Pablo	50
Tabla 7. Matriz de deficiencia del alcantarillado de San Pablo	52
Tabla 8. Comparación de resultados de laboratorio muestra 1- pto A – Resolución	63
Tabla 9. Comparación de resultados de laboratorio muestra 1- pto B – Resolución 0631	63
Tabla 10. Comparación de resultados de laboratorio muestra 2- pto A – Resolución 0631	64
Tabla 11. Comparación de resultados de laboratorio muestra 2- pto B – Resolución 0631	64
Tabla 12. Comparación de resultados de laboratorio muestra 3- pto A – Resolución 0631	65
Tabla 13. Comparación de resultados de laboratorio muestra 3- pto B – Resolución 0631	65

Lista de figuras

Figura 1. Organigrama del Municipio de Teorama	33
Figura 2. Localización geográfica de Teorama, Norte de Santander	34
Figura 3. Localización general del área de estudio	36
Figura 4. Rio Catatumbo municipio de Teorama	37
Figura 5. Tramo de estudio del rio Catatumbo San Pablo	39
Figura 6. Puntos de vertimientos San Pablo	39
Figura 7. Ruptura de la tubería del alcantarillado	40
Figura 8. Área de almacenamiento de aguas residuales de San Pablo	40
Figura 9. Pozo séptico de las aguas residuales de San Pablo	41
Figura 10. Distancia entre puntos de vertimientos	43
Figura 11. Vertimientos y residuos solidos	44
Figura 12. Botadero de basura aguas abajo del punto 23 de vertimiento	46
Figura 13. Localización general de los puntos de vertimientos de aguas residuales	49
Figura 14. Alcantarillado en mal estado	55
Figura 15. Puntos de muestreo de agua residual	57
Figura 16. Determinación del caudal	58
Figura 17. Toma de muestras de agua	58
Figura 18. Muestras refrigeradas en la nevera de icopor	59
Figura 19. Laboratorio para hallar la DQO	60
Figura 20. Laboratorio para hallar DO	61
Figura 21. Laboratorio para hallar DBO5	61
Figura 22. Laboratorio para hallar SST	62
Figura 23. Laboratorio para hallar conductividad	62
Figura 24. Laboratorio para hallar alcalinidad	66
Figura 25. Caudal vs Punto de muestreo	66
Figura 26. Alcalinidad vs Punto de muestreo A	67
Figura 27. Alcalinidad vs punto de muestreo B	67
Figura 28. Salinidad vs Punto de muestreo A	67
Figura 29. Salinidad vs punto de muestreo B	68
Figura 30. PH vs Punto de muestreo A	68
Figura 31. PH vs Punto de muestreo B	69
Figura 32. Conductividad vs Punto de muestreo A	69
Figura 33. Conductividad vs Punto de muestreo B	69
Figura 34. Solidos suspendidos vs Punto de muestreo A	70
Figura 35. Solidos suspendidos vs Punto de muestreo B	70
Figura 36. DQO vs Punto de muestreo A	71
Figura 37. DQO vs Punto de muestreo B	71
Figura 38. Oxígeno disuelto vs Punto de muestreo A	72
Figura 39. Oxígeno disuelto vs Punto de muestreo B	72
Figura 40. DBO ₅ vs Punto de muestreo A	72
Figura 41. DBO ₅ vs Punto de muestreo B	74
Figura 42. Topografía del casco urbano	74

Lista de apéndice

Apéndice 1. Encuesta conexión por vivienda al Sistema de alcantarillado San Pablo –Teorama	84
Apéndice 2. Encuesta habitantes aguas abajo del punto de vertimientos que se benefician de esta agua	84
Apéndice 3. Formato para la toma de muestras de agua residual	85
Apéndice 4. Capacitaciones a la comunidad	87
Apéndice 5. Resultados laboratorio de aguas de la UFPSO	88

Resumen

El presente trabajo se trata sobre la identificación y evaluación de los puntos de vertimientos de las aguas residuales que se generan en el corregimiento de San Pablo municipio de Teorama, donde la finalidad es que este trabajo sirva como posible herramienta para la proyección de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

Para la ejecución de este proyecto se empezó por identificar los puntos de vertimientos de aguas residuales sobre el río Catatumbo, donde en total fueron hallados 23 puntos generados por las viviendas de San Pablo, para una mejor visualización de estos puntos se elaboró un mapa utilizando la herramienta de Sistemas de Información Geográfica (SIG), también se realizó un diagnóstico actual del alcantarillado donde se encontró que este se encuentra en muy mal estado hallándose rupturas y taponamientos en toda la red de alcantarillado, existe un área de almacenamiento de todas las aguas residuales de San Pablo, el cual no tiene ninguna clase de mantenimiento, los olores que emana son muy fuertes, estos vertidos son segregados al río Catatumbo sin ninguna clase de tratamiento provocando la contaminación del mismo por aguas residuales.

Las pruebas físico químicas realizadas en dos puntos determinados de vertimientos, los cuales eran donde más se genera contaminación, según los resultados del laboratorio de aguas de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, aparece es uno que otro parámetro por encima de los límites permisibles estipulados por la Resolución 0631 del 2015. Esto se debe de pronto a que el río tiene la capacidad de depurar esta carga contaminante.

Introducción

El presente proyecto se refiere a la identificación y evaluación de los puntos de vertimientos de aguas residuales que se generan en el corregimiento de San Pablo municipio de Teorama, este es un tema muy importante ya que las aguas residuales son unas de las mayores contaminaciones que se dan, debido a que la población humana va en un constante crecimiento el cual hace que se necesite más de los recursos naturales para poder subsistir, uno de estos recursos naturales es el agua, el cual es primordial para la vida de cada individuo que existe en esta tierra, por tal motivo este proyecto busca generar una posible herramienta que sirva como proyección para la construcción de una planta de tratamiento de agua residual (PTAR), ya que estas aguas están siendo vertidas al río Catatumbo sin ningún tipo de tratamiento, ocasionando grandes impactos al ambiente natural que rodea esta zona, de esta manera se quiere mitigar un poco el impacto negativo que ocasiona la contaminación del río Catatumbo por aguas residuales en el corregimiento de San Pablo.

La utilización de herramientas tecnológicas como son los sistemas de información geográfica (SIG), los GPS, permiten realizar un mapeo para la identificación de los diferentes puntos de vertimientos que existe en San Pablo, y a su vez una localización más exacta de las conexiones de los pozos sépticos del alcantarillado del pueblo de tal manera que esto permita dar más facilidad para la construcción de una PTAR, los análisis físico- químicos y microbiológicos determinan el grado de contaminación que pueda tener el río Catatumbo por las aguas residuales.

Al realizar un tratamiento de las aguas residuales se evita enfermedades que son causadas por bacterias y virus en las personas que entran en contacto con esas aguas, y también es primordial para proteger la fauna y flora presentes en el cuerpo receptor natural. Mara, Piercer y Tumer (citados por (Silva, Torres, & Madera, 2008)) dice que la calidad de las aguas pueden generar dos tipos de problemas: de salud pública, particularmente importantes en países tropicales por la alta incidencia de enfermedades infecciosas, cuyos agentes patógenos se dispersan en el ambiente de manera eficiente a través de las excretas o las aguas residuales crudas, y los problemas ambientales, por afectar la conservación o protección de los ecosistemas acuáticos y del suelo, lo que contribuye a la pérdida de valor económico del recurso y del medio ambiente y genera a su vez una disminución del bienestar para la comunidad ubicada aguas abajo de las descargas .

El propósito principal del tratamiento del agua de desecho es remover lo más posible las partículas sólidas que se encuentran suspendidas antes de que esta agua, llamada efluente, sea descargada de nuevo al ambiente. Al pudrirse el material sólido, consume oxígeno, el cual es necesario para la subsistencia de las plantas y animales que viven en el agua.

"El tratamiento primario" remueve cerca del 60% de partículas sólidas suspendidas en las aguas de desecho. Este tratamiento involucra también el airear (agitar el agua) con objeto de volver a añadir el oxígeno de nuevo. El tratamiento secundario remueve más del 90% de las partículas sólidas suspendidas. Muy frecuentemente se agrega cloro al tratamiento de agua para matar la bacteria. ("Tratamiento de aguas residuales", 2015)

Capítulo 1. Identificación y evaluación de los puntos de vertimientos de las aguas residuales del corregimiento de San Pablo municipio de Teorama, como posible herramienta para la proyección de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

1.1 Descripción breve de la empresa.

Razón Social

NOMBRE: Municipio de Teorama

NIT. 800017022-9

DIRECCION: Carrera 4 # 3-30 Palacio Municipal

TELEFONO N° (7) 5637118 - Fax: (7) 5637122

Reseña Histórica. La primera ocupación blanca del hoy territorio Teoramense se dio por el año 1745, pero la hostilidad de los nativos hizo que sólo hasta 1779 se registraran los primeros cultivos en la zona. Los primeros propietarios de los terrenos fueron notables personas de la ciudad de Ocaña, por medio de la concesión de encomiendas. En el año 1800 se avaluaron los terrenos y se otorgaron a Antonio José del Portillo quien murió poco tiempo después. Su hermano Manuel María recogió la testamentaria para hacer valer sus títulos, razón por la cual se les considera como fundadores ya que fueron los primeros propietarios de los terrenos que se colonizaron con el ánimo de cultivar cacao y caña de azúcar. En el año 1812 se elevó a la categoría de Parroquia y en 1817 se nombra como primer alcalde a Don Manuel María Portillo, dándose por creado el municipio de Teorama. El nombre de Teorama se debe al cacique TIURAMA, nombre que el presbítero Alejandrino Pérez ajustó

etimológicamente al prefijo griego THEOS “DIOS” y RAMA “CAMPO” para dar origen al nombre TEORAMA: “PAISAJE DE DIOS”. (Alcaldía de TEORAMA - NORTE DE SANTANDER, 2015)

La piña, el producto agrícola más cultivado en las veredas cercanas a la cabecera municipal llegó en complicidad con la curiosidad de los señores José Trinidad Rangel y Ramón Bonett, por allá en los años 70’s y a partir de ese momento se convirtió en el cultivo agrícola más importante en la historia de las familias y habitantes de Teorama, tanto así que hoy existen grandes cantidades de tierra que son aprovechadas con la siembra y posterior comercialización en otras ciudades del país, especialmente en la costa Atlántica. (Teorama S. , 2009)

1.1.1 Misión. Trazar y ejecutar políticas concertadas con la comunidad tendientes a la optimización de los servicios de educación, salud, recreación, cultura, deporte, medio ambiente y apoyo a la población en estado de vulnerabilidad, obteniendo el mayor nivel de eficiencia y eficacia en el manejo de los recursos propios; así como gestionar con el nivel departamental y nacional nuevos recursos que permitan la inversión en programas y proyectos que mejoren el nivel de vida de los habitantes del municipio.

1.1.2 Visión. Teorama se consolidará en 2032 como un municipio líder en Norte de Santander, cuya eficacia administrativa generará altos índices de justicia social y participación comunitaria en el ejercicio del poder público. Así mismo, se constituirá como una población altamente competitiva en el sector agropecuario y respetuoso del medio ambiente.

En el marco de una visión compartida de territorio con los municipios de la región del Catatumbo, la provincia de Ocaña y el sur del Cesar.

1.1.3 Objetivos de la empresa. Ejecutar un modelo de administración con ética política y moral donde predominen los principios fundamentales como la transparencia, la responsabilidad, la justicia, la pluralidad y la honestidad, que permitan alcanzar una mejor calidad de vida de todos los habitantes del municipio de Teorama.

Desarrollar mecanismos para la identificación de proyectos susceptibles de cooperación regional y nacional.

Gestionar el acceso a recursos nacionales que le permitan a la Administración Municipal incrementar ayudas y obtener nuevas fuentes de cooperación, fortaleciendo el seguimiento a los compromisos adquiridos frente a la ayuda recibida.

Promover los hermanamientos los cuales tienden a encontrar similitudes entre todos los municipios de la región desde las áreas económicas, culturales, la ciencia y la tecnología, educativas, que permitan suscribir acuerdos que sean de beneficio mutuo.

1.1.4 Descripción de la Estructura Organizacional

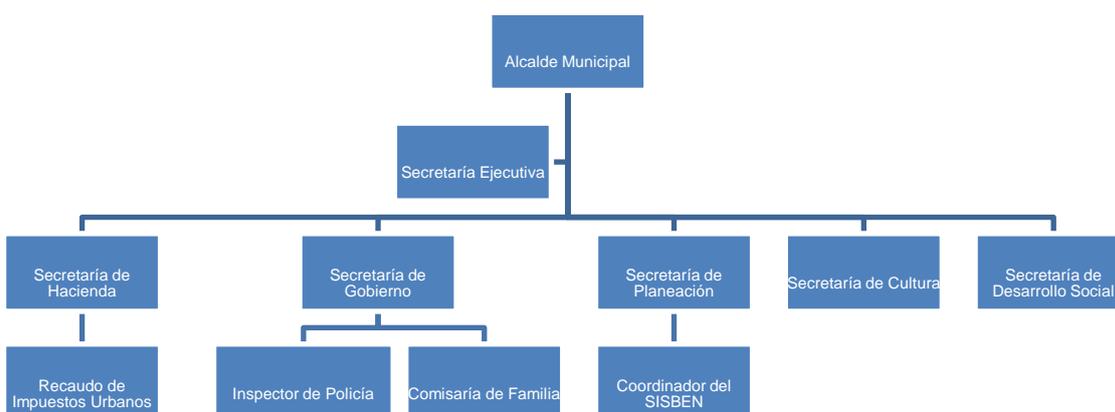


Figura 1. Organigrama del Municipio de Teorama

Fuente. Alcaldía de Teorama

1.1.5 Descripción de la Dependencia y/o Proyecto al que fue Asignado. A través de las problemáticas medio ambientales que se han estado presentando en el municipio de Teorama enfocado principalmente en el corregimiento de San Pablo, donde la llegada de las autoridades ambientales es complicada, ya que esta se encuentra en una zona roja donde lideran los grupos al margen de la ley.

La alcaldía está interesada en buscar soluciones para mitigar estos impactos ambientales que ocasionan la degradación del paisaje natural de todo el municipio, de esta manera me están permitiendo realizar trabajo de grado bajo la modalidad de pasantías, donde se realizara una identificación y evaluación de los puntos de vertimientos de las aguas residuales del corregimiento de San Pablo municipio de Teorama, Norte de Santander, con la finalidad, de que sea una posible herramienta para la proyección de una Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), y así se deje de contaminar el río el río Catatumbo por estas aguas residuales que se están vertiendo sin ningún tipo de tratamiento, queriendo preservar los recursos naturales y la salud de los habitantes que se benefician de esta agua, ya sea para consumo o para riego de sus cultivos.

1.2 Diagnóstico Inicial de la Dependencia Asignada.

La Administración Publica Cooperativa Aguas de Teorama APC es una empresa encargada de prestar los servicios públicos para el municipio de Teorama, velando por el cuidado y protección del medio ambiente garantizando a sus usuarios buenos servicios para mejorar la calidad de vida de los Teoramences, por tanto la alcaldía municipal de Teorama, Norte de Santander está preocupada por los grandes impactos ambientales que están ocurriendo en todo el municipio; principalmente en la parte rural, donde se genera todo tipo

de contaminación, por lo tanto se está buscando minimizar o mitigar esos impactos negativos a través de actividades y propuestas, para mejorar y preservar los recursos naturales con los que cuenta todo el municipio, además que esta, se encuentra dentro de una zona de reserva que es el parque Nacional Natural Catatumbo Bari, entonces con más énfasis quieren cuidar el medio ambiente.

Tabla 1.

Matriz DOFA (debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas)

FACTORES INTERNOS	
Fortalezas (F)	Debilidades (D)
Realizar un registro del trabajo realizado en el tema del agua residual y generar conclusiones y recomendaciones para mejorar las condiciones físico-químicas del río Catatumbo.	No existe seguimiento ni control de las aguas residuales.
Se cuenta con el apoyo alcaldía municipal de Teorama para mejorar el problema del agua residual del corregimiento de San Pablo.	No se encuentra información sobre el alcantarillado del corregimiento.
	Las aguas residuales son vertidas al río Catatumbo sin ningún tratamiento previo.
	Existen fugas en la red de tuberías del alcantarillado.
FACTORES EXTERNOS	
Oportunidades (O)	Amenazas (A)
Capacitación al personal a cargo del manejo del alcantarillado en el corregimiento de San Pablo	El corregimiento de San Pablo no cuenta con su propia empresa de servicios públicos.
La Alcaldía de Teorama cuenta por profesionales en la parte ambiental que pueden ayudar a mitigar y prevenir esta contaminación en el río Catatumbo.	Contaminación del río Catatumbo por aguas residuales.
La oficina de planeación y servicios públicos de Teorama cuenta con información actualizada.	Poco interés de las autoridades ambientales del municipio de Teorama con la contaminación del río por aguas residuales.
	El corregimiento no cuenta con permisos de vertimientos.

Nota: Fuente. Pasante.

Tabla 2.*Estrategias FO – DO – FA – DA, matriz DOFA*

Estrategia FO	Estrategia DO
Realizar inversiones para mejorar el tema del agua residual de San Pablo.	Realizar un análisis de la contaminación del río Catatumbo en el punto de descarga del agua residual
Recolectar información necesaria para optar por una buena alternativa de mejoramiento del agua residual y dejar de contaminar el río Catatumbo.	Realizar el permiso de vertimientos para el corregimiento de San Pablo.
Fortalecer al personal de la alcaldía de Teorama en cuanto a la protección y cuidado del río Catatumbo	Elaborar una matriz de responsabilidades para que las áreas ambientales de la alcaldía tengan información de todo lo que tiene que ver con la parte ambiental de todo el municipio.
Estrategia FA	Estrategia DA
Con el personal capacitado involucrarse más con el tema del agua residual que está contaminando al río Catatumbo en San Pablo.	Cumplir con las normas ambientales para reducir la contaminación del río Catatumbo por las aguas residuales de San pablo.
San Pablo debe contar con su propia empresa de servicios públicos ya que la alcaldía no alcanza abarcar la parte rural del municipio.	Revisar las conexiones del alcantarillado para evitar roturas o taponamiento en las tuberías.
	Dar a conocer la importancia de las propuestas para mejorar y evitar la contaminación del río por las aguas residuales.

Nota: Fuente. Pasante

1.2.1 Planteamiento del Problema. Las aguas residuales son una amenaza concreta para el medio ambiente y así mismo para la salud de los seres vivos, las aguas residuales demandan especiales sistemas de tratamiento para liberarlas, estas contienen sustancias altamente contaminantes, este tipo de agua debe ser cuidadosamente tratada con la finalidad de no causar mayores daños al medio ambiente y a la salud pública. Estas son uno de los problemas ambientales que presenta el corregimiento de San Pablo municipio de Teorama

Norte de Santander, afectando u ocasionando la contaminación del río Catatumbo, ya que este corregimiento no realiza ningún tipo de tratamiento al agua residual que generan, contando que este tiene 600 familias con una población estimada de 4 personas por familia para un total de 2400 habitantes.

Actualmente el corregimiento cuenta con una red de alcantarillado que recoge todas las aguas negras y es depositada en un área en forma de laguna que está a la salida del pueblo, se almacena y luego es descargada al río Catatumbo sin ninguna clase de tratamiento, tampoco cuentan con permisos de vertimientos lo cual indica que no hay restricciones ni vigilancia por parte de las autoridades ambientales del municipio de Teorama. En este corregimiento solo se encuentran aguas residuales domiciliarias derivadas de las casas principalmente y de algunos talleres de mecánica y lavaderos de carros, estos no realizan ningún tipo de tratamiento produciendo contaminación al río por químicos y grasas.

Las aguas residuales domesticas son una importante fuente de contaminación de las aguas, tanto superficiales como subterráneas. Más de la mitad de la población no dispone hoy en día de una buena red de alcantarillado y en muchos lugares que se dispone aún se vierte directamente al cauce de ríos sin un tratamiento previo. (Oscar & Josep)

Estas aguas negras contaminan recursos utilizados para regar y para uso doméstico, convirtiéndose en un medio muy eficiente de transmisión de enfermedades de tipo infeccioso (diarrea, disentería, cólera, fiebre tifoidea, entre otras), por la presencia de diferentes microorganismos patógenos en los excrementos.

Debido a que este corregimiento se encuentra en una zona roja, por el gran conflicto que vive el país por parte de los grupos al margen de la ley como lo es las FARC, ELN y el EPL, ha sido muy complicado y riesgoso la entrada de autoridades ambientales al corregimiento para inspeccionar lo que está pasando en cuanto se refiere a la parte ambiental; además también el alto costo que constituye la construcción de una PTAR, la alcaldía Municipal no ha podido mejorar este impacto que genera la contaminación del río Catatumbo.

Se ha encontrado también problemas en el alcantarillado, lo cual ha generado el taponamiento de las redes de tuberías originando que el agua residual salga a las calles del pueblo, produciendo olores ofensivos y contaminación visual, causando molestias y problemas de salud a los habitantes de San Pablo.

1.3 Objetivos de la Pasantía

1.3.1 General. Identificar y evaluar los puntos de vertimientos de las aguas residuales del corregimiento de San Pablo municipio de Teorama, para que sirva como herramienta útil para la proyección de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

1.3.2 Específicos. Realizar un diagnóstico del alcantarillado existente en el corregimiento de San Pablo.

Identificar los puntos de vertimientos de aguas residuales del centro poblado de San Pablo.

Realizar muestreos de las descargas y de los cuerpos receptores antes y después de cada vertimiento.

1.4 Descripción de las actividades a desarrollar en la empresa.

Tabla 3.

Descripción de las actividades

OBJETIVO GENERAL	
Identificar y evaluar los puntos de vertimientos de las aguas residuales del corregimiento de San Pablo municipio de Teorama, para que sirva como herramienta útil para la proyección de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).	
Objetivos específicos	Actividades a desarrollar
Identificar los puntos de vertimientos de aguas residuales del centro poblado de San Pablo.	Realizar visitas in situ por la rivera del rio Catatumbo en el tramo de San Pablo.
	Tomar coordenadas geográficas con un GPS y registro fotográfico.
	Elaboración del mapa de localización de los vertimientos de aguas residuales del casco urbano del corregimiento de San Pablo- Teorama.
	Elaborar informes de los datos obtenidos.
Realizar un diagnóstico del alcantarillado existente en el corregimiento de San Pablo.	Descripción de la infraestructura existente en cuanto a cobertura de la red de alcantarillado en el corregimiento de San Pablo.
	Número de vertimientos puntuales o cuerpos de agua receptores en el área urbana.
	Elaboración de una matriz de deficiencia del alcantarillado existente en el Corregimiento de San Pablo.
Realizar muestreos de las descargas antes y después de cada vertimiento.	Tomar muestras y análisis de las aguas residuales vertidas y determinar la carga contaminante de acuerdo al decreto 0631 del 2015.
	Documentar el estado del cuerpo de agua receptor en términos de calidad, con la información de la caracterización que dé cada corriente.

Nota: Fuente. Pasante

1.5 Cronograma de actividades

Tabla 4.

Cronograma de Actividades

Objetivos específicos	Actividades	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
		Semanas				Semanas				Semanas				Semanas			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Identificar los puntos de vertimientos de aguas residuales del centro poblado de San Pablo.	Realizar visitas in situ por la rivera del rio Catatumbo en el tramo de San Pablo.	■															
	Tomar coordenadas geográficas con un GPS y registro fotográfico.		■														
	Realizar un mapa cartográfico con las coordenadas obtenidas para ubicar los puntos de vertimientos hallados.									■							
	Elaborar informes de los datos obtenidos				■			■								■	
Realizar un diagnóstico del alcantarillado existente en el corregimiento de San Pablo.	Descripción de la infraestructura existente en cuanto a cobertura de la red de alcantarillado en el corregimiento de San Pablo.					■											
	Número de vertimientos puntuales o cuerpos de agua receptores en el área urbana.		■														
	Elaboración de una matriz de deficiencia del alcantarillado existente en el Corregimiento de San Pablo.											■					
Realizar muestreos de las descargas antes y después de cada vertimiento.	Tomar muestras y análisis de las aguas residuales vertidas y determinar la carga contaminante de acuerdo al decreto 0631 del 2015.					■										■	
	Documentar el estado del cuerpo de agua receptor en términos de calidad, con la información de la caracterización que dé cada corriente.																■

Nota: Fuente. Pasante

Capítulo 2. Enfoques referenciales

2.1 Enfoque conceptual.

Los vertimientos son uno de los grandes problemas ambientales que podemos encontrar, esto se debe a que no existe un control de calidad por parte de las autoridades ambientales, la ordenación del recurso hídrico es de vital importancia, para que el cuidado por parte de los usuarios sea de gran ayuda para preservar nuestros recursos naturales (Londoño Pérez & Parra Martínez, 2007).

“El manejo de las aguas residuales se ha convertido en una de las problemáticas de mayor complejidad a alto costo que tienen que resolver las comunidades para alcanzar una mejor calidad de vida” (Blazquez & Montero, 2010).

Las aguas residuales contienen aproximadamente un 99.9% de agua y el resto está constituido por materia sólida. Los residuos sólidos están conformados por materia mineral y materia orgánica. La materia mineral proviene de los subproductos desechados durante la vida cotidiana y de la calidad de las aguas de abastecimiento. La materia orgánica proviene exclusivamente de la actividad humana y está compuesta por materia carbonácea, proteínas y grasas. Las aguas residuales domésticas contienen los productos de las actividades hogareñas tales como materias fecales, residuos y productos de la limpieza (partículas y sales eliminadas con el agua; los productos de limpieza como detergentes y jabones) y de la cocina diversos productos orgánicos. (de la Garza Rodríguez & Colunga Urbina, 2011)

Tales de Mileto (citado por (Ho, 2002a)) dice que “el agua es la sustancia básica del universo de la cual se derivan todas las cosas”

La contaminación de las aguas puede proceder de fuentes naturales o de actividades humanas. En la actualidad la más importante, sin duda, es la provocada por el hombre.

El desarrollo y la industrialización implican un mayor uso de agua, una gran generación de residuos de los cuales muchos van a parar al agua y el aumento en el uso de medios de transporte fluvial y marítimo que, en muchas ocasiones, son causa de contaminación de las aguas. (HO, 2002b).

Los contaminantes del agua se pueden clasificar en tres categorías: químicos, físicos y biológicos. Los contaminantes químicos comprenden tanto productos químicos orgánicos como inorgánicos. El aspecto fundamental resultante de la contaminación por compuestos orgánicos es la disminución de oxígeno como resultante de la utilización del existente en el proceso de degradación de oxígeno disuelto de dichos compuestos. La disminución de oxígeno disuelto lleva a perturbaciones indeseables del medio y de la biota en ella asentada. (Ramalho, 2003a)

La recolección de las aguas residuales producidas por la actividad humana, estas se recolectan por medio de un sistema de alcantarillado que lo conduce hasta la planta de tratamiento o a un punto de disposición final, algunos sistemas de alcantarillado se diseñan para recolectar tanto aguas residuales como aguas lluvias, a estos se les conoce como combinados, pero muchas veces el aporte de agua lluvia puede sobrepasar el caudal promedio, llegando a presentar problemas en el tratamiento (Rojas, 2002).

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) o Demanda de oxígeno Cantidad de oxígeno usado en la estabilización de la materia orgánica carbonácea y nitrogenada por acción de los microorganismos en condiciones de tiempo y temperatura especificados (generalmente cinco días y 20 °C). Mide indirectamente el contenido de materia orgánica biodegradable.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) Medida de la cantidad de oxígeno requerido para oxidación química de la materia orgánica del agua residual, usando como oxidantes sales inorgánicas de permanganato o dicromato en un ambiente ácido y a altas temperaturas. (Colombia, 2000)

Las P.T.A.R. son unidades de transformación de los efluentes industriales y domésticos, o sea, unidades de transformación de la materia orgánica, y en algunos casos de separación de un componente mineral (Conil, s.f).

Las aguas residuales domésticas o aguas negras 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. (Espigares Garcia & Perez Lopez, s.f)

Vertimiento puntual: El que se realiza a partir de un medio de conducción, del cual se puede precisar el punto exacto de descarga al cuerpo de agua, al alcantarillado o al suelo (Decreto 3930 de 2010).

El agua pura prácticamente no conduce la electricidad; por lo tanto la conductividad que podamos medir será consecuencia de las impurezas presentes en el agua. Es por lo tanto un parámetro físico bastante bueno para medir la calidad de un agua. (Menorca, 2013)

Alcalinidad. La alcalinidad de un agua residual está provocada por la presencia de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos de elementos como el calcio, el magnesio, el sodio, el potasio o el amoníaco. De entre todos ellos, los más comunes son el bicarbonato de calcio y el bicarbonato de magnesio. (residuales, s.f)

Sorensen (citado por (Arce Vealquez, Calderon Molgora, & Tomasini Ortiz, s.f)) define el potencial de Hidrógeno o pH como es logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno e el agua $\text{pH} = \log (\text{H}^+)$. En el punto de equilibrio, el agua se ioniza ligeramente:

$$(\text{H}^+) (\text{OH}) = K_w = 10^{-14}$$

$$(\text{H}^+) = (\text{OH}) = 10^{-7}$$

Por lo tanto $\text{pH} = 7$

Cuando proliferan los iones (H^+) el pH del agua se dice que es ácido y su valor será menor a 7, pero mayor o menor igual que 0. Por otra parte, cuando el ion (OH^-) es el que abunda, entonces se dice que es básica o alcalina y el valor del pH será mayor a 7, pero menor o igual a 14.

Sólidos suspendidos: la materia en suspensión está compuesta por diversos tipos de sólidos: flotantes, sedimentales y coloidales. Un sólido suspendido es aquel que puede retenerse en un filtro estándar de fibra de vidrio cuyo diámetro nominal sea de $1,2 \mu\text{m}$. Los

sólidos que pasa a través de dicho filtro representa la fracción filtrable que está compuesta por los sólidos coloidales y los sólidos disueltos. (Arce Velazquez, Calderon Molgora, & Tomasini Ortiz, s.fb).

La construcción de sistemas de tratamientos de aguas en Colombia es una práctica relativamente reciente. Colombia trata el 10% de las aguas residuales a pesar de contar con una capacidad instalada que alcanzaría el 20%. Según un estudio de UNICEF, menos de la cuarta parte de los municipios de 21 departamentos analizados cuentan con una planta de tratamiento de aguas residuales. En el país existen actualmente 562 sistemas instalados en diferentes municipios del país. Lamentablemente, no todos los sistemas tratan la totalidad del agua residual producida: se estima que solo un 10% de los sistemas construidos tienen un adecuado funcionamiento. La tendencia en cuanto a sistemas de tratamiento de aguas en Colombia es la utilización de tratamientos secundarios, como la construcción de lagunas de estabilización (44%), sistemas de aireación extendida (9.4%) y filtros biológicos (7%). ("El tratamiento de aguas de aguas residuales en colombia", 2014a)

Un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS) es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada ("Sistemas de Informacion Geografica", s.f)

2.2 Enfoque legal.

Los vertimientos de aguas residuales y los aspectos institucionales para su manejo están fundamentados en las políticas nacionales y normas específicas referidas desde los años 70.

Decreto 2811 de 1974. Establece el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. En su capítulo II define la regulación cuando a la prevención y control de contaminación del recurso hídrico.

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

Decreto 1594 de 1984. Esta norma reglamentaria del Código Nacional de Recursos Naturales desarrolla ampliamente lo referente a los vertimientos de agua residual, determinando los límites de vertimiento de las sustancias de interés sanitario y ambiental, los permisos de vertimientos, estudios de impacto ambiental y procesos sancionatorios. Los municipios deben atender las normas de vertimiento establecidas de interés sanitario establecido en el artículo 74.

Art. 29 Usos del agua. Art. 37 a 50 Criterios de calidad de agua Art. 60 a 71
Vertimiento de residuos líquidos. Art. 72 a 97 Normas de vertimientos. Art. 142 Tasas retributivas. Art. 155 procedimiento para toma y análisis de muestras.

Ley 99 de 1993. Establece la norma que reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, identifica en los municipios una función específica de "ejecutar obras o proyectos de descontaminación de corrientes o depósitos de agua afectados por los vertimientos municipales", (art. 65). Igualmente se establece en esta ley la base normativa para la implementación de tasas retributivas por vertimientos líquidos puntuales a los cuerpos de agua y la competencia de las corporaciones en la evaluación, control y seguimiento de las descargas de aguas residuales.

Decreto 1753 de 1994. Reglamenta la ley 99/93 respecto a las Licencias Ambientales, específicamente para proyectos de construcción y operación de sistemas de alcantarillado, interceptores marginales, sistemas y estaciones de bombeo y plantas de tratamiento y disposición final de aguas residuales de las entidades territoriales. Esta norma es de alto interés en la etapa de factibilidad, diseño y ejecución de proyectos de MTAR.

Decreto 901/97. Reglamenta la ley 99/93 (artículos 42 y 43), respecto a la implementación de tasas retributivas por vertimientos líquidos puntuales a un cuerpo de agua. La tasa es planteada como el costo que debe asumir el estado en recuperar la calidad del recurso hídrico por permitir utilizar el medio ambiente como receptor de los vertimientos.

Ley 142 de 1994. Expide el régimen de los servicios públicos domiciliarios; establece que es competencia de los municipios asegurar que se preste de manera eficiente el servicio domiciliario de alcantarillado, el cual incluye el tratamiento y la disposición final de las aguas residuales (art 5). Además el artículo 11 establece que las entidades prestadoras deberán cumplir con una función ecológica relacionada con la protección del ambiente cuando las

actividades los afecten, como es el caso de las descargas de aguas residuales a un cuerpo de agua.

Constitución Nacional de 1991. En su Artículo 79, la consagra que: " Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. Artículo 95 Establece como deber de las personas, la protección de los recursos culturales y naturales del país, y de velar por la conservación de un ambiente sano.

Resolución 0631 de 2015. Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.

Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS – 2000. Donde establece en el inciso E.2.3 sobre la recolección y preservación de muestras y el inciso E.2.3.3 sobre la Cadena de custodia, para la toma de muestras de aguas residuales.

Capítulo 3. Informe de cumplimiento de trabajo

3.1 Presentación de resultados.

La realización de esta pasantía comprendió la identificación y evaluación de los puntos de vertimientos de las aguas residuales generadas en el corregimiento de San Pablo, municipio de Teorama, dando cumplimiento con los objetivos propuestos en este documento, de tal forma que sirva como una posible herramienta, para la proyección de una planta de tratamiento de aguas residuales y así dejar de verter estas aguas sin ningún tipo de tratamiento al río Catatumbo.

3.1.1 Metodología. Identificar los puntos de vertimientos productos de la contaminación del río Catatumbo en el corregimiento de San Pablo, constituye un paso muy importante para elaborar un diagnóstico de estos puntos , para esto se procedió a recorrer por los márgenes del río para identificar estos focos con la ayuda de un GPS se tomaron las coordenadas correspondientes y se realizó un registro fotográfico de estos lugares, con cada uno de estos puntos realizara un mapa para visualizar de manera gráfica los puntos de vertimientos, también se tomaron muestras de aguas de dos puntos principales de vertimientos que tiene este corregimiento, estas muestras se llevaron al laboratorio de aguas de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Se utilizó GPS para tomar coordenadas de los puntos de conexión del alcantarillado del Pueblo, de este no se encuentra información en la alcaldía de Teorama, por lo que se recopiló información con algunas personas que trabajaron en la construcción del alcantarillado.

3.2 Aspectos generales

3.2.1 Localización del área de estudio. La cabecera municipal se encuentra ubicada a $73^{\circ} 39' 24''$ al Oeste del meridiano de Greenwich (longitud) y a $8^{\circ} 26' 18''$ al Norte del paralelo ecuatorial (latitud); a 274 km de la capital del Departamento. El municipio de Teorama forma parte de la subregión Occidental Departamento de Norte de Santander. Limita al Norte con la República de Venezuela y el municipio de Convención; al Sur con Ocaña; al Oriente con El Tarra, Tibú y San Calixto y al Occidente con Convención. (Teorama P. p., 2013)

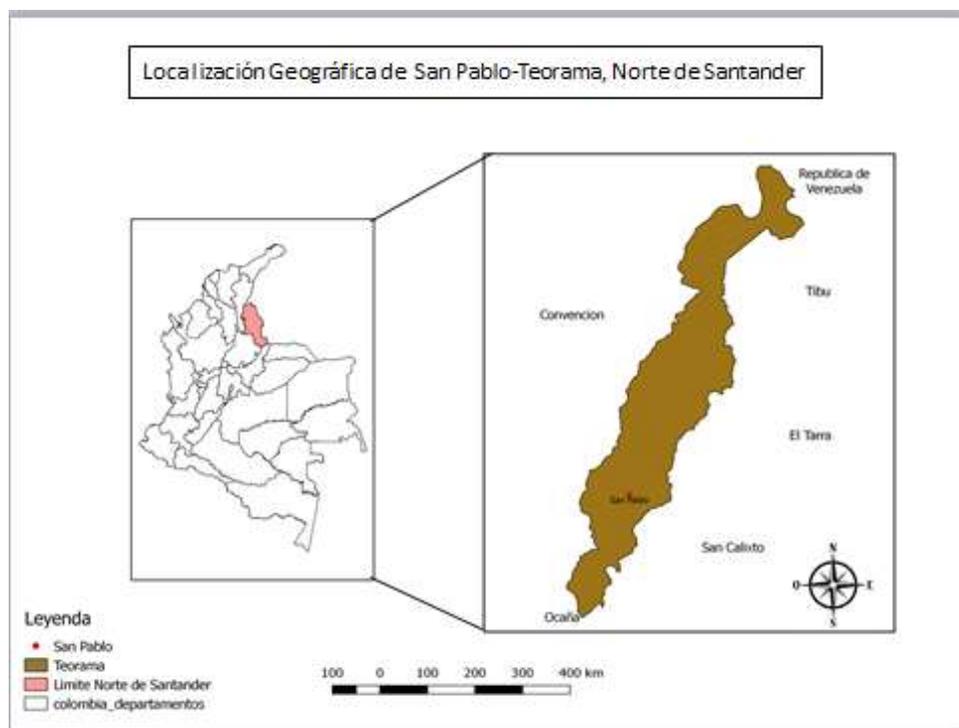


Figura 2. Localización geográfica de Teorama, Norte de Santander

Fuente. Pasante



Figura 3. Localización general del área de estudio

Fuente. Pasante

3.2.2 Aspectos físicos. Clima: San Pablo tiene un clima tropical, El mes más seco es enero, con 61 mm. 325 mm, mientras que la caída media en octubre, el mes en el que tiene las mayores precipitaciones del año. La clasificación del clima de Köppen-Geiger es Af (ecuatorial). ("Climate-Data.ORG", s.fa)

Temperatura: La temperatura media anual en San Pablo se encuentra a 26 °C y 28 °C Correspondiente a un piso termico tropical, coincidiendo el periodo mas caliente con el periodo mas lluvioso y el periodo mas frio con el periodo de menor pluviosidad . las temperaturas minimas se presentann hacia finales y principio de año n los meses de diciembre y enero, en la mitad del periodo seco, con un valor medio de 23 °C y las estaciones maximas se registran durante el mes de mayo y agosto con un valor medio de 29 °C. (Gallardo Amaya & Arenas Rojas, 2006).

Precipitación: Hay precipitaciones durante todo el año en San Pablo. Hasta el mes más seco aún tiene mucha lluvia. La precipitación es de 2335 mm al año ("Climate-Data.ORG", s.fb).

Altitud: El corregimiento de San Pablo se encuentra a una altitud de 346 msnm.

Características del río Catatumbo: Es un Río de América del Sur, que discurre por territorios de Colombia y Venezuela. Tiene una trayectoria de 450 km, de los cuales 240 son en territorio colombiano.

Características de su Curso. Nace con el nombre de Oroque, en el departamento de Norte de Santander, en el cerro de Jurisdicciones al sur de Ábrego en el oriente de Colombia, corre hacia el norte hasta una depresión de la cordillera entre Abrego y Ocaña donde empieza a llamarse Algodonal, cruza la mesa de Ocaña y continua su curso con el nombre de Catatumbo. En el municipio de El Tarra recibe las aguas del río Tarra y en el de Tibú las del río de Oro, que sirve de límite entre Venezuela y Colombia; desembocan sus aguas en el lago de Maracaibo en la República de Venezuela, al norte de la ensenada de Aguas Muertas.

Afluentes. Desaguan en el además del río Tarra y el río del Oro, los ríos San Miguel, Socuavo Sur, Socuavo Norte, Tibú, Sardinata, Nuevo Presidente, entre otros y cientos de cauces menores.

Poblaciones que baña. La cuenca del río Catatumbo atraviesa del Sur-occidente al Nor-oriental al departamento de Norte de Santander (Colombia), se estima que el 60 % del agua dulce del lago Maracaibo lo aporta este río. La cuenca en Norte de Santander tiene una extensión de 16.626 Km², representando el 74.5% de su territorio, involucrando a 33

municipios y a una población de 1.184.548 habitantes que lo tiene como única fuente de agua.

(EcuRed, 2016)



Figura 4. Río Catatumbo municipio de Teorama

Fuente. Municipio Teorama

Tramo de estudio del río Catatumbo: la zona de estudio se realizó en el Corregimiento de San Pablo, desde el barrio San Pablito que está a la entrada del pueblo hasta el área de almacenamiento de las aguas residuales que está ubicado a la salida de San Pablo.



Figura 5. Tramo de estudio del rio Catatumbo San Pablo

Fuente: Google Earth

3.3 Identificación de los puntos de vertimientos de las aguas residuales.

Para identificar los focos de contaminación del rio Catatumbo por los vertidos de aguas residuales que realiza el centro poblado de San Pablo, se procedió hacer un recorrido por las riveras para identificar estos puntos y realizar un análisis del mismo, para esto se tomaron coordenadas con un GPS y registro fotográfico del área.

Durante el trabajo de campo se pudo identificar 23 puntos de vertimientos (véase la Figura 6), algunos con mayor volumen de descarga y otros de menos volumen. Los datos fueron tomados en ambos márgenes del rio. Estos vertimientos son procedentes de las casas de San Pablo, algunos no están conectados al alcantarillado por lo cual vierten sus aguas al rio, estos son principalmente aquellos que viven cerca de las orillas, por lo que se les hace

más fácil conectar la tubería directamente al río, esto también se debe a que no hay inspección por parte de las autoridades ambientales del municipio.

Estos focos de contaminación encontrados emanan olores ofensivos fuertes por donde se va pasando, también hay proliferación de vectores, deterioro del paisaje, contaminación del río, perjudicando las especies acuáticas que allí habitan. Estos focos de contaminación afectan a la población provocando enfermedades en ellas, puesto que muchos pescan en estos lugares y la mayoría no se fijan o le dan poca importancia a las aguas negras que están cayendo.

El corregimiento de San Pablo cuenta con un alcantarillado el cual está en muy mal estado encontrando rupturas en algunas partes, produciendo malos olores en las vías del pueblo. Uno de los principales puntos de vertimientos se debe a este motivo, el tubo está dañado cerca del río, por el cual sale un gran caudal, y que se expande por un potrero hasta llegar al río (véase la Figura 7), donde el olor es muy fuerte y además de eso se está contaminando tanto al suelo como al agua, cerca de este lugar hay varias casas los cuales sus habitantes se quejan, pero la junta de acción comunal no ha hecho nada para arreglar este problema.

El otro punto principal es, en el área de almacenamiento de las aguas residuales de San Pablo, un sistema en forma de laguna de maduración la cual está en pésimo estado, donde el agua se sale del canal por falta de mantenimiento (véase la Figura 8), el pozo séptico donde cae el agua para después pasar directamente al río, está lleno de residuos como, envases plásticos y de vidrio, bolsas, papel y vegetación dentro y fuera del pozo, (véase la Figura 9).

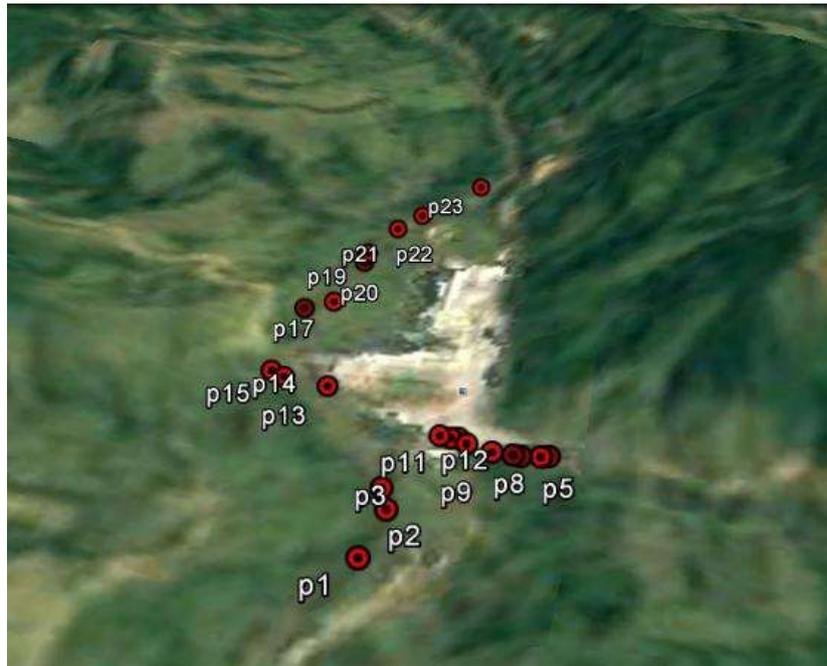


Figura 6. Puntos de vertimientos San Pablo

Fuente: Google Earth



Figura 7. Ruptura de la tubería del alcantarillado

Fuente. Pasante



Figura 8. Área de almacenamiento de aguas residuales de San Pablo

Fuente: Pasante



Figura 9. Pozo séptico de las aguas residuales de San Pablo

Fuente: Pasante

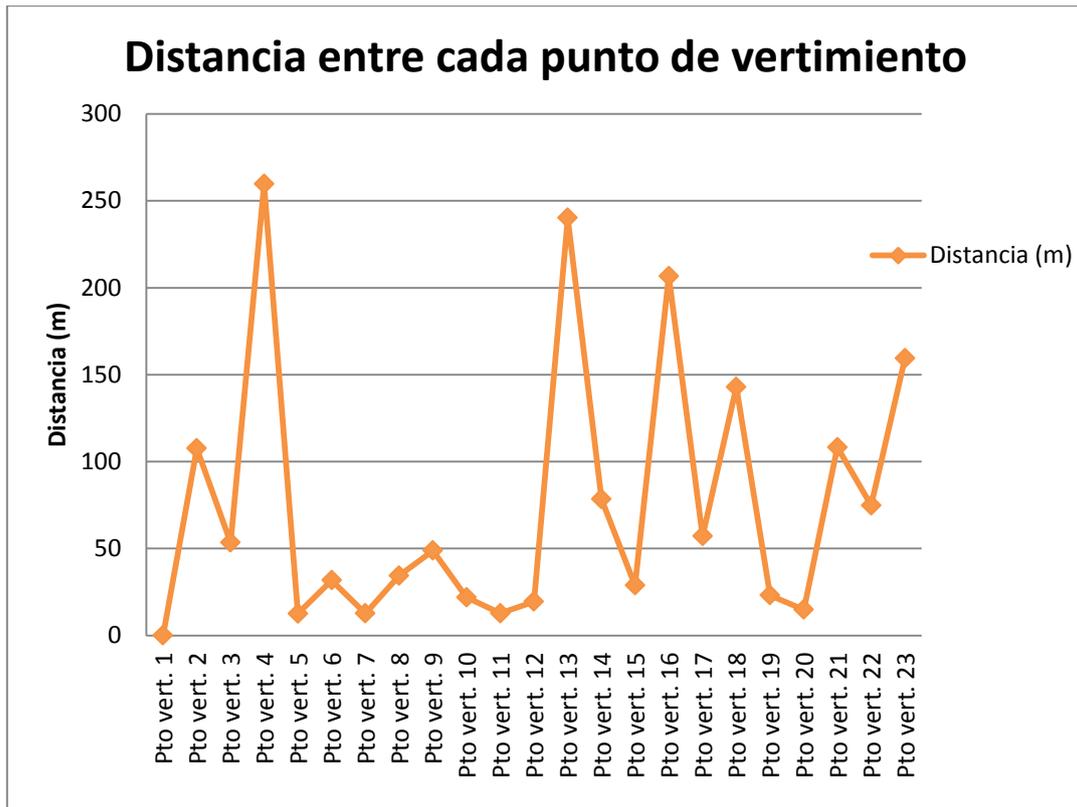


Figura 10. Distancia entre puntos de vertimientos

Fuente: Pasante

En la Figura 10 se puede observar la distancia que existe entre cada punto de vertimiento, estas medidas fueron tomadas con la herramienta de Google Earth, ya que en campo las condiciones del lugar no permitía el ingreso para realizar las respectivas medidas, ya que es un área boscosa con pendientes que dificultaba realizar las medidas.

3.3.1 Descripción general de los puntos de vertimientos identificados.

La contaminación en el corregimiento de San Pablo por aguas residuales es notada a simple vista ya que se encuentran diversos puntos cayendo directamente al río, esto perjudica no solamente la salud pública de toda la comunidad existente en este lugar, sino también se afecta a la fauna y flora asociadas a esta fuente de agua natural, esto conlleva a deteriorar el

paisaje que tiene esta zona. En cada uno de los puntos hallados los olores eran fuertes y desagradables causando a su vez impactos visuales negativos para toda la comunidad.

El corregimiento cuenta con una red de alcantarillado para todo el pueblo, pero a pesar de que este existe muchos no están conectados por lo que, les es más fácil colocar una tubería que caiga directamente al río, también existen puntos que se deben a que el alcantarillado está en malas condiciones lo cual hace que genere más contaminación.

En la gran mayoría de estos puntos, además de estar contaminando por aguas residuales se encuentran también residuos sólidos (véase la Figura 11), lo que lleva a la proliferación de vectores, contaminación visual, contaminación del suelo y del agua, afectaciones a la fauna y flora del sector. Todo esto degrada la calidad del agua del río puesto que muchos se benefician de estas aguas para consumo y riego de cultivos, la pesca es tradicional en esta zona por lo que es recurrente encontrar a muchas personas realizando esta actividad, y muchas veces pescan cerca de los puntos de vertimientos, haciendo caso omiso a lo que ven y a los olores que perciben llegando a perjudicar su salud al consumir estos animales. En la Tabla 5, se ilustran los puntos de mayor y de menor caudal de agua residual producidos por la comunidad de San Pablo. El punto de vertimiento número 23, es donde está ubicada el área de almacenamiento de las aguas residuales del Pueblo, siendo estas vertidas sin ningún tipo de tratamiento al río, las condiciones del área no son las óptimas ya que hay taponamientos en la red, y se encuentra sin ninguna clase de mantenimiento.

Aguas abajo de este punto existe un botadero de basura a cielo abierto que también perjudica al río Catatumbo puesto que todos estos residuos caen a él, contaminando a un más estas aguas (véase la Figura 12). Las autoridades ambientales de Teorama y la Junta de acción

de San Pablo hasta el momento no han podido realizar ninguna labor por falta de presupuesto y de interés para ayudar a eliminar o por lo menos reducir esta contaminación que está sufriendo el río Catatumbo en este tramo de estudio.

La tubería hallada en cada descarga es de material PVC con diámetros que oscilan desde 2 pulgadas hasta 12 pulgadas, las de mayor diámetro hacen parte de la red de alcantarillado que se encuentra dañado, y otra de esas tuberías es del matadero del pueblo que no cumple con ninguna restricción ambiental contaminando también al río y causa grandes molestias a los habitantes del Barrio los Lagos por los fuertes olores que produce. Y el resto son de menor diámetro ya que proceden de las casas que están cerca de las orillas del río.



Figura 11. Vertimientos y residuos solidos

Fuente. Pasante



Figura 12. Botadero de basura aguas abajo del punto 23 de vertimiento

Fuente. Pasante

Los datos obtenidos de la identificación de los puntos de vertimientos se muestran a continuación:

Tabla 5.

Puntos de vertimientos sobre el rio Catatumbo

Nº punto	Caudal (Lt/sg)	Diámetro tubería (pulg)	Coordenadas		Lugar
			Latitud	Longitud	
Margen derecho del rio Catatumbo					
1	0,6	6	8° 32' 57" N	73° 14' 14.9" O	San Pablito
2	0,13	4	8° 33' 0.5" N	73° 14' 14.3" O	San Pablito
3	0.082	3	8° 33' 2.2" N	73° 14' 14.9" O	San Pablito
Margen derecho de la quebrada Vijagual					
4	0.040	3	8° 33' 5.1" N	73° 14' 7" O	Puerto Rico
5	0.057	4	8° 33' 5" N	73° 14' 7.4" O	Puerto Rico
6	0,016	3	8° 33' 5" N	73° 14' 8.4" O	Puerto Rico
7	0.021	3	8° 33' 5.1" N	73° 14' 8.8" O	Puerto Rico
8	0.028	3	8° 33' 5.3" N	73° 14' 9.9" O	Puerto Rico
9	0.019	3	8° 33' 6" N	73° 14' 11.3" O	Puerto Rico

Tabla 5. (Continuación)

10	0.18	4	8° 33' 6.5" N	73° 14' 11.8" O	Puerto Rico
11	0.092	3	8° 33' 6.5" N	73° 14' 12.2" O	Puerto Rico
Margen Izquierdo de la quebrada Vijagual					
12	0,057	4	8° 33' 6.7" N	73° 14' 12.8" O	Puerto Rico
Margen Izquierdo del rio Catatumbo					
13	0.17	2	8° 33' 10.8" N	73° 14' 22.1" O	llegando al puente del 3 de enero
14	0,068	2	8° 33' 11.2" N	73° 14' 22.9" O	llegando al puente del 3 de Enero
Margen derecho del rio Catatumbo					
15	0,15	4	8° 33' 10.4" N	73° 14' 19.6" O	3 de Enero
16	1.74	10	8° 33' 17.3" N	73° 14' 22.6" O	Abajo del puente del 3 de enero, potrero Evelio
17	1,57	8	8° 33' 18.6" N	73° 14' 21.2" O	Venecia, alcantarilla
18	0,013	2	8° 33' 23.2" N	73° 14' 20.4" O	Los Lagos
19	0.016	2	8° 33' 23.9" N	73° 14' 20.5" O	Los Lagos
20	0.011	3	8° 33' 24.3" N	73° 14' 20.4" O	Los Lagos
21	1,00	10	8° 33' 27.5" N	73° 14' 19.2" O	Matadero arriba del puente del H.J.C
22	0.083	2	8° 33' 29.4" N	73° 14' 18" O	Abajo del puente del H.J.C
23	1,04	12	8° 33' 33.2" N	73° 14' 14.8" O	Al lado de la piscina Los Lagos

Nota: Fuente. Pasante

Para la elaboración del mapa de localización de los vertimientos de las aguas residuales del casco urbano del corregimiento de San Pablo-

Teorama, se utilizó la herramienta de Sistemas de Información Geográfica (SIG), que permite relacionar cualquier tipo de dato con una localización geográfica. Esto quiere decir que en un solo mapa el sistema muestra la distribución de recursos, edificios, poblaciones, entre otros datos de los municipios, departamentos, regiones o todo un país. Los SIG están diseñados para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar la información de todas las formas posibles de manera lógica y coordinada (MinEducación, 2016)

Con esta herramienta se logró realizar el mapa para visualizar de una mejor forma cada uno de estos puntos de vertimientos que se identificaron sobre el río Catatumbo (véase la Figura 13), donde la contaminación por aguas residuales se nota a simple vista, lo cual hace que sea preocupante este hecho, y la forma es corregir de alguna manera esta contaminación con una Planta de tratamiento de aguas residuales, para dejar de contaminar las aguas del río Catatumbo. En la misma Figura 13 se encuentra los diferentes puntos de conexión de los pozos sépticos de cada barrio de San Pablo este se realizó con la intención de mostrar la conexión de esta red de alcantarillado.

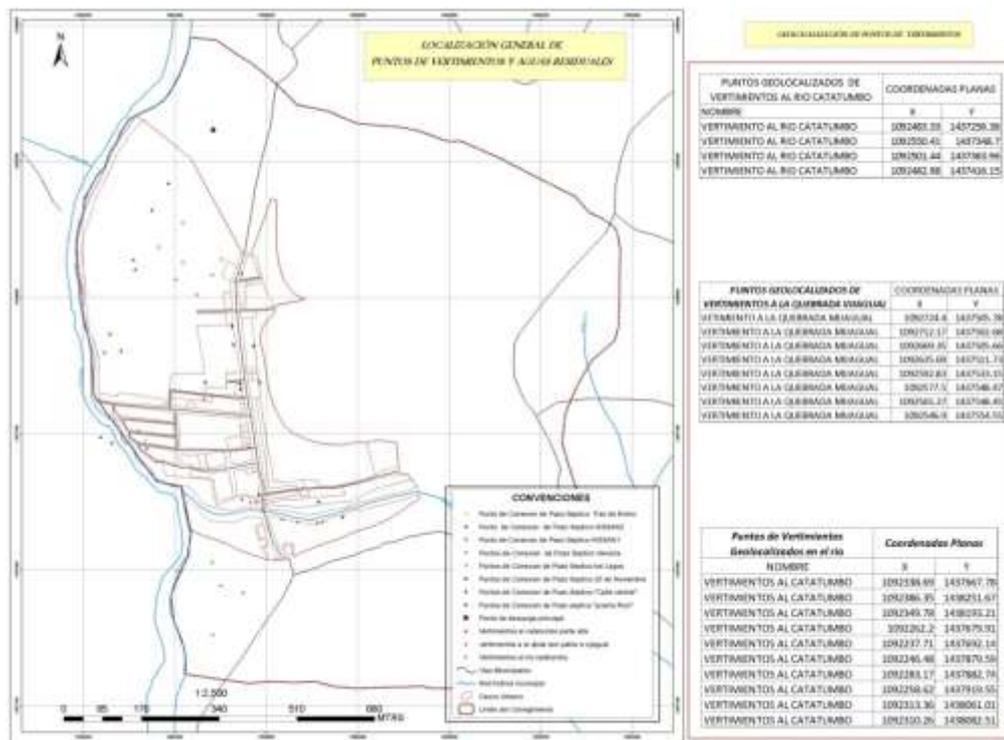


Figura 13. Localización general de los puntos de vertimientos de aguas residuales

Fuente. Pasante

3.4 Diagnóstico actual del alcantarillado de San Pablo.

El tratamiento de aguas en Colombia se ha convertido en uno de los problemas ambientales más críticos y crecientes. La descarga de aguas residuales domésticas y los vertimientos agropecuarios están contaminando los ríos, las aguas subterráneas, los humedales y las represas de agua, causando un grave daño al medio ambiente y a la salud humana. ("El tratamiento de aguas residuales en Colombia", 2014b)

Las aguas residuales pueden ser tratadas dentro del sitio en el cual son generadas, por ejemplo, con tanques sépticos u otros medios de depuración. Químicos como el hipoclorito sódico también se utilizan para eliminar algas y bacterias y obtener un agua pura y limpia.

La otra opción para tratar las aguas residuales es utilizar un sistema de tuberías y dirigir el agua a una planta de tratamiento municipal. A la hora de eliminar los contaminantes que existen en el agua, se pueden usar desde sencillos procesos físicos como la sedimentación –consiste en dejar que los contaminantes se depositen en el fondo por gravedad-, hasta otros más complejos como la filtración, a través de mallas y tamizados, o la evaporación. También se utilizan métodos químicos, como la precipitación química o la reducción electrolítica; y otros biológicos, como son lodos activos, filtros bacterianos o lagunaje, conocidos también como tratamientos secundarios. Son precisamente estos últimos los más habituales en el tratamiento de aguas en Colombia. ("El tratamiento de aguas residuales en Colombia", 2014c)

La zona aledaña a la ribera del río Catatumbo, sobre la cual se encuentra concentrada la mayor parte de la población del Municipio de Teorama, presenta numerosas dificultades sociales y económicas, siendo muy visible la deficiencia de obras de Alcantarillado, que

permitan a la comunidad habitar un ambiente sano, alejando los inconvenientes de epidemias y brotes que perjudiquen la salud de la población. El corregimiento de San Pablo no es ajeno a esta panorámica y los esfuerzos que el Municipio ha realizado en este orden, no han sido totalmente eficaces en la solución del problema. Sin embargo, se planteó una nueva posibilidad de mejorar esta situación con la Construcción del Sistema de Alcantarillado sanitario del Corregimiento de San Pablo, que permitió recoger las aguas residuales y dirigir las a un punto específico.

La tubería del alcantarillado de San Pablo es de material De gres que es de material resistente al calor muy utilizado para estas obras, y Novafort es una tubería de pared estructural, fabricada en un proceso de doble extrusión, pared interior lisa y exterior corrugada, son de mejor calidad, algunos barrios como los Lagos tiene tubería una parte de Novafort, y De gres y otra no tiene, los barrios como HISAN y Venecia cuentan con tubería Novafort de 8 pulgadas. Lacalle central, 3 de enero, 20 de Noviembre tienen es tubería de gres con pulgadas entre 6-8 pulgadas.

El tubo madre que esta por los márgenes del rio Catatumbo es de material de gres de 10-12 pulgadas de diámetro, a este tubo madre le llegan todas las conexiones de todos los Barrios de San Pablo, que están en más o menos de 8 pulgadas y en épocas de invierno aumenta el caudal por lo que el tubo madre de 12 pulgadas no es apto para recibir toda esta cantidad de agua, por lo que el agua se regresa a las casas causando molestias y malos olores a la comunidad. Este tubo madre conduce el agua hasta el área de almacenamiento de las aguas residuales, de la cual no se encuentra información en la alcaldía de la fecha de construcción ni de la ejecución de ese proyecto.

La red de alcantarillado sanitario existente, se encuentra construida en toda la zona de estudio y algunas partes se encuentran comunicadas entre sí y otras no, esto lleva a que los puntos de vertimientos correspondan a los que se identificaron como focos vertimientos.

Esta red de alcantarillado se encuentra en mal estado ya que se presenta rupturas a lo largo de la red (véase la Figura 14), y también taponamientos que genera que el agua en ocasiones se rebose y salga por las alcantarillas a las calles, provocando malestar a la comunidad que habita cerca de estos lugares, debido a que los olores que emana son muy fuertes.

Para realizar el diseño de mapa del alcantarillado del pueblo se utilizó un GPS, donde se tomaron las respectivas coordenadas de cada uno de los puntos de conexión del alcantarillado, estos están ubicados en las entradas a cada barrio y dentro de los mismos, conectando las diferentes calles que tienen.



Figura 14. Alcantarillado en mal estado

Fuente: Fuente. Pasante.

Tabla 6.*Puntos de conexión del alcantarillado de San Pablo*

N° puntos	Coordenadas		Barrios
	Latitud	Longitud	
1	8° 33' 5,4" N	73° 14' 5,6" O	Puerto Rico
2	8° 33' 6,5" N	73° 14' 7,3" O	Puerto Rico
3	8° 33' 7" N	73° 14' 11,6" O	Puerto Rico
4	8° 33' 9,1" N	73° 14' 12" O	Calle Central
5	8° 33' 12,4" N	73° 14' 12,4" O	Calle Central
6	8° 33' 13,6" N	73° 14' 12,8" O	Calle Central
7	8° 33' 14,6" N	73° 14' 12,9" O	Calle Central
8	8° 33' 15" N	73° 14' 12,9" O	Calle Central
9	8° 33' 17,8" N	73° 14' 13,4" O	Calle Central
10	8° 33' 19,1" N	73° 14' 13,5" O	Calle Central
11	8° 33' 20,4" N	73° 14' 13,5" O	Calle Central
12	8° 33' 22,9" N	73° 14' 12,8" O	Calle Central
13	8° 33' 15,1" N	73° 14' 11,6" O	20 de Noviembre
14	8° 33' 17,7" N	73° 14' 11,9" O	20 de Noviembre
15	8° 33' 23,9" N	73° 14' 14,2" O	Los Lagos
16	8° 33' 26,8" N	73° 14' 16,8" O	Los Lagos
17	8° 33' 26,5" N	73° 14' 17" O	Los Lagos
18	8° 33' 24,8" N	73° 14' 18,7" O	Los Lagos
19	8° 33' 23,7" N	73° 14' 17" O	Los Lagos
20	8° 33' 22,8" N	73° 14' 14,9" O	Los Lagos
21	8° 33' 22,7" N	73° 14' 17,7" O	Venecia
22	8° 33' 21,5" N	73° 14' 17,5" O	Venecia
23	8° 33' 21,4" N	73° 14' 16" O	Venecia
24	8° 33' 13,9" N	73° 14' 15,5" O	HISAN 1
25	8° 33' 15,1" N	73° 14' 15,4" O	HISAN 2
26	8° 33' 18,3" N	73° 14' 15,2" O	20 de Noviembre
27	8° 33' 18,6" N	73° 14' 21,3" O	Venecia
28	8° 33' 13,7" N	73° 14' 21,7" O	3 de Enero
29	8° 33' 11,7" N	73° 14' 20,2" O	3 de Enero
30	8° 33' 12,1" N	73° 14' 17,5" O	3 de Enero
31	8° 33' 11" N	73° 14' 19,7" O	3 de Enero
32	8° 33' 11,2" N	73° 14' 17,4" O	3 de Enero
33	8° 33' 7,7" N	73° 14' 13,9" O	Calle Central

Nota: Fuente: Pasante

Algunos barrios como Puerto Rico cuentan con alcantarillado, pero las casas que están al margen de la quebrada Vijagual, la cual desemboca en el río Catatumbo, de 28 casas que tiene ese barrio 12 no están conectados al alcantarillado, sino que vierten sus aguas directamente al río. Esto se debe a que no hay una autoridad que exija que estas personas se tengan que conectar al alcantarillado y también la falta de cultura hace que se le de poca importancia a la contaminación que sufre nuestras aguas en este corregimiento de San Pablo.

En el corregimiento existe en total 6 lavaderos de motos y carros, estos no cuentan con tubería o no están conectados al alcantarillado, sino que sus aguas son agregadas a la carretera esto genera contaminación visual y del suelo, el cual por escorrentía llega hasta los cuerpos de agua cercanos como lo es la quebrada Vijagual y al río Catatumbo, se encuentran también 6 talleres de mecánica, estos recogen los aceites y los depositan en canecas y se los venden o regalan a los campesinos o los agregan a la carreteras, no existe una exigencia por parte de las autoridades del pueblo por lo que nadie le interesa si contaminan o no.

Tabla 7.*Matriz de deficiencia del alcantarillado de San Pablo*

Nombre Geográfico del vertimiento	Coordenadas geográficas		Características hidráulicas			Características generales del tramo
	Latitud	Longitud	Diámetro de la tubería	Pendiente promedio	Distancia al cuerpo hídrico	Diagnostico general
Barrio Venecia	8° 33' 21,5" N	73° 14' 17,5" O	8 pulg	344m	0,13 Km	En este punto la alcantarilla se encuentra tapada, y en muchas ocasiones el agua sale a las calles
Barrio Venecia	8° 33' 18,6" N	73° 14' 21,3" O	8 pulg	348m	0,06 Km	La tubería se tapa lo cual hace que se reboce y salga el agua por la alcantarilla a la calle.
Barrio 3 de Enero	8° 33' 12,1" N	73° 14' 17,5" O	8 pulg	346m	0,11 Km	La tubería se tapa lo cual hace que se reboce y salga el agua por la alcantarilla a la calle.
Barrio 3 de Enero	8° 33' 11,2" N	73° 14' 17,4" O	8 pulg	346m	0,08 Km	La tubería se tapa lo cual hace que se reboce y salga el agua por la alcantarilla a la calle.
Barrio 3 de Enero	8° 33' 17,3" N	73° 14' 22,6" O	10 pulg	349m	0,02Km	El tubo se encuentra dañado en un potrero el cual hace que salga gran caudal de agua residual y llega hasta el rio.
Barrio los Lagos	8° 33' 23,7" N	73° 14' 17" O	12 pulg	343m	0,11Km	Algunas personas rompen el tubo para conectar sus aguas residuales.

Tabla 7. (Continuación)

Nombre Geográfico del vertimiento	Coordenadas geográficas		Características hidráulicas			Características generales del tramo
	Latitud	Longitud	Diámetro de la tubería	Pendiente promedio	Distancia al cuerpo hídrico	Diagnostico general
Puerto Rico	8° 33' 5.1" N	73° 14' 7" O	3 pulg.	377m	0.02 km	Estos son puntos de vertimientos que existe en el barrio puerto rico, encontrándose el alcantarillado en buenas condiciones en esa parte puesto que es nuevo, pero algunas personas no quisieron conectarse, prefiriendo seguir contaminando la quebrada Vijagual que desemboca en el rio Catatumbo.
Puerto Rico	8° 33' 5" N	73° 14' 7.4" O	4 pulg.	373m	0.00km	
Puerto Rico	8° 33' 5" N	73° 14' 8.4" O	3 pulg.	372m	0.01km	
Puerto Rico	8° 33' 5.1" N	73° 14' 8.8" O	3 pulg.	371m	0,02km	
Puerto Rico	8° 33' 5.3" N	73° 14' 9.9" O	3 pulg.	367m	0,01km	
Puerto Rico	8° 33' 6" N	73° 14' 11.3" O	3 pulg.	362m	0,01km	
Puerto Rico	8° 33' 6.5" N	73° 14' 11.8" O	4 pulg.	360m	0,01km	
Puerto Rico	8° 33' 6.5" N	73° 14' 12.2" O	3 pulg.	358m	0,0km	
Los Lagos	8° 33' 23.2" N	73° 14' 20.4" O	2 pulg.	346m	0,03km	So procedentes de cocheras y criaderos de pollos y de las viviendas. Esta el alcantarillado, pero no se quisieron conectar.
Los Lagos	8° 33' 23.9" N	73° 14' 20.5" O	2 pulg.	346m	0,01km	
Los Lagos	8° 33' 24.3" N	73° 14' 20.4" O	3 pulg.	346m	0.03km	

Nota: Fuente: Pasante

3.5 Muestreos de las descargas antes y después de cada vertimiento.

Ortuño et al (citado por (Lizarraga Ochoa, s.f)) dice que el muestreo es el primer paso de todo estudio de caracterización y de un medio y reviste gran importancia en la confiabilidad de los resultados de una investigación ya que, si las muestras son tomadas de una manera inadecuada y en el lugar no indicado, los resultados no serán confiables.

Se realizó el muestreo de agua residual con la finalidad de saber la afectación que se está haciendo al río Catatumbo por la contaminación con aguas, se ejecutó el 01 de Junio del presente año a las 2:00 pm, donde el río se encontraba con un color turbio debido a que esos días se habían presentado lluvias permanentes, para esto se empezó por identificar los puntos de mayor importancia donde había mayor salida de caudal, encontrándose dos principales, el punto de muestreo A, se debe a la ruptura del tubo que pertenece a la conexión del alcantarillado del pueblo, con coordenadas $8^{\circ} 33' 17.4''$ N $73^{\circ} 14' 21.4''$ O ubicado en un potrero, el cual genera olores ofensivos afectando a la comunidad que habita cerca de este lugar, y el punto de muestreo B, está ubicado al final del área de almacenamiento de las aguas residuales de San Pablo, que está a la salida del pueblo, el cual se encuentra en muy mal estado, por falta de mantenimiento, con coordenadas $8^{\circ} 33' 33.2''$ N $73^{\circ} 14' 14.8''$ O. (véase la Figura 15).

Se iba a realizar otro muestreo en época de verano para analizar los cambios que se presenta en los parámetros a medir en ambas épocas, pero esta no se realizó debido a los cambios de clima que estamos viviendo en los últimos años, y estos meses se han estado presentando lluvias constantes, lo cual impidió realizar el muestreo de aguas residuales.



Figura 15. Puntos de muestreo de agua residual

Fuente: Google Earth

EQUIPOS Y MATERIALES

Implementos requeridos en el momento del muestreo:

GPS

Termómetro.

Balde plástico de 7,57 L de capacidad.

Cronómetro.

Nevera de icopor con bolsas de hielo para mantener una temperatura cercana a 4°C.

Bitácora.

6 recipientes plásticos de 1 litro.

Cinta pegante y de enmascarar.

Esfero (bolígrafo)

Tabla portapapeles.

Guantes y tapabocas.

Botas de caucho.

PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE AGUA RESIDUAL:

Se organizó las botellas rotuladas, con nombre del lugar, fecha y hora, coordenadas, muestreador, Numero de muestra y tipo de muestreo. Al llegar al punto de muestreo, se realizó una descripción del sitio, luego se halló el caudal por el método volumétrico manual (véase la Figura 16), empleando el cronómetro y el balde al cual se le hizo una purga, para este se limpió el lugar colocando el balde de tal manera que recogiera toda el agua, se midió el tiempo de llenado 3 veces con un cronometro para determinar el caudal, siendo Q el caudal (en litros por segundo, L/s), V el volumen (en litros, L), y t el tiempo (en segundos, s), el caudal se calcula como $Q = V / t$, para ese instante de tiempo.

El tipo de muestreo que se realizo fue manual ya que las muestras fueron tomadas en el lecho del rio donde existe facilidad de acceso y no se necesitaron equipos o maquinarias para la recolección del agua, además de esto la muestra fue puntual puesto que se tomaron muestras puntuales y en puntos fijos que fueron seleccionados con anterioridad.

Se toman las coordenadas y se llena el rotulo con la información pertinente este se adhiere a la botella con cinta adhesiva transparente para evitar su deterioro, luego se sumergió la botella en contra de la corriente a una profundidad de 30 cm (véase la Figura 17), se dejó llenar completamente y estas se colocaron en la nevera de icopor en posición vertical y se agregó hielo suficiente para refrigerar (véase la Figura 18).

Las muestras se llevaron al siguiente día al laboratorio de aguas de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, para su posterior análisis.

Calculo del Caudal (Q)

Punto de muestreo A.

$$Q = V / t$$

$$t1=4,59 \text{ sg}$$

$$Q = \frac{7,57 \text{ L}}{4,35 \text{ sg}} = 1,74 \text{ Lt/sg}$$

$$t2= 4,68 \text{ sg}$$

$$t3=\underline{3,79 \text{ sg}}$$

$$t= 13,06 \text{ sg} / 3$$

tiempo promedio=4,35 sg

Volumen del recipiente= 7,57 Lt

Punto de muestreo B.

$$Q = V / t$$

$$t1=7,46 \text{ sg}$$

$$t2= 7,16 \text{ sg}$$

$$t3=7,30 \text{ sg}$$

$$t= 21,92 \text{ sg} / 3$$

tiempo promedio=7,31sg

Volumen del recipiente= 7,57 Lt

$$Q = \frac{7,57 \text{ L}}{7,31 \text{ sg}} = 1,04 \text{ Lt/sg}$$



Figura 16. Determinación del caudal

Fuente: Pasante



Figura 17. Toma de muestras de agua

Fuente: Pasante



Figura 18. Muestras refrigeradas en la nevera de icopor

Fuente: Pasante

Procedimiento para análisis de agua. Demanda química de oxígeno (DQO): se toman 2.5 ml de muestra y se pasa a un tubo de ensayo con tapa rosca de (100 x 1,5 mm), igualmente se toman 2,5 ml de agua destilada y se pasa a otro tubo de ensayo con tapa rosca.

Se aplica 1,5 ml de solución digestora (dicromato de potasio, ácido sulfúrico sulfato de mercurio) a cada uno de los tubos de ensayo. En medio frío (agua con hielo) se agregan 3,5 ml de reactivo de H_2SO_4 (sulfato de plata y ácido sulfúrico) a cada uno de los tubos de ensayo, se tapan y se ponen en el termoreactor por 2 horas a $160^\circ C$.

Se sacan los tubos del termoreactor y se obtiene el valor de la DQO según el programa 430 del UV VIS DR6000.



Figura 19. Laboratorio para hallar la DQO

Fuente: Pasante

Oxígeno disuelto (OD): se toman 300 ml de muestra en un Winkler sin dejar cámara de oxígeno, se adiciona 1 ml de sulfato de manganeso y 1 ml álcali yoduro azida y se agita por inversión, luego se destapa y se deja reposar por un minuto. Se adiciona 1 ml de ácido sulfúrico concentrado, se tapa y se agita por inversión.

Se titulan 202 ml (desechar 98 ml) de la muestra con tiosulfato de sodio. Cuando la solución se toma más clara se adicionan 2 o 3 gotas de almidón, el punto exacto es indicado al

cambiar de azul a incolora. El volumen gastado de tiosulfato equivale a la concentración en mg/L de O_2 .



Figura 20. Laboratorio para hallar OD

Fuente: Pasante

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅): para $OD_{i \text{ inoculo}}$ y $OD_{i \text{ agua}}$.

Se toma 6 ml de agua residual y se inocula hasta 300 ml en un winkler, el blanco será agua destilada saturada con O_2 en otro winkler. Se realiza el procedimiento de OD al inoculo y al agua saturada (blanco).

Para $OD_{f \text{ inoculo}}$ y $OD_{f \text{ agua}}$. Se toma la misma cantidad de agua residual que en la inicial y se inocula hasta 300ml en un winkler, el blanco será agua destilada saturada en O_2 .

Se conservan las muestras 5 días a $20^\circ C$ adicionándole 1 capsula de solución nutritiva (BOD nutrient). Pasados los 5 días se realiza el procedimiento de OD al inoculo y al agua saturada (blanco).



Figura 21. Laboratorio para hallar DBO5

Fuente: Pasante

Solidos suspendidos: se filtran 100 ml de la muestra, con un papel filtro previamente pesado, un embudo y erlenmeyer, se lleva a sequedad durante 1 hora, se vuelve a pesar y la diferencia en peso son los gr/L. se convierte a mg/L.



Figura 22. Laboratorio para hallar SST

Fuente: Pasante

Conductividad: Se mide la muestra directamente con el conductímetro HANNA 8733.



Figura 23. Laboratorio para hallar conductividad

Fuente: Pasante

Alcalinidad: Se toma 100 ml de la muestra de agua en un Erlenmeyer y se adiciona 3 gotas de naranja de metilo. Se titula con HCL, el volumen gastado del ácido se multiplica por 50 y el resultado equivale a la concentración en mg/L de CaCO_3 (Alcalinidad).



Figura 24. Laboratorio para hallar alcalinidad

Fuente: Pasante

Resultados análisis fisicoquímico y microbiológico laboratorio de aguas de la UFPSO

Tabla 8

Comparación de resultados de laboratorio muestra 1- pto A – Resolución

Cumplimiento de parámetros San Pablo muestra 1-pt A Resolución 0631 de 2015			
Parámetros	Resultado laboratorio	Valor límite permisible	Cumple
Alcalinidad	70	mg/L CaCO ₃	
Salinidad	0,07	PPT	
Potencial de hidrógeno	7.6	6,00 a 9,00 pH	SI
Conductividad	135	µS/cm	
Solidos suspendidos	210	100,00 mg/L	NO
DQO	36	180,00 mg/L	SI
Oxígeno Disuelto	7,1	mg/L OD	
DBO5	0	90,00 mg/L	SI

Nota: Resultados de laboratorio de la muestra 1 del punto A. Fuente: Datos obtenidos durante el proyecto

Tabla 9.

Comparación de resultados de laboratorio muestra 1- pto B – Resolución 0631

Cumplimiento de parámetros San Pablo muestra 1- pto B Resolución 0631 de 2015			
Parámetros	Resultado laboratorio	Valor límite permisible	Cumple
Alcalinidad	65	mg/L CaCO ₃	
Salinidad	0,11	PPT	
Potencial de hidrógeno	7,2	6,00 a 9,00 pH	SI
Conductividad	131	µS/cm	
Solidos suspendidos	230	100,00 mg/L	NO
DQO	110	180,00 mg/L	SI
Oxígeno Disuelto	7,0	mg/L OD	
DBO5	10	90,00 mg/L	SI

Nota: Resultados de laboratorio de la muestra 1 del punto B. Fuente: Datos obtenidos durante el proyecto

Tabla 10.*Comparación de resultados de laboratorio muestra 2- pto A – Resolución 0631*

Cumplimiento de parámetros San Pablo muestra 2- pto A Resolución 0631 de 2015			
Parámetros	Resultado laboratorio	Valor límite permisible	Cumple
Alcalinidad	100	mg/L CaCO ₃	
Salinidad	0,07	PPT	
Potencial de hidrógeno	7,4	6,00 a 9,00 pH	SI
Conductividad	215	μS/cm	
Solidos suspendidos	210	100,00 mg/L	NO
DQO	27	180,00 mg/L	SI
Oxígeno Disuelto	6,5	mg/L OD	
DBO ₅	70	90,00 mg/L	SI

Nota: Resultados de laboratorio de la muestra 2 del punto A. Fuente: Datos obtenidos durante el proyecto

Tabla 11.*Comparación de resultados de laboratorio muestra 2- pto B – Resolución 0631*

Cumplimiento de parámetros San Pablo muestra 2- pto B Resolución 0631 de 2015			
Parámetros	Resultado laboratorio	Valor límite permisible	Cumple
Alcalinidad	130	mg/L CaCO ₃	
Salinidad	0,16	PPT	
Potencial de hidrógeno	7,7	6,00 a 9,00 pH	SI
Conductividad	320	μS/cm	
Solidos suspendidos	180	100,00 mg/L	NO
DQO	131	180,00 mg/L	SI
Oxígeno Disuelto	7,4	mg/L OD	
DBO ₅	190	90,00 mg/L	NO

Nota: Resultados de laboratorio de la muestra 2 del punto B. Fuente: Datos obtenidos durante el proyecto

Tabla 12.*Comparación de resultados de laboratorio muestra 3- pto A – Resolución 0631*

Cumplimiento de parámetros San Pablo muestra 3- pto A Resolución 0631 de 2015			
Parámetros	Resultado laboratorio	Valor límite permisible	Cumple
Alcalinidad	70	mg/L CaCO ₃	
Salinidad	0,07	PPT	
Potencial de hidrógeno	7,7	6,00 a 9,00 pH	SI
Conductividad	145	μS/cm	
Solidos suspendidos	140	100,00 mg/L	NO
DQO	69	180,00 mg/L	SI
Oxígeno Disuelto	6,6	mg/L OD	
DBO5	10	90,00 mg/L	SI

Nota: Resultados de laboratorio de la muestra 3 del punto A. Fuente: Datos obtenidos durante el proyecto

Tabla 13.*Comparación de resultados de laboratorio muestra 3- pto B – Resolución 0631*

Cumplimiento de parámetros San Pablo. muestra 3- pto B Resolución 0631 de 2015			
Parámetros	Resultado laboratorio	Valor límite permisible	Cumple
Alcalinidad	75	mg/L CaCO ₃	
Salinidad	0,07	PPT	
Potencial de hidrógeno	7,5	6,00 a 9,00 pH	SI
Conductividad	135	μS/cm	
Solidos suspendidos	90	100,00 mg/L	SI
DQO	119	180,00 mg/L	SI
Oxígeno Disuelto	6,7	mg/L OD	
DBO5	0	90,00 mg/L	SI

Nota: Resultados de laboratorio de la muestra 3 del punto B. Fuente: Datos obtenidos durante el proyecto

Análisis de resultados de laboratorio

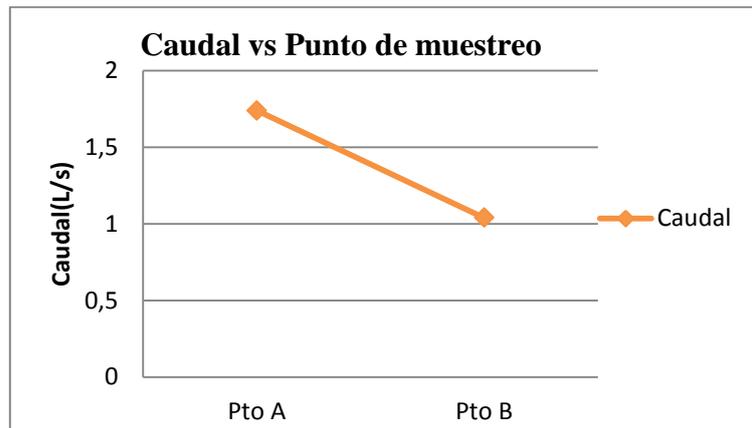


Figura 25 . Caudal vs Punto de muestreo

Fuente: Pasante

El caudal en el punto de muestreo A es mayor que en el punto B (véase la Figura 25), esto se debe a que en el punto A se presenta una ruptura del alcantarillado lo cual genera que el caudal sea mayor, debido a esto al punto B llega menos caudal y también se debe a que hay taponamientos a lo largo de la red.

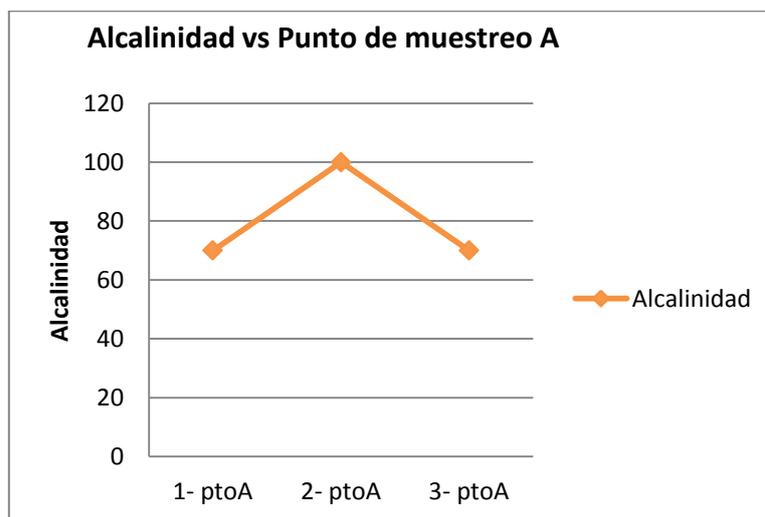


Figura 26. Alcalinidad vs Punto de muestreo A

Fuente: Pasante

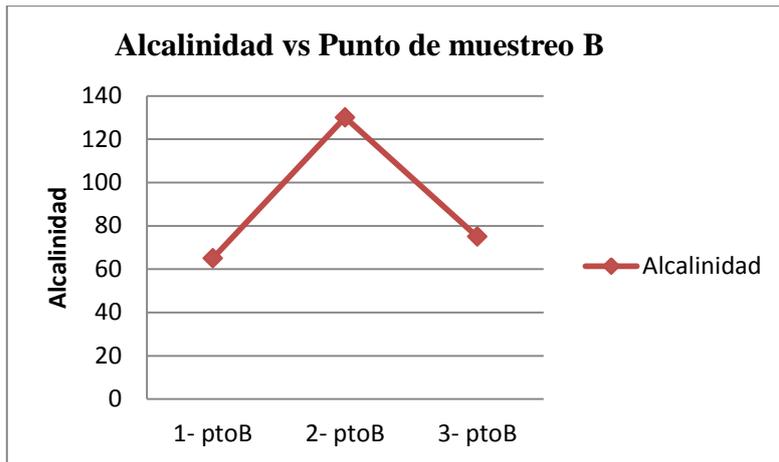


Figura 27. Alcalinidad vs punto de muestreo B

Fuente: Pasante

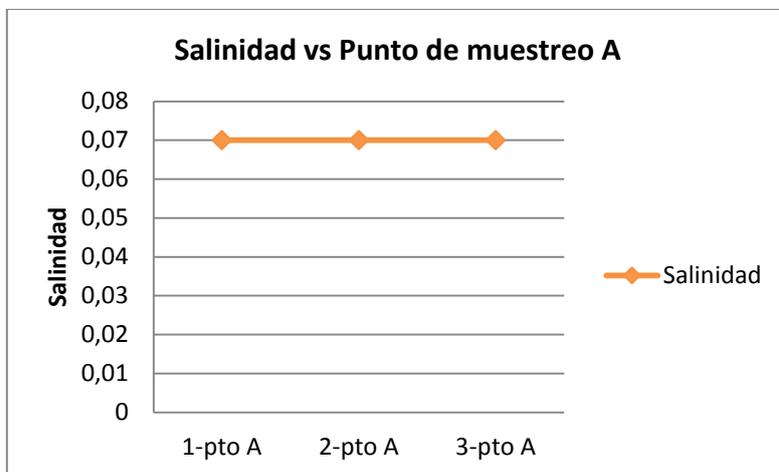


Figura 28. Salinidad vs Punto de muestreo A

Fuente: Pasante

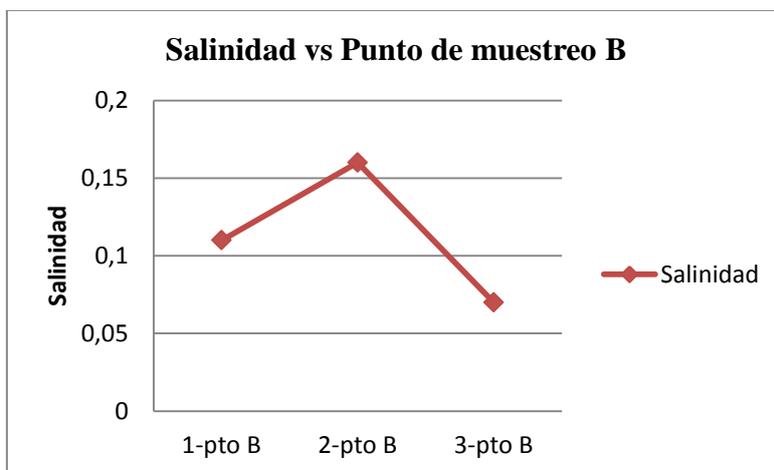


Figura 29. Salinidad vs punto de muestreo B

Fuente: Pasante

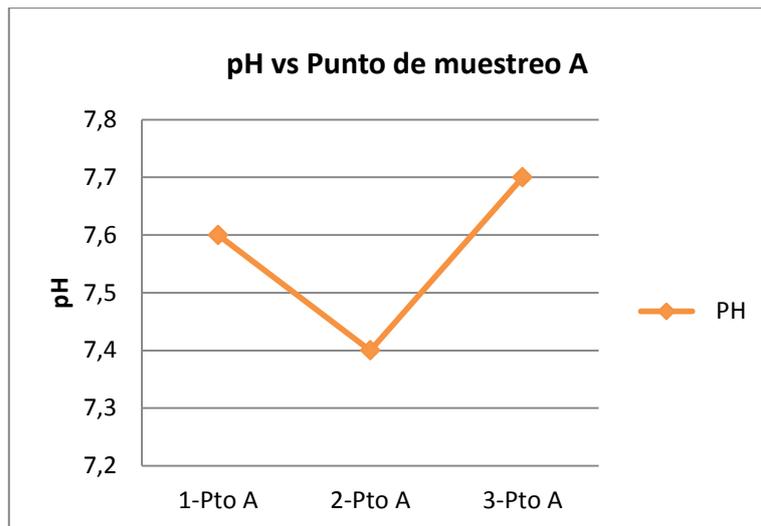


Figura 30. PH vs Punto de muestreo A

Fuente: Pasante.

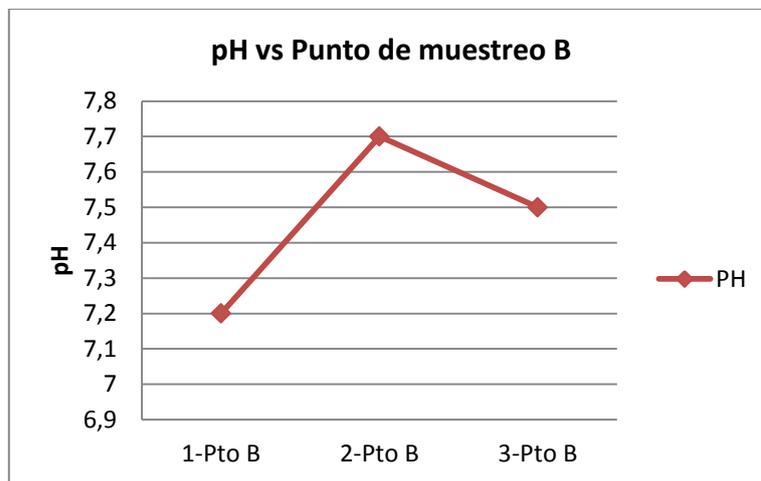


Figura 31. PH vs Punto de muestreo B

Fuente: Pasante.

Con respecto al potencial de Hidrogeno en cada muestra tanto del punto A, como del punto B, este se encuentra entre los valores permisibles por la resolución 0631 del 2015 (véase la Figura 30 y 31), lo cual indica a que no existe gran variación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua del rio Catatumbo

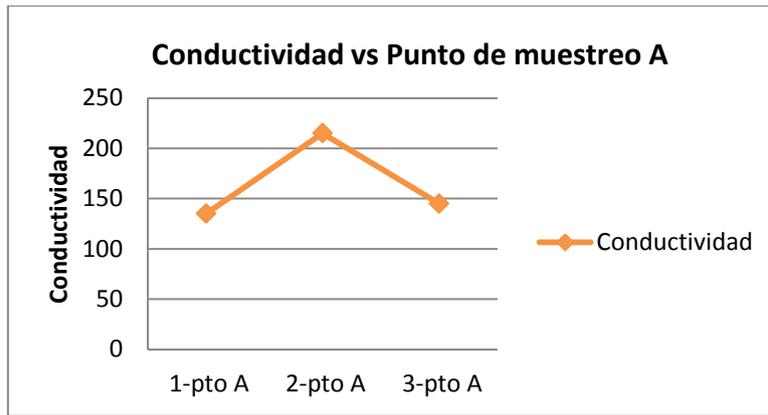


Figura 32. Conductividad vs Punto de muestreo A

Fuente: Pasante.

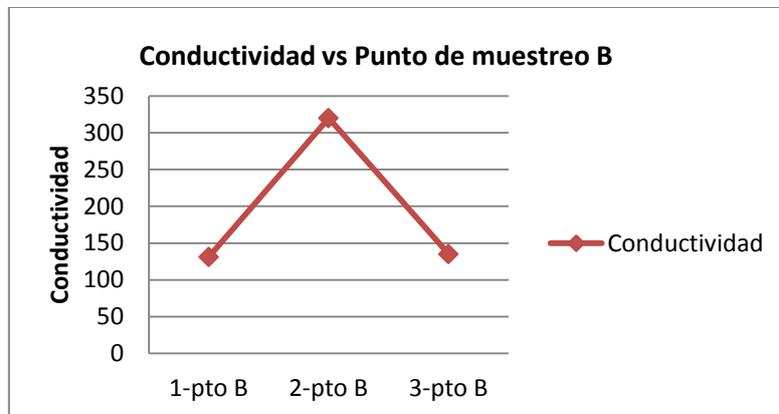


Figura 33. Conductividad vs Punto de muestreo B

Fuente: Pasante.

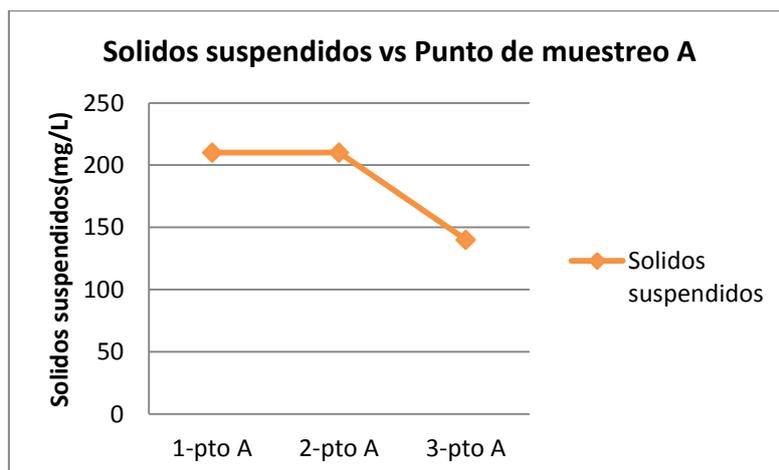


Figura 34. Solidos suspendidos vs Punto de muestreo A

Fuente: Pasante.

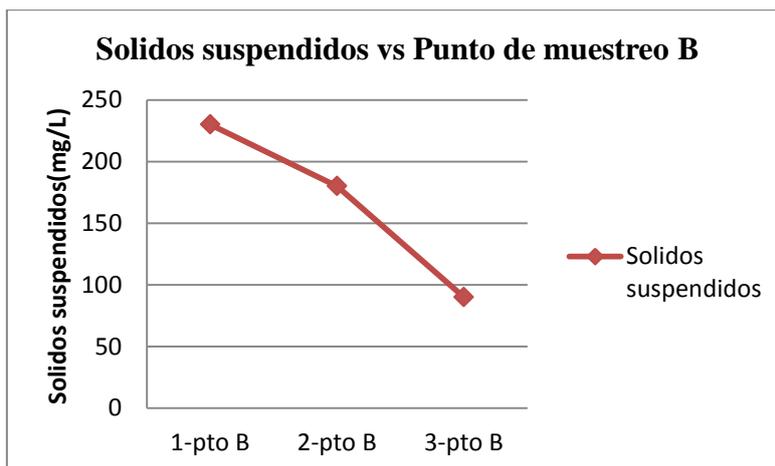


Figura 35. Solidos suspendidos vs Punto de muestreo B

Fuente: Pasante.

De acuerdo con la revisión de los resultados de los sólidos suspendidos obtenidos por el laboratorio (véase la Figura 34 y 35), se observa que los valores de concentración están por encima de lo admitido por la Resolución 0631 del 2015, esto se puede asociar a la condición climática días antes de realizar el muestreo, ya que era época de lluvia y las precipitaciones de los días anteriores generaron un lavado de la superficie y arrastre de partículas sólidas como sedimentos y arenas, excepto en la muestra 3 del punto B, donde está por debajo de los 100 mg/L, establecidos por la norma.

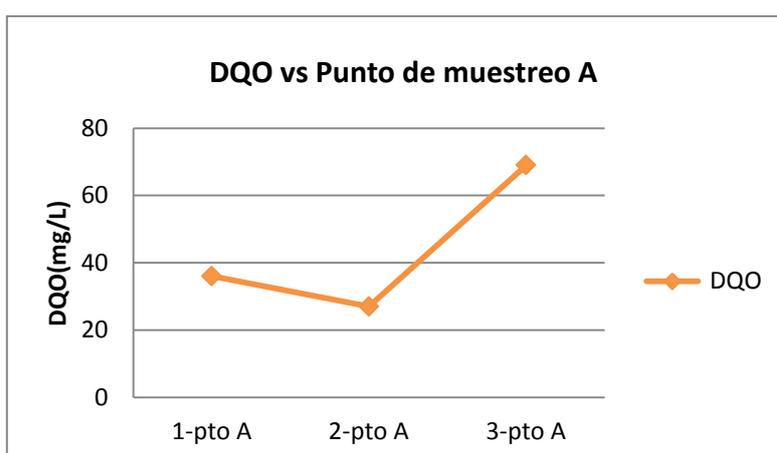


Figura 36. DQO vs Punto de muestreo A

Fuente: Pasante.

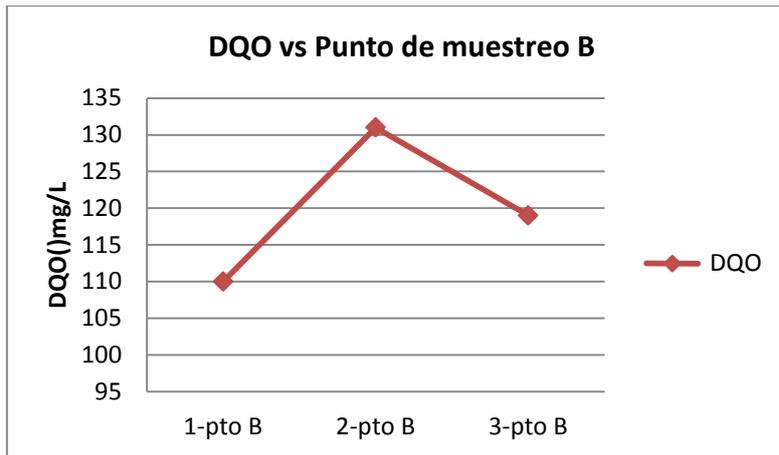


Figura 37. DQO vs Punto de muestreo B

Fuente: Pasante.

La DQO se encuentra dentro de los límites máximos permisibles establecidos por la resolución 0631 del 2015 (véase la Figura 36 y 37).

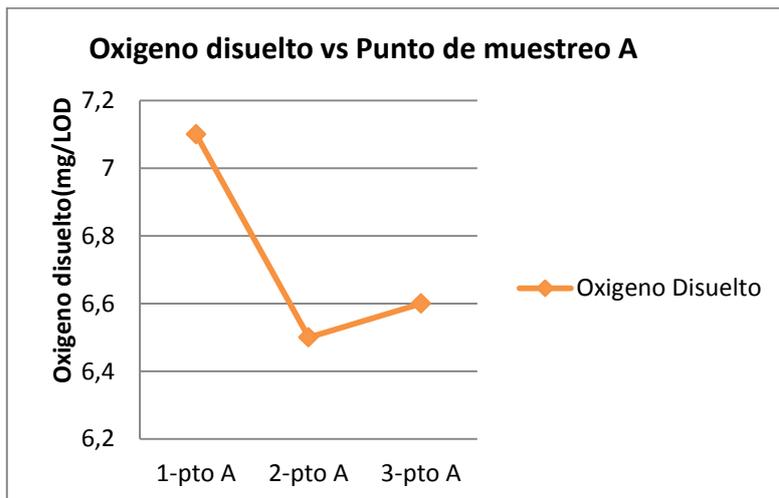


Figura 38. Oxígeno disuelto vs Punto de muestreo A

Fuente: Pasante.

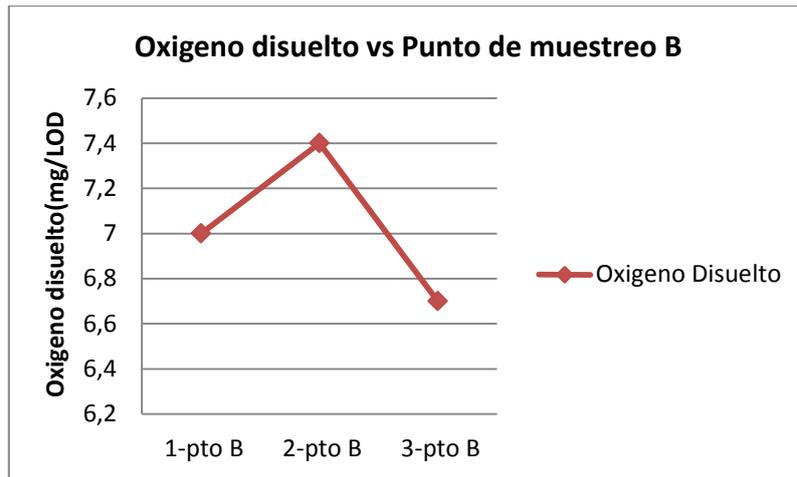


Figura 39. Oxígeno disuelto vs Punto de muestreo B

Fuente: Pasante.

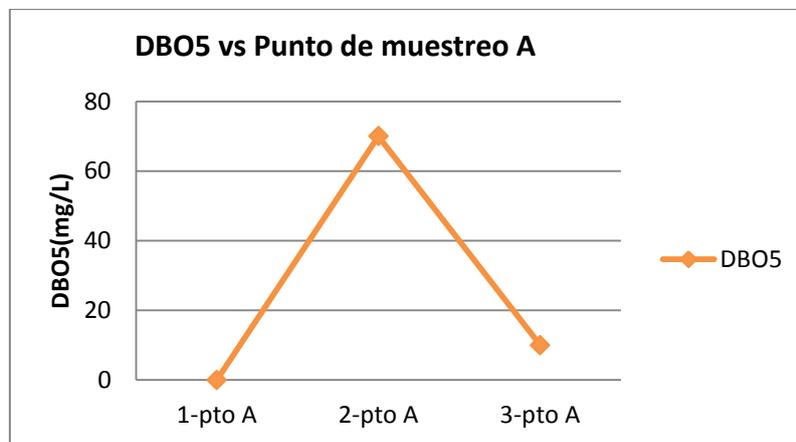


Figura 40. DBO₅ vs Punto de muestreo A

Fuente: Pasante.

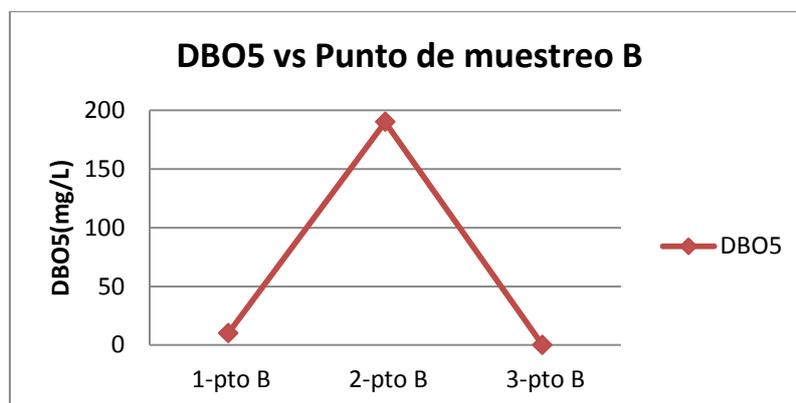


Figura 41. DBO₅ vs Punto de muestreo B

Fuente: Pasante.

En la Figura 41, puede observarse que en la muestra 2 del punto B, la DBO5 excede los límites permisibles por la resolución 0631 del 2015 estando por encima de 90 mg/L, lo que indica que la calidad del agua en este punto es deficiente desde el punto de vista fisicoquímico, marcada por una alta contaminación por materia orgánica, y el resto de muestras si se encuentran dentro de lo establecido por la norma.

El estado actual del rio Catatumbo con respecto a la calidad se encuentra en buenas condiciones de acuerdo al análisis de agua realizado por el laboratorio de aguas de la UFPSO, solo en algunos puntos la DBO5 está por encima de los parámetros establecidos por la Resolución 0631/2015, al igual que los sólidos suspendidos esto puede deberse a que en los días en que se tomó las muestras se habían presentado abundantes lluvias, esto pudo generar que aumentara los sólidos suspendidos. El rio Catatumbo por su caudal tiene la capacidad de depurar esta carga contaminante generada por las aguas residuales de San Pablo, sin embargo sería bueno seguir realizando estos análisis para prevenir de alguna manera contaminación del rio y que se presenten enfermedades para aquellas personas que utilizan esta agua para cualquier uso.

En muchas ocasiones por la escasez de agua que se está presentando en los últimos años, algunas personas se van para el rio a lavar su ropa, contaminando con el uso de detergentes, también se observan habitantes de la comunidad lavando sus motos en rio, el cual se contamina por detergentes y grasas.

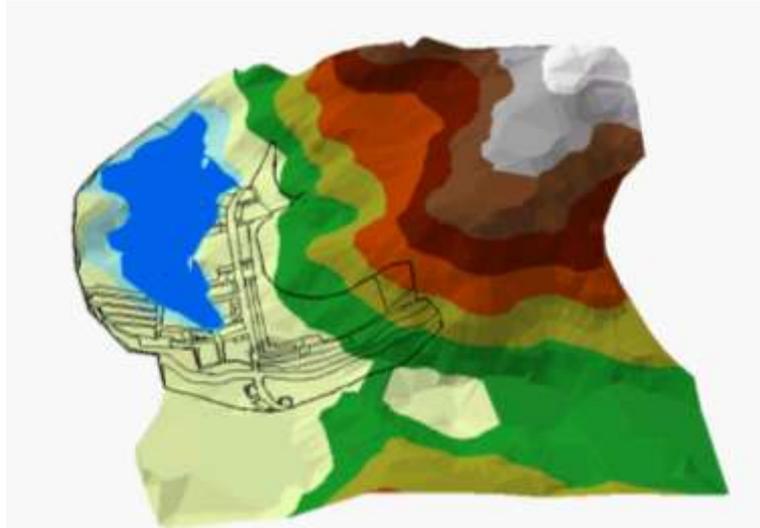


Figura 42. Topografía del casco urbano

Fuente: Pasante.

La figura muestra la topografía del terreno donde se localiza el casco urbano del corregimiento de San Pablo, este se realizó con las curvas de nivel de un Modelos digitales de elevación (DEM) con el cual se puede visualizar de las condiciones del terreno en tres dimensiones (3D), y permite observar la zona inundable potencialmente del casco urbano, la cual es la parte más baja de la topografía del terreno.

Los archivos del tipo DEM suelen ser utilizados dentro de los sistemas que contienen información geográfica, para producir digitalmente un mapa con los relieves que presenta el terreno. Debido a sus características, los archivos DEM suelen ser utilizados para la extracción de parámetros del terreno, modelos digitales de los flujos de agua o del movimiento de masas, creación de mapas en relieve, renderizado de visualizaciones 3D (Informaticahoy, 2007)

Capítulo 4. Diagnóstico final

San Pablo es un corregimiento de Teorama, este se encuentra en la zona del Catatumbo, zona la cual el conflicto armado hace parte de él, en este la entrada de autoridades ambientales es complicada y poco presente debido a que muchas veces los grupos al margen de la ley impiden su ingreso, por tal motivo los problemas ambientales en estos lugares son muchos, uno de ellos es la contaminación del río Catatumbo por las aguas residuales que se generan en este tramo de San Pablo. El corregimiento cuenta con una red de alcantarillado que se está en muy mal estado por falta de mantenimiento, la red llega hasta el área de almacenamiento de todas las aguas del pueblo, ubicada a la salida del mismo, estos vertimientos son agregados al río sin ningún tipo de tratamiento.

La identificación de puntos de vertimientos es uno de los objetivos de este trabajo y el diagnóstico del alcantarillado existente, se realiza con la finalidad de que San Pablo cuente con una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), para mejorar las condiciones de contaminación del río por aguas negras procedentes de la comunidad. Buscando de tal manera contribuir con la protección y conservación del paisaje natural con la que cuenta la zona del Catatumbo, y más aún cuando en este se encuentra el Parque Nacional Natural Catatumbo Bari.

Herramienta como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), fue indispensable para elaborar mapas que permitiera tener una mayor claridad de la ubicación de los vertimientos que genera el corregimiento de San Pablo a lo largo del río Catatumbo. Las pruebas físico químicas realizadas en los puntos determinados, algunos parámetros están dentro de los límites permisibles por la resolución 0631/2015.

La junta de acción comunal y la comunidad deben ser más conscientes y ayudar a que esta contaminación sea mitigada y buscar todas las soluciones posibles para o contaminar el río.

Capítulo 5. Conclusiones

Los vertimientos generados al río Catatumbo en este tramo de San Pablo provocan malos olores, deterioro de paisaje, proliferación de vectores, afectaciones a las especies acuáticas, y generación de enfermedades gastrointestinales por consumir peces que probablemente estén contaminados.

Los problemas del sistema de alcantarillado hacen que este también sea un foco más de contaminación ya que se encuentra en muy mal estado por rupturas y taponamientos en toda la red, donde el área de almacenamiento no cuenta con las mínimas reglas de higiene y mantenimiento.

En total fueron identificados 23 puntos de vertimientos los cuales se plasmaron en un mapa a través de la plataforma SIG, estos son provenientes de las casas de San Pablo. Las muestras de agua realizadas la mayoría están dentro de los parámetros permisibles por la Resolución 0631/2015, excepto en el punto 2-muestra B, donde la DBO5 está por encima de los 90 mg/L, lo que indica que la calidad del agua en este punto es deficiente desde el punto de vista fisicoquímico, marcada por una alta contaminación por materia orgánica.

Los sólidos suspendidos tienen una concentración que está por encima de los 100,00 mg/L, esto se puede asociar a la condición climática días antes de realizar el muestreo, ya que era época de lluvia, excepto en la muestra 3 del punto B, donde está por debajo de los 100 mg/L, establecidos por la norma.

Probablemente en los demás puntos los parámetros no fueron altos debido a que en esos días se presentó lluvias constantes, y también puede ser que el río Catatumbo por su caudal tiene la capacidad de depurar todas esas sustancias.

Se realizaron programas de capacitación a la comunidad para generar conciencia sobre la problemática ambiental que está viviendo el corregimiento a casusa de las aguas residuales anexo evidencias fotográficas de las capacitaciones realizadas.

Se obtuvieron resultados muy positivos en cuanto a la ejecución de este proyecto, ya que después de cada capacitación que se dio, se realizaron limpiezas a las orillas del río Catatumbo y de la quebrada Vijagual y se impusieron sanciones para aquellos que no cumplan con lo pactado en cada reunión, al igual que se hizo mantenimiento y revisión del mal estado que tiene actualmente el alcantarillado

Capítulo 6. Recomendaciones

Las autoridades ambientales de Teorama y la Junta de Acción comunal de San Pablo deben estar más pendientes y aplicar normas para que aquellas personas que no están conectadas al alcantarillado lo hagan, y dejen de estar colocando tubos que vayan directamente al río, además realizar limpiezas e inspecciones al alcantarillado para evitar taponamientos.

Solicitar a la alcaldía municipal soluciones prontas para dejar de contaminar el río Catatumbo por aguas residuales, y realizar mantenimientos constantes al área de almacenamiento de las aguas residuales. Una solución es la construcción de una PTAR, para así dejar de contaminar el río.

Cada 6 meses se debería realizar análisis físico químico y microbiológico del agua del río Catatumbo para determinar su carga contaminante producida por las aguas residuales, y así prevenir posibles enfermedades a la población y a las especies acuáticas.

Referencia

- Blazquez , P., & Montero , C. (12 de 10 de 2010). Reutilización de agua en Bahía plata: 3era Cuenca. Recuperado el 08 de 05 de 2015, de Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional: http://www.edutecne.utn.edu.ar/agua/agua_reutilizacion.pdf
- de la Garza Rodríguez, I., & Colunga Urbina, E. (2011). Manejo de aguas residuales domésticas descargadas a fosas sépticas. *cienciacierta*.
- Informaticahoy. (2007). Recuperado el 30 de 07 de 2016, de <http://www.informaticahoy.com.ar/aprender-informatica/Que-son-archivos-DEM.php>
- (10 de 04 de 2014a). Recuperado el 26 de 07 de 2016, de "El tratamiento de aguas de aguas residuales en colombia": <http://twenergy.com/co/a/el-tratamiento-de-aguas-residuales-en-colombia-1142>
- "El tratamiento de aguas residuales en colombia". (20 de 04 de 2014b). Recuperado el 26 de 07 de 2016, de <http://twenergy.com/co/a/el-tratamiento-de-aguas-residuales-en-colombia-1142>
- "El tratamiento de aguas residuales en colombia". (10 de 04 de 2014c). Recuperado el 26 de 07 de 2016, de <http://twenergy.com/co/a/el-tratamiento-de-aguas-residuales-en-colombia-1142>
- "Tratamiento de aguas residuales". (07 de 05 de 2015). Recuperado el 28 de 07 de 2016, de La ciencia del agua para escuelas: <http://water.usgs.gov/gotita/wuww.html>
- Alcaldía de TEORAMA - NORTE DE SANTANDER. (02 de 07 de 2015). Recuperado el 11 de 02 de 2016, de Sitio oficial de TEORAMA en NORTE DE SANTANDER, Colombia: http://teorama-nortedesantander.gov.co/informacion_general.shtml
- Arce Vealquez, A. L., Calderon Molgora, C. G., & Tomasini Ortiz, A. C. (s.fa). Fundamentos tecnicos para el muestreo y analisis de aguas residuales. Recuperado el

08 de 07 de 2016, de Serie autodidactica de medicion de la calidad del agua:

http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd67/fundamentos_tecnicos.pdf

Arce Velazquez, A. L., Calderon Molgora, C. G., & Tomasini Ortiz, A. C. (s.fb).

Fundamentos Tecnicos para el Muestreo y Analisis de Aguas Residuales. Recuperado el 09 de 07 de 2016, de Serie autodidactica de medicion de la calidad del agua:

http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd67/fundamentos_tecnicos.pdf

Colombia, R. d. (12 de 2000). REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA

POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO RAS - 2000. Recuperado el 25 de 05 de 2016, de <http://cra.gov.co/apc-aa->

[files/37383832666265633962316339623934/7._Tratamiento_de_aguas_residuales.pdf](http://cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/7._Tratamiento_de_aguas_residuales.pdf)

Conil, P. (s.f). Tratamiento y uso de aguas residuales:Una estrategia para el futuro del

saneamiento. Recuperado el 11 de 07 de 2016, de AVANCES CONCEPTUALES

PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

(A.R.D.) EN EL TROPICO, Y ESTUDIO DE CASOS:

<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/acodal43/tar.pdf>

EcuRed. (10 de 07 de 2016). Rio Catatumbo. Recuperado el 21 de 07 de 2016, de EcuRed

conocimiento con todos y para todos: http://www.ecured.cu/R%C3%ADo_Catatumbo

Espigares Garcia, M., & Perez Lopez, J. A. (s.f). AGUAS RESIDUALES. COMPOSICION.

Recuperado el 25 de 05 de 2016, de

http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf

Gallardo Amaya, R. J., & Arenas Rojas, M. I. (2006). Plan de manejo ambiental para la fase

de operacion de la estacion piscicola en el municipio de San Pablo municipio de

Teorama Norte de Santander. Recuperado el 08 de 08 de 2016, de Universidad

Industrial de Santander:

<http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/7584/2/121109.pdf>

Ho, L. E. (2002a). Universidad del Valle. Recuperado el 08 de 05 de 2016, de CONCEPTOS BÁSICOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA Y PARÁMETROS DE MEDICIÓN: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/e/fulltext/gestion/conceptos.pdf>

HO, L. E. (2002b). Universidad del Valle. Recuperado el 08 de 05 de 2016, de CONCEPTOS BÁSICOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA Y PARÁMETROS DE MEDICIÓN: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/e/fulltext/gestion/conceptos.pdf>

Lizarraga Ochoa, J. C. (s.f). Importancia de la toma de muestras para el analisis de la calidad del agua y del suelo. Recuperado el 10 de 07 de 2016, de http://www.dgecytm.sep.gob.mx/work/models/dgecytm/Resource/555/1/images/CET_R_30_Julio%20Cesar%20Lizarraga%20Ochoa.pdf

Londoño Pérez, R. D., & Parra Martínez, Y. (2007). Manejo de vertimientos y desechos en Colombia. Una visión general. *Épsilon* N° 9: 89-104, 16.

Menorca, B. (2013). Parametro de la calidad de las aguas de riego. Recuperado el 11 de 07 de 2016, de <http://www.bonsaimenorca.com/articulos/articulos-tecnicos/parametros-de-calidad-de-las-aguas-de-riego/>

MinEducacion. (09 de 08 de 2016). SI-GEO Sistema de Información Geográfico del sector educativo. Recuperado el 04 de 08 de 2016, de <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-190610.html>

Oscar, S., & Josep, O. (s.f.). La contaminación del agua. Recuperado el 11 de 02 de 2016, de Modulos Universitarios de desarrollo sostenible: http://www.desenvolupamentsostenible.org/index.php?option=com_content&view=article&id=4521&Itemid=521&lang=es

Ramalho, R. S. (2003a). Tratamiento de aguas residuales. En R. S. Ramalho, Tratamiento de aguas residuales (pág. 585). Quebec, Canadá: REVERTE S.A.

residuales, c. d. (s.f). características de las aguas residuales. Recuperado el 09 de 07 de 2016, de <http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/Caracteristicas.PDF>

Rojas, R. (2002). conferencia Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. Recuperado el 25 de 05 de 2015, de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358003/AVA_II-SEM-2014/Contenidos_del_curso/Material_complementario/2002_Sistema_de_tratamiento_de_aguas_residuales.pdf

"Sistemas de Informacion Geografica". (s.f). Recuperado el 10 de 08 de 2016, de Laboratorio Unidad Pacífico Sur CIESAS : <https://langleruben.wordpress.com/%C2%BFque-es-un-sig/>

"Climate-Data.ORG". (s.fa). Recuperado el 07 de 07 de 2016, de <http://es.climate-data.org/location/466101/>

"Climate-Data.ORG". (s.fb). Recuperado el 07 de 07 de 2016, de <http://es.climate-data.org/location/466101/>

(Imagen) Teorama. (sf.). Recuperado el 12 de 07 de 2016, de Cucuta nuestra.com: http://www.cucutanuestra.com/temas/geografia/Norte_mapas_datos/teorama.htm

Silva, J., Torres, P., & Madera, C. (2008). Reuso de aguas residuales domésticas en agricultura. Una revisión. Recuperado el 18 de 07 de 2016, de <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v26n2/v26n2a20>

Teorama, P. p. (2013). Perfil productivo municipio de Teorama. Recuperado el 09 de 07 de 2016, de file:///D:/teorama/perfil_productivo_municipio_de_teorama.pdf

Teorama, S. (09 de 12 de 2009). Tecnologías en administración de empresas agropecuarias. Recuperado el 11 de 02 de 2016, de

<http://senateorama.blogspot.com.co/2009/12/resena-historica-de-nuestro-municipio.html>

Apéndices

Apéndice 1. Encuesta conexión por vivienda al Sistema de alcantarillado San Pablo –Teorama

Barrio			Encuesta numero
Restaurante	Vivienda	Lavadero de carros	Taller de mecánica
Observación:			
conectado al alcantarillado		Si	No
Conexión alcantarillado		Nuevo	Antiguo

Apéndice 2. Encuesta habitantes aguas abajo del punto de vertimientos que se benefician de esta agua

Nombre		C.C	T.I		Teléfono	
Utiliza el agua del río.	si	No		N ⁰ encuesta		
Para que la utiliza	Consumo	Riego		Otro. Cual		
Cuentan con pozo séptico	SI	NO	Vierten las aguas negras directamente al río.		SI	No
Han presentado problemas de salud por el uso del agua.					SI	NO
Cuáles.						

Apéndice 3. Formato para la toma de muestras de agua residual

Formato para la toma de muestras de agua residual				
Tomador de la muestra				
Nombre				
Cargo				
Municipio y corregimiento				
Organismo al que pertenece				
Método de muestreo				
Lugar de muestreo				
Puntos de muestreo		Numero de muestras por puntos		
Caudal (L/s)	Punto de muestreo 1:	Punto de muestreo 2:		
Coordenadas				
Inicio de muestreo (hora y fecha).				
Finalización de muestreo (fecha y hora).				
Tipo de aguas residuales.				
Aguas residuales domesticas <input type="checkbox"/>		Aguas residuales Industriales <input type="checkbox"/>		
¿Tiene sistema de tratamiento?.	Si <input type="checkbox"/>	Funciona <input type="checkbox"/>		
	No <input type="checkbox"/>	Funciona <input type="checkbox"/>		
Mediciones en campo				
Temperatura Amb.		Temperatura del agua	Color:	Olor:
Descripcion del area de muestreo 1			Descripcion del area de muestreo 2	

Apéndice 4. Capacitaciones a la comunidad



Fuente: Pasante.



Fuente: Pasante.



Fuente: Pasante.



Fuente: Pasante.



Fuente: Pasante.



LABORATORIO DE AGUAS

Apéndice 5. Resultados laboratorio de aguas de la UFPSO

RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Residual.

TIPO DE MUESTRA: Puntual

LUGAR DE MUESTREO: Aguas Arriba **PUNTO:** punto 1-1

TOMADA POR: Mileidy Acosta **HORA:** 14:44 Hrs

FECHA TOMA DE MUESTRA: 01 de junio de 2016

FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS: 02 de junio de 2016 **HORA:** 08:00 am

ANALISIS SOLICITADOS: Conductividad, alcalinidad, salinidad, sólidos suspendidos, DBO5, OD, pH.

PARAMETROS	UNIDA	VALOR
ALCALINIDAD	mg/L	70
SALINIDAD	PP	0,07
PONTECIAL DE	pH	7,6
CONDUCTIVIDAD	mS/cm	135
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	210
DQO	mg/L	36
OXIGENO DISUELTO	mg/L OD	7,1
DBO5	mg/L	0

Observaciones:

No aplica

Recomendaciones:

No aplica

MSc. Diana M. Valdes S.
Coord. Laboratorio de





LABORATORIO DE AGUAS

RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Residual.

TIPO DE MUESTRA: Puntual

LUGAR DE MUESTREO: Punto Vertimiento **PUNTO:** punto 1-2

TOMADA POR: Mileidy Acosta **HORA:** 14:59 Hrs

FECHA TOMA DE MUESTRA: 01 de junio de 2016

FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS: 02 de junio de 2016 **HORA:** 08:00 am

ANALISIS SOLICITADOS: Conductividad, alcalinidad, salinidad, sólidos suspendidos, DBO5, OD, pH.

PARAMETROS	UNIDA	VALOR
ALCALINIDAD	mg/L	65
SALINIDAD	PP	0,11
PONTECIAL DE	pH	7,2
CONDUCTIVIDAD	mS/cm	131
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	230
DQO	mg/L	110
OXIGENO DISUELTO	mg/L OD	7,0
DBO5	mg/L	10

Observaciones:

No aplica

Recomendaciones:

No aplica

MSc. Diana M. Valdes S.
Coord. Laboratorio de





LABORATORIO DE AGUAS

RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Residual.

TIPO DE MUESTRA: Puntual

LUGAR DE MUESTREO: Aguas Arriba **PUNTO:** punto 2-1

TOMADA POR: Mileidy Acosta **HORA:** 15:44 Hrs

FECHA TOMA DE MUESTRA: 01 de junio de 2016

FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS: 02 de junio de 2016 **HORA:** 08:00 am

ANALISIS SOLICITADOS: Conductividad, alcalinidad, salinidad, sólidos suspendidos, DBO5, OD, pH.

PARAMETROS	UNIDA	VALOR
ALCALINIDAD	mg/L	100
SALINIDAD	PP	0,07
PONTECIAL DE	pH	7,4
CONDUCTIVIDAD	mS/cm	215
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	210
DQO	mg/L	27
OXIGENO DISUELTO	mg/L OD	6,5
DBO5	mg/L	70

Observaciones:

No aplica

Recomendaciones:

No aplica

Valdés S.
Coord. Laboratorio de





LABORATORIO DE AGUAS
RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y
MICROBIOLÓGICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Residual.

TIPO DE MUESTRA: Puntual

LUGAR DE MUESTREO: Punto Vertimiento **PUNTO:** punto 2-2

TOMADA POR: Mileidy Acosta **HORA:** 15:51 Hrs

FECHA TOMA DE MUESTRA: 01 de junio de 2016

FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS: 02 de junio de 2016 **HORA:** 08:00 am

ANALISIS SOLICITADOS: Conductividad, alcalinidad, salinidad, sólidos suspendidos, DBO5, OD, pH.

PARAMETROS	UNIDA	VALOR
ALCALINIDAD	mg/L	130
SALINIDAD	PP	0,16
PONTECIAL DE	pH	7,7
CONDUCTIVIDAD	mS/cm	320
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	180
DQO	mg/L	131
OXIGENO DISUELTO	mg/L OD	7,4
DBO5	mg/L	190

Observaciones:

No aplica

Recomendaciones:

No aplica

MSc. Diana M. Valdes S.
Coord. Laboratorio de
Aguas.



SC-CERT102673 GP-CERT102674



Universidad
Francisco de Paula Santander
Ocaña - Colombia

NIT. 800 163 130 - 0

LABORATORIO DE AGUAS

Siemal Valdés



SC-CERT102673 GP-CERT102674

Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
Info@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co



Universidad
Francisco de Paula Santander
Ocaña - Colombia
NIT. 800 163 130 - 0

LABORATORIO DE AGUAS

RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS

MATRIZ DE LA MUESTRA: Agua Residual.

TIPO DE MUESTRA: Puntual

LUGAR DE MUESTREO: Aguas Abajo **PUNTO:** punto 3-2

TOMADA POR: Mileidy Acosta **HORA:** 16:03 Hrs

FECHA TOMA DE MUESTRA: 01 de junio de 2016

FECHA ENTREGA LABORATORIO AGUAS: 02 de junio de 2016 **HORA:** 08:00 am

ANALISIS SOLICITADOS: Conductividad, alcalinidad, salinidad, sólidos suspendidos, DBO5, OD, pH.

PARAMETROS	UNIDA	VALOR
ALCALINIDAD	mg/L	75
SALINIDAD	PP	0,07
PONTECIAL DE	pH	7,5
CONDUCTIVIDAD	mS/cm	135
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	90
DQO	mg/L	119
OXIGENO DISUELTO	mg/L OD	6,7
DBO5	mg/L	0

Observaciones:

No aplica

Recomendaciones:

No aplica



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88 - Fax: Ext. 104
info@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co