

**EVALUACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DEL GRADO DE CONTAMINACIÓN DE  
LA QUEBRADA REYES DEL (MUNICIPIO DE LA VEGA – CUNDINAMARCA)**

**JHON JAIRO FORERO URREGO  
COD: 064052021**

**UNIVERSIDAD LIBRE  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA AMBIENTAL  
BOGOTÁ D.C.  
2013**

**EVALUACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DEL GRADO DE CONTAMINACIÓN DE  
LA QUEBRADA REYES DEL (MUNICIPIO DE LA VEGA – CUNDINAMARCA)**

**JHON JAIRO FORERO URREGO  
COD: 064052021**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniero Ambiental**

**Director:  
ANDRES FELIPE SUAREZ**

**UNIVERSIDAD LIBRE  
SEDE BOGOTA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA AMBIENTAL  
BOGOTÁ D.C.  
2013**

## CONTENIDO

### INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES.....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	6
3. OBJETIVOS.....	11
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	11
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
4. MARCO TEÓRICO.....	12
4.1 EL AGUA Y SUS CARACTERÍSTICAS.....	12
4.2 AGUAS RESIDUALES.....	17
4.3 CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS DEL AGUA.....	19
5. MARCO LEGAL Y NORMATIVO.....	22
6. MARCO METODOLÓGICO.....	25
6.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
6.1.1 FASE DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	25
6.1.2 FASE DE ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS EN LOS LABORATORIOS DE LA UNIVERSIDAD LIBRE.....	28
7. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	29
7.1 CARACTERÍSTICAS DEL CAUSE DE LA QUEBRADA EN CADA UNO DE LOS MUESTREOS .....	29
7.2 CAUDAL.....	33
7.3 CAUDAL PROMEDIO.....	34
7.4 VALORES ANALIZADOS EN LABORATORIO.....	35
7.4.1 ACIDEZ.....	35

7.4.2 ALCALINIDAD.....	36
7.4.3 CONDUCTIVIDAD.....	37
7.4.4 D.B.O. <sub>5</sub> .....	38
7.4.5 D.Q.O.....	39
7.4.6 DUREZA.....	40
7.4.7 NITRATOS.....	41
7.4.8 NITRITOS.....	42
7.4.9 OXIGENO DISUELTO.....	43
7.4.10 pH.....	44
7.4.11 SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES.....	45
7.4.12 TURBIEDAD.....	46
8. CONCLUSIONES.....	49
9. RECOMENDACIONES.....	51
10. BIBLIOGRAFÍA.....	53

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Caudal para el punto 1.....	57
Tabla 2. . Caudal para el punto 2 .....	58
Tabla 3. Caudal para el punto 3 .....	59
Tabla 4. Caudal para el punto 4 .....	60
Tabla 5. Caudal para el punto 5.....	61
Tabla 6. Caudal para el punto 6 .....	62
Tabla 7. Caudal promedio.....	63
Tabla 8 Fecha visitas de campo, obtención de la Acidez.....	63
Tabla 9. Datos estadísticos de la Acidez.....	64
Tabla 10. Fecha visitas de campo, obtención de la Alcalinidad.....	64
Tabla 11. Datos Estadísticos alcalinidad.....	64
Tabla 12. Fecha visitas de campo, obtención de la Conductividad.....	65
Tabla 13. Datos Estadísticos conductividad.....	65
Tabla 14. Fecha visitas de campo, obtención de la D.B.O. <sub>5</sub> .....	66
Tabla 15. Datos Estadísticos DBO <sub>5</sub> .....	66
Tabla 16. Fecha visitas de campo, obtención de la D.Q.O.....	67
Tabla 17. Datos Estadísticos D.Q.O.....	67
Tabla 18.Fecha visitas de campo, obtención de Dureza.....	68
Tabla 19 Datos Estadísticos Dureza.....	68
Tabla 20. Fecha visitas de campo, obtención de Nitratos.....	69
Tabla 21. Datos Estadísticos Nitratos.....	69
Tabla 22.Fecha visitas de campo, obtención de Nitritos.....	70
Tabla 23. Datos Estadísticos Nitritos.....	70
Tabla 24 .Fecha visitas de campo, obtención de oxígeno disuelto.....	71
Tabla 25. Datos Estadísticos Oxígeno Disuelto.....	71
Tabla 26.Fecha visitas de campo, obtención de pH.....	72
Tabla 27. Datos Estadísticos pH.....	72
Tabla 28.Fecha visitas de campo, obtención de Sólidos Suspendidos Totales. .....	73
Tabla 29. Datos Estadísticos Solidos Suspendidos Totales.....	73
Tabla 30. Fecha visitas de campo, obtención de la Turbiedad.....	74
Tabla 31 Datos Estadísticos Turbiedad.....	74

## LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Grafica 1. Profundidad y Ancho de la Quebrada en Muestreo 1.....	29
Grafica 2. Profundidad y Ancho de la Quebrada en Muestreo 2.....	30
Grafica 3. Profundidad y Ancho de la Quebrada en Muestreo 3.....	30
Grafica 4. Profundidad y Ancho de la Quebrada en Muestreo 4.....	31
Grafica 5. Profundidad y Ancho de la Quebrada en Muestreo 5.....	31
Grafica 6. Profundidad y Ancho de la Quebrada en Muestreo 6.....	32
Grafica 7. Acidez.....	35
Grafica 8. Alcalinidad.....	36
Grafica 9. Conductividad.....	37
Grafica 10. D.B.O. <sub>5</sub> Demanda Biológica de Oxígeno.....	38
Grafica 11. D.Q.O. Demanda Química de Oxígeno.....	39
Grafica 12. Dureza.....	40
Grafica 13. Nitratos.....	41
Grafica 14. Nitritos.....	42
Grafica 15. Oxígeno Disuelto.....	43
Grafica 16. pH.....	44
Grafica 17. S.S.T. Sólidos Suspendidos Totales.....	45
Grafica 18. Turbiedad.....	46

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa hídrico de La Vega.....	7
Figura 2. Zonas susceptibles de inundación.....	7
Figura 3. Infiltración de residuos líquidos Quebrada la Catica.....	8
Figura 4. Planta de sacrificio y rampla para Residuos Líquidos.....	9
Figura 5. Conexiones erróneas y residuos sólidos.....	9
Figura 6. Vertimiento de residuos líquidos domésticos.....	10
Figura 7. Problemas en el Alcantarillado.....	25
Figura 8. Problemas de erosión en la parte del nacimiento.....	26
Figura 9. Georeferenciación Puntos de Muestreo con Medidor Multiparamétrico y GPS.....	27
Figura 10. Construcción en zonas de recarga hídrica.....	34
Figura 11: Plancha N° 208,208 IV C, 227 II A.....	56

## INTRODUCCION

El desarrollo social y cultural de las personas e incremento en los centros poblados, demanda necesidades en diferentes aspectos; estas demandas implican el consumo de los recursos que se encuentran aledaños a las poblaciones. De las actividades que se desarrollen con los recursos que son sustraídos del ecosistema y el mal manejo que le podemos dar, genera diferentes problemáticas que producen un impacto negativo en el medio ambiente, es donde se hace necesario un desarrollo sostenible que implica la capacidad de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos y restituyendo la materia prima aprovechada.

Dentro de los recursos naturales que generan mayor demanda para la sociedad encontramos el agua. La cual es tomada para diferentes fines; ya sea consumo humano, riego de plantaciones o suministro para los animales. De estas actividades nacen las problemáticas ambientales para las fuentes hídricas superficiales o subterráneas, debido a que la mayor parte del recurso utilizado lo regresan a los cauces de agua sin ningún tipo de tratamiento, estas aguas servidas pueden incluir materia orgánica, nitritos, nitratos entre otros agentes contaminantes, lo cual altera las características tanto físicas como químicas generando impactos tan negativos que son capaces de desaparecer ecosistemas acuáticos y deteriorar el aspecto paisajístico.

En cuanto al aprovechamiento del recurso hídrico para abastecimiento y suministro de la población, es utilizado en diferentes fines como manutención del hogar, baterías sanitaria, aseo personal o actividades a nivel domestico o industrial. Una vez aprovechado el recurso este es dirigido al alcantarillado, en el mejor de los casos. Ya que en oportunidades es regresado como aguas servidas a cuerpos hídricos superficiales.

Un claro ejemplo de la problemática que generaban las aguas servidas (aguas negras) en nuestro país, fue en épocas coloniales en la ciudad de Bogotá, donde la disposición final de ellas era directamente a las calles y carreras ya que tenían pendiente de lado y lado, con la parte más profunda en el centro. Aprovechando la inclinación, los habitantes arrojaban las aguas residuales y las basuras a un caño revestido por lajas de piedra, lo cual generó diferentes epidemias y enfermedades. La limpieza del caño se hacía únicamente cuando habían precipitaciones debido a que la lluvia era la encargada de limpiar el primitivo drenaje que posteriormente desembocaba en los mismos ríos, aguas abajo o en los pantanos al occidente de la ciudad. Fue entonces cuando el acueducto se desvinculó del tranvía y se unió al sistema de alcantarillado creando la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB en 1955



por el acuerdo 105 del concejo administrativo de la ciudad que fue derogado por el art. 9 del Acuerdo 6 de 1995 Acueducto de Bogotá, Empresa, Nuestra Historia [1]

El municipio de La Vega Cundinamarca no se encuentra exento de estos problemas debido a la falta de concienciación de las personas que habitan en las riveras de los cuerpos de agua que cruzan por el casco urbano de este municipio específicamente la Quebrada Reyes. Pero no solamente estos son los factores primordiales que atenúan contra las características físicas y químicas de los cuerpos de agua, el alcantarillado va a lado de la quebrada anteriormente mencionada debido a fisuras y fallas en su construcción permite vertimientos en el cuerpo de agua, sin aludir que la eficiencia del alcantarillado es deficiente, presentando muchas conexiones erróneas. Estos son factores determinantes que aumentan el deterioro de las características del cuerpo hídrico.

Estas actividades demandan estudios para determinar el nivel de afección de los cuerpos hídricos y así buscar una posible solución que disminuya el efecto generado sobre el. Determinando los puntos críticos y de mayor descarga de contaminantes buscando un desarrollo sostenible en el medio ambiente

## 1. ANTECEDENTES:

La necesidad de remediar los impactos negativos en la actualidad se hace trascendental con el pasar del tiempo pues es notorio el deterioro a los diferentes recursos utilizados para el sostenimiento y desarrollo de nuestra sociedad.

En la actualidad a nivel mundial se han tomado diferentes medidas para mitigar el impacto generado por la contaminación y afección a fuentes hídricas debido al sustento humano, industrial, comercial entre otros. En el año de 1998 en el río Guadiamar en el país de España sucedió un accidente de gran impacto ambiental, la presa de Aznalcóllar que almacenaba residuos mineros tubo una ruptura drenando una gran cantidad de lodo pirítico y agua ácida al río. Como un hecho preliminar se había realizado un muestreo periódico a la calidad del agua demostrando que estaba afectada por el drenaje del ácido de las minas. A partir del año 2002 se muestra una recuperación acelerada en las características del agua. El derrame tuvo consecuencias catastróficas en los ecosistemas continentales ya que la recuperación en ellos lleva un proceso mucho más lento. Estudios realizados en el año 2002 demuestran que la calidad del agua con respecto a años anteriores al derrame a mejorado debido al cese de actividades mineras y de remediación en el área, concluyendo que las concentraciones de metales son inferiores a los registrados antes del derrame. [2]

La industrialización y optimización de procesos de aprovechamiento de materia prima como el cuero, ha repercutido en la calidad de diferentes fuentes hídricas a nivel mundial debido al vertimiento de las aguas que fueron utilizadas para limpieza y obtención de la misma. En el año de 1990 en Albania fueron cerradas muchas empresas por la actividad del curtido del cuero. La industria del curtido de cuero fue representada por cinco grandes empresas que están ubicadas desde el norte al sur de Albania. Además de pequeñas microempresas que realizaban operaciones a nivel local, realizando métodos primitivos y en gran medida operaciones manuales. Las razones de este asentamiento de microempresas eran debido a la accesibilidad de la materia prima (cuero) de buena calidad y muy barato, la falta de legislación, normas y supervisión permiten que el curtido de cuero genere una contaminación ambiental. Los cueros wuet-blue provenientes de esta región se importan a Europa. Y la mayoría de estas curtiembres trabajan de forma ilegal en todo el territorio albanes. Los riesgos de estas actividades aumentan teniendo en cuenta que el entorno ambiental de Albania cuenta con una rica red

hidrográfica que puede ser fácilmente contaminada por estas actividades; además que muchas de estas fuentes hídricas son utilizadas como fuente de abastecimiento de agua potable. Lo que hace necesario la identificación sobre el tipo de contaminación, el alto índice de contaminantes residuales, toxicidad del cromo, sulfuros entre otros en la cuenca baja de los ríos especialmente durante el verano para determinar y evaluar los impactos negativos de esta actividad que afecta al medio ambiente los recursos hídricos naturales, la salud humana y bienestar.[3]

En la ciudad de A. Coruña España, con una población cercana a los 243.000 habitantes. En dos cuencas hidrográficas afectadas por el área urbana y semi urbana de dicha ciudad se hizo necesario realizar tres campañas de muestreo que buscaban medir los principales componentes de contaminación en los ríos de dichas cuencas. Fueron estudiados 21 parámetros de análisis de calidad de agua en 23 diferentes puntos. La calidad del agua se evaluó mediante el aumento o disminución de la concentración de los componentes principales de análisis, uno por cada campaña de muestreo aplicándolo con la exploración y comparación. Las campañas de muestreo llevan a conclusiones similares destacando la principal diferencia en las puntuaciones son más directas y convenientes para el tiempo de la muestra y las variaciones geográficas de cada componente principal analizado. [4]

Las cargas contaminantes vertidas a los cuerpos hídricos superficiales por asentamientos humanos ubicados en cercanías de una fuente hídrica, generalmente son de tipo doméstico o industrial según el tipo de desarrollo que presente la comunidad. Dependiendo del nivel de industrialización, desarrollo o concienciación de los pobladores puede determinar el tipo de contaminación generado en un cuerpo hídrico.

En indonesia ciudad de Yakarta, se realizó un estudio para determinar las características físicas y químicas de los ríos Ciliwung, Rivers Sunter y Krukut, los cuales son utilizados como fuentes de agua cruda para Jakarta sin embargo, los ríos también se usan como cuerpos receptores por parte de habitantes e industrias. En este estudio, la calidad de las aguas de los ríos se determinó usando un Índice de Calidad del Agua, que es una escala de cero a cien. Siendo cien el número más alto. Entre los resultados presentados

podemos encontrar el índice de calidad de agua y la concentración de metales pesados. Donde se tomaron diferentes muestras bajo diferentes condiciones climáticas. A pesar de las diferentes condiciones climáticas y la evidente contaminación de sus aguas el nivel de los metales pesados no excede las actuales normas de Indonesia. Concluyendo que las condiciones actuales de los ríos se encuentra entre pobre y muy pobre resaltando que los principales contaminantes son Cu, Pb, Cd, Zn y Hg. [5]

En Colombia las actividades de vivienda, industria y desarrollo no exceptúan generar impactos a los recursos naturales. La ocupación de bosques de galería, zonas altamente inundables es frecuente, debido a la fácil obtención del recurso hídrico, estos asentamientos genera paradójicamente que los recursos o desechos que generamos terminen destinados a la misma fuente hídrica de la cual obtenemos el recurso. En la actualidad la población colombiana ha demostrado bastante interés para detener el impacto que se genera a los cuerpos hídricos además de determinar los diferentes contaminantes que puede estar presente en nuestras aguas.

En la ciudad de Medellín Colombia, debido a descargas de desechos originados principalmente de actividades agrícolas, industriales y residenciales, acompañados de la producción de gases malolientes, descomposición de materia orgánica, fueron los principales actores que hicieron necesario un estudio para determinar las características del río Medellín. A pesar de que en Colombia existen diferentes métodos de incentivación como la tasa retributiva la cual fue diseñada para inducir a los empresarios a descontaminar e incentivarlos a invertir en tecnologías limpias, buscando crear procesos productivos óptimos que utilicen insumos menos nocivos al medio ambiente. Sin embargo, esta ley no parece estar dando los resultados esperados. Como conclusión no es suficiente llevar un monitoreo de los vertimientos, si no mayor cumplimiento de la normatividad vigente, campañas donde los productores y habitantes comprendan cuales son los procesos de deterioro y perjuicios que se ocasionan a las aguas y a los ecosistemas que allí puedan habitar. [6]

En cuanto al área de estudio, ha sido objeto de interés en diferentes oportunidades resaltando un proyecto de grado realizado por estudiantes de ingeniería ambiental de la Universidad Libre en el año 2006 Yilda Elisa Valencia Matiz, Andrea Betancourt Aguirre. Donde se concluyó que el río Ila presenta problemas de torrencialidad en la parte baja de la Subcuenca,

relacionada con problemas de regularización hídrica causada por la deforestación y los cambios en la cobertura vegetal, presenta grandes problemas de torrencialidad debido a la pendiente propia del terreno, el área de la Subcuenca está localizada en el casco urbano y presenta una corriente contributiva con mayor grado de contaminación como es la Quebrada Reyes. [7]

Para el municipio de La Vega se han desarrollado jornadas de sensibilización, concienciación y limpieza de los diferentes cuerpos hídricos superficiales circundantes al casco urbano en convenio con la CAR la alcaldía municipal, a través de la Secretaria De Desarrollo Económico Agropecuario Y Ambiental, con el fin de orientar a la comunidad en temas ambientales; NORMATIVIDAD AMBIENTAL, concesiones de agua, permisos ambientales, permisos de uso forestal, licencias ambientales, registro de planeaciones, actividades agrícolas y porcícolas, extracción de material de arrastre, quemas entre otros. También se trataron quejas por afección a los recursos y otras inquietudes enmarcadas en el tema, apoyados en la Corporación Autónoma Regional CAR, estudiantes de las instituciones educativas Ricardo Hinestrosa Daza y Luis Alfonso Balbuena Ulloa, acueducto municipal, Bomberos, Policía Nacional, estudiantes Universidad Libre (ingeniería ambiental) [8]

Con anterioridad en el municipio de La Vega se llevó a cabo una actividad de concienciación a la población mediante jornada de recolección de residuos sólidos en el cauce de la Quebrada Reyes y río Ila liderados por el Jefe de la Oficina Provincial Gualivá de la CAR, Gratiniano Suárez Suárez; el Personero municipal, Diego Andrés Zambrano Luque; el Concejal, Jorge Sanabria; la Jefe de la oficina de Desarrollo Económico y Agropecuario, María Isabel Cubides; miembros de la Policía, Bomberos, Defensa Civil, Acueducto, Brigada de la CAR y docentes y estudiantes de las Instituciones educativas Ricardo Hinestrosa Daza y Luis Alfonso Balbuena Ulloa. Donde se recolectaron dos toneladas de desechos. [9]

También se han desarrollado estudios para la población por estudiantes de la Universidad Distrital Francisco José De Caldas quienes realizaron un proyecto de grado titulado Diagnóstico y Recomendaciones para el Manejo Ambiental del Municipio de La Vega Cundinamarca. Donde se realizó la morfometría de la Cuenca del Río Ila y fueron planteados algunos proyectos sobre ordenación y manejo de las Cuencas del Municipio de La Vega; se realizó adicionalmente el

diagnóstico pero únicamente a nivel municipal, donde se generó información referente a componentes biofísicos y socioeconómicos de éste municipio y se redactó una síntesis ambiental sobre su problemática.[10]

El municipio de La Vega ha desarrollado diferentes campañas en beneficio, mejoramiento y minimización en cuanto la afección ambiental; una de las actividades más notorias y de mayor inversión se puede resaltar la realizada por planeación municipal que fue la encargada de la Separación de las aguas negras provenientes de las casas situadas en el Barrio La Gloria entre las calles 18 a la 23 y las carreras 1 y 2 de las aguas de la Quebrada La Cativa, mediante la canalización abierta de ésta; aunque desafortunadamente aún se presentan conexiones erróneas y el vertimiento de aguas y residuos líquidos directamente al cauce de la Quebrada La Cativa (ver figura N 3) [11]

## 2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

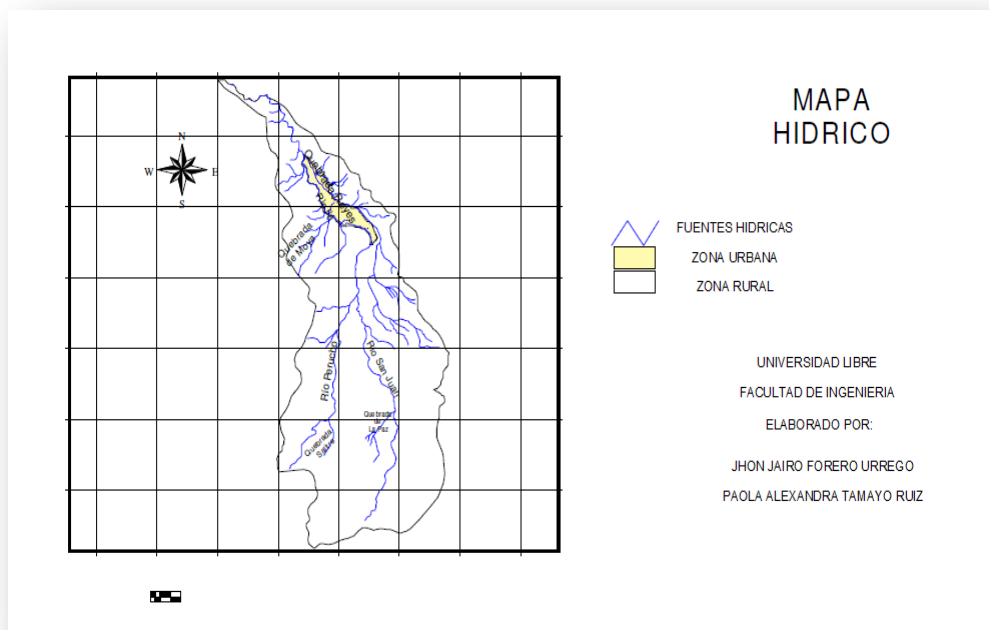
El crecimiento poblacional ha demostrado afectar directamente el ambiente. Debido a la necesidad de ocupar nuevos espacios para realizar actividades de sustento para la población. Dichas actividades comprometen notoriamente: suelos, aire, agua entre otros factores ambientales; ya que los asentamientos, caseríos, estaciones, aglomeraciones urbanas, municipio, ciudades entre otras generalmente buscan la comodidad, aprovechando los recursos existentes.

En el caso de las aguas, la población la toma para suministro de humanos, animales, riego agrícola entre otros, sin tener en cuenta que por escorrentía o por el mismo manejo que se les da regresa a los cuerpos hídricos y se depositan como aguas servidas; produciendo un alto grado de material biológico que genera contaminación.

En una descripción detallada del municipio de La Vega, podemos decir que se encuentra ubicado en la provincia del Gualivá Departamento de Cundinamarca, su cabecera municipal se halla a 1.230 metros sobre el nivel del mar. Actualmente La Vega cuenta con una población aproximada de 13.757 habitantes de los cuales viven en el área urbana 4.351 y en el área rural 9.406 habitantes distribuida en las 27 veredas, en 7 zonas y la Inspección de El Vino (zona urbana) que conforman la división política del municipio. Se presentan dos temporadas lluviosas bien marcadas la primera en los meses de Abril y Mayo y la segunda en los meses de Septiembre a Noviembre (más intensa) con precipitaciones mayores a los 250 mm/mensuales. Las temporadas secas se distribuyen los meses de Julio y Agosto y de Diciembre a Abril con precipitaciones no mayores a 50 mm/mensuales. La temperatura varía de los 8°C hasta los 26°C.

El municipio de La Vega cuenta con diversas vertientes hidrográficas. Entre las cuales podemos encontrar la Quebrada Reyes que nace en las veredas Chuscal y Laureles alto. Cuenta con un área de 8.1 km<sup>2</sup> una longitud de 8,2 km y una pendiente de 0,070m/m la cual genera un riesgo inminente de inundación súbita o de tipo torrencial. (Ver figura N° 1)

**Figura N° 1:** Mapa hídrico del municipio



Como es de suponer, en algunos puntos de las fuentes hídricas superficiales se hacen captaciones para el uso agrícola y pecuario, lo cual está generando contaminación difusa debido a escorrentía. Otro factor que genera contaminación es la población que habita en los bosques de galería que genera vertimientos de residuos sólidos y líquidos. (Ver figuras N° 5,6)

**Figura N° 2:** Zonas Susceptibles Inundación





La Quebrada Reyes tiene su cauce por el casco urbano, presenta como corriente tributaria las aguas de la Quebrada La Catíca que nace en el barrio la Gloria del municipio de La Vega, la cual aumenta la contaminación de la Quebrada Reyes; debido a la infiltración de aguas negras proveniente de casas con conexiones erróneas al alcantarillado. (Ver figura N° 3)

**Figura N° 3:** Infiltración y residuos líquidos Quebrada La Catíca



Como si esto fuera poco al finalizar su recorrido por el casco urbano se encuentra con la planta de sacrificio común mente llamada “matadero municipal” la cual fue intervenida por las autoridades ambientales, (desafortunadamente la planta aun perjudica notoriamente las características de la Quebrada ya que aprovechando la cercanía de la Quebrada dejan caer por una rampa los residuos líquidos provenientes de la misma). La construcción de esta planta de sacrificio data del año 1980. Donde la preocupación por el medio ambiente era mínima en comparación a la actualidad. La normatividad no exigía algunos requerimientos o cumplimiento que actualmente son trascendentales, debido al crecimiento y mayor preocupación de la legislación colombiana dicha planta se está acogiendo para cumplir con la normatividad y mejora tanto del aspecto paisajístico y entorno del municipio. (Ver figura N° 4)

**Figura Nº 4:** Planta de Sacrificio y Rampa para Residuos Líquidos



**Figura Nº 5:** Conexiones Erróneas y Residuos Sólidos



El desarrollo y crecimiento tanto del municipio como del país ha afectado notoriamente el ambiente circundante. Un claro ejemplo para el municipio de La Vega es la casi nula planeación en la conformación del área urbana que posibilitó la utilización de las zonas de protección hídrica y orográfica para desarrollos urbanos; la zona urbana presenta una susceptibilidad alta a la inundación, principalmente en épocas de lluvias intensas, por contar con la

ronda de la Quebrada Reyes. (Ver figura N° 2,10)

El vertimiento de los residuos sólidos y líquidos son factores que atenúan las características del aspecto paisajístico y propio del agua, para el caso de la Quebrada Reyes generar en diferentes puntos olores molestos. Al terminar el tránsito por el casco urbano las aguas de la Quebrada Reyes pasan a la microcuenca del Río Ila. [12]

**Figura N 6:** Vertimiento de residuos líquidos domésticos



En la actualidad el municipio de La Vega Cundinamarca no cuenta con un estudio confiable respecto al estado de la calidad del agua de la Quebrada Reyes, en base a la información solicitada a la alcaldía municipal de este municipio no se encontró ningún registro que representara las condiciones tanto físicas como químicas o algún parámetro que sirviera como principio para presumir sobre el estado de la fuente hídrica, los estudios que se realizan en el presente documento son la base de información que representara el estado y las características de esta fuente hídrica superficial.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo General**

Evaluar el impacto físico y químico generado por los vertimientos de las aguas residuales sobre el cauce de la Quebrada Reyes producidos en el municipio de La Vega

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Identificar los vertimientos efectuados sobre la Quebrada Reyes
- Evaluar espacial y temporalmente la calidad del agua de la Quebrada Reyes
- Analizar el efecto de los vertimientos de la zona urbana sobre la quebrada Reyes
- Proponer alternativas para mitigar los impactos ocasionados por los vertimientos en la quebrada Reyes.

## 4. MARCO TEORICO

### 4.1 El agua y sus características.

El agua es uno de los recursos más importantes para los seres vivos, al igual que el más abundante en el planeta tierra, se cree que el agua ocupa del 70.7% al 71% de la superficie del planeta mientras que la tierra ocupa el 29,3% el agua se puede encontrar en sus diferentes estados. Para el caso de las fuentes superficiales (ríos, lagos y quebradas). [13]

Las fuentes hídricas superficiales suelen encontrarse en un solo cuerpo de agua llamado Cuenca hidrográfica la cual está drenada por un gran número de corrientes, cuyo tamaño aumenta aguas abajo, desde pequeños hilillos de agua, quebradas, arroyos, hasta los grandes ríos que desembocan en el mar. Estas corrientes son la causa de las diferentes orientaciones existentes en la cuenca, de las clasificaciones y rangos de acuerdo a densidad de drenaje, pendiente, área de la cuenca entre otros factores. Una cuenca hidrográfica está formada por Subcuenca las cuales son superficie de terreno cuya escorrentía superficial fluye en su totalidad a través de una serie de corrientes, ríos y, eventualmente, lagos hacia un determinado punto de un curso de agua (generalmente un lago o una confluencia de ríos) [14]

Los cuerpos de agua que pueden formar una cuenca hidrográfica son:

**Quebrada:** Hondonada profunda de paredes abruptas, excavada por las aguas en el transcurso del tiempo o por acción tectónica, por cuyo fondo corre un riachuelo o arroyo al menos durante una parte del año.

**Río:** corriente de agua de grandes dimensiones que sirve de canal natural en una cuenca de drenaje.

**Cauce:** canal por donde se lleva el agua de un lugar a otro. Parte profunda de un río o curso de agua por la que fluye la corriente principal. Lecho o lugar por

donde corren las aguas de un río o arroyo. Canal por el que circula el agua de una corriente.

**Corriente tributaria:** afluente de agua menor que desemboca a una quebrada, río de mayor caudal.

El mal manejo de estas aguas puede repercutir en la cotidianidad y afectar el entorno. Cuando se ocupan espacios que generalmente son inundables o se modifica las zonas para fines como vivienda, pastoreo o actividades agrícolas se presentan problemas un ejemplo de ellos son:

**Inundación:** Es un evento natural y recurrente que se produce en las corrientes de agua, como resultado de lluvias intensas o continuas que, al sobrepasar la capacidad de retención del suelo y de los cauces, desbordan e inundan llanuras de inundación, en general, aquellos terrenos aledaños a los cursos de agua. Las inundaciones se pueden dividir de acuerdo con el régimen de los cauces en: lenta o de tipo aluvial, súbita o de tipo torrencial y encharcamiento.

- **Inundación lenta o aluvial:** Se produce cuando existen precipitaciones persistentes y generalizadas dentro de una gran cuenca, generando un incremento paulatino de los caudales de los grandes ríos hasta superar la capacidad máxima de almacenamiento; se produce entonces el desbordamiento y la inundación de las áreas planas aledañas al cauce principal. Las crecientes así producidas son inicialmente lentas y tienen una gran duración.
- **Inundación súbita o de tipo torrencial:** Producida en ríos de montaña y originada por lluvias intensas. El área de la cuenca es reducida y tiene fuertes pendientes. El aumento de los caudales se produce cuando la cuenca recibe la acción de las tormentas durante determinadas épocas del año, por lo que las crecientes suelen ser repentinas y de corta duración. Estas inundaciones son generalmente las que causan los mayores estragos en la población por ser intempestivas.
- **Encharcamiento:** Fenómeno a causa de la saturación del suelo, caracterizado por la presencia de láminas delgadas de agua sobre la superficie del suelo en pequeñas extensiones y por lo general, presente

en zonas moderadamente onduladas a planas. El fenómeno puede durar desde pocas horas hasta unos pocos días.

Las principales finalidades del agua están dadas para aprovechamiento de diferentes tareas cotidianas del ser humano, así como para animales y plantas. Pero también es objeto día a día de un deterioro en sus características debido a la contaminación, producto de las actividades del hombre quien agrega sustancias ajenas a su composición, modificando la calidad de ésta. Para obtener beneficios, pero sin tener en cuenta el cambio y afección que le generan a los cuerpos de agua. Es entonces cuando se dice que el agua está contaminada pues no puede darse el uso de ella para consumo, aprovechamiento o habitad de la vida acuática.

A nivel mundial los problemas de contaminación en el agua se incrementaron después de la Segunda Guerra Mundial, cuando se produjeron aumentos considerables en la densidad urbana y la industrialización. La situación de países y continentes como Gran Bretaña, Japón, Europa y otros países industrializados, en donde la urbanización y la industrialización se vieron acompañadas de graves problemas de contaminación al agua.

Podríamos decir que un cuerpo de agua contaminado es aquel en el cual los microorganismos descomponedores no pueden mantener un nivel de concentración de las sustancias que pueden estar disueltas en el medio, es decir que cuando la contaminación es excesiva, la autodepuración resulta imposible. Los Ríos, canales, quebradas y muchas fuentes hídricas son contaminados por los desechos del alcantarillado, desechos industriales, detergentes, abonos y pesticidas que escurren de las tierras agrícolas. El efecto en los ríos se traduce en la desaparición de la vegetación natural, disminuyendo la cantidad de oxígeno ocasionando la muerte del plancton y zooplancton existente en el medio. La contaminación del agua generalmente se origina por actividades humanas. Existen dos clases o fuentes de contaminación; fuente puntual y fuente difusa. Las fuentes puntuales son todas aquellas que realizan descargas en localizaciones específicas como alcantarillados, tuberías y se realizan sobre cuerpos hídricos superficiales, un ejemplo lo encontramos en la fabricas, pozos de petróleo, minas subterráneas entre otros. Las fuentes de contaminación difusas son aquellas donde no se puede localizar un solo sitio las descargas un ejemplo son los agentes contaminantes que se pueden trasportar a través de los ríos y los agentes

contaminantes que entran al agua a través del agua subterránea. Cuando hablamos del término contaminación del agua es poco preciso ya que nada nos dice del material contaminante ni de su fuente. El modo de atacar el problema de los residuos depende de sí los contaminantes demandan oxígeno, favorecen el crecimiento de algas, son infecciosos, tóxicos o simplemente de aspecto desagradable. La contaminación de nuestros recursos hídricos puede ser consecuencia directa del desagüe de aguas negras o de descargas industriales (fuentes puntuales) o indirecta de la contaminación del aire o de desagües agrícolas o urbanos (fuentes no puntuales) [15]

Las aguas residuales pueden definirse como las aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población, después de haber sido modificadas por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias. [16]

Según su origen, las aguas residuales resultan de la combinación de líquidos y residuos sólidos transportados por el agua que proviene de residencias, oficinas, edificios comerciales e instituciones, junto con los residuos de las industrias y de actividades agrícolas, así como de las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que también pueden agregarse eventualmente al agua residual.

Así, de acuerdo con su origen, las aguas residuales pueden ser clasificadas como:

**Domésticas:** son aquellas utilizadas con fines higiénicos (baños, cocinas, lavanderías, etc.). Consisten básicamente en residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas de instalaciones hidráulicas de la edificación también en residuos originados en establecimientos comerciales, públicos y similares.

**Industriales:** son líquidos generados en los procesos industriales. Poseen características específicas, dependiendo del tipo de industria.

**Infiltración y caudal adicionales:** las aguas de infiltración penetran en el sistema de alcantarillado a través de los empalmes de las tuberías, paredes de las tuberías defectuosas, tuberías de inspección y limpieza, etc. Hay también



aguas pluviales, que son descargadas por medio de varias fuentes, como canales, drenajes y colectores de aguas de lluvias.

**Pluviales:** son agua de lluvia, que descargan grandes cantidades de agua sobre el suelo. Parte de esta agua es drenada y otra escurre por la superficie, arrastrando arena, tierra, hojas y otros residuos que pueden estar sobre el suelo

[17]

**Aguas residuales domésticas** Las aguas residuales domésticas están constituidas en un elevado porcentaje (en peso) por agua, cerca de 99,9 % y apenas 0,1 % de sólidos suspendidos, coloidales y disueltos. Esta pequeña fracción de sólidos es la que presenta los mayores problemas en el tratamiento y su disposición. El agua es apenas el medio de transporte de los sólidos.

El agua residual está compuesta de elementos físicos, químicos y biológicos. Es una mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos, suspendidos o disueltos en el agua. La mayor parte de la materia orgánica consiste en residuos alimenticios, heces, material vegetal, sales minerales, materiales orgánicos y materiales diversos como jabones y detergentes sintéticos. Las proteínas son el principal componente del organismo animal, pero también están presentes en los vegetales. El gas sulfuro de hidrógeno presente en las aguas residuales proviene del azufre de las proteínas.

Los carbohidratos son las primeras sustancias degradadas por las bacterias, con producción de ácidos orgánicos (por esta razón, las aguas residuales estancadas presentan una mayor acidez). Entre los principales ejemplos se pueden citar los azúcares, el almidón, la celulosa y la lignina (madera).

Los lípidos (aceites y grasas) incluyen gran número de sustancias que tienen, generalmente, como principal característica común la insolubilidad en agua, pero son solubles en ciertos solventes como cloroformo, alcoholes y benceno. Están siempre presentes en las aguas residuales domésticas, debido al uso de manteca, grasas y aceites vegetales en cocinas. Pueden estar presentes también bajo la forma de aceites minerales derivados de petróleo, debido a contribuciones no permitidas (de estaciones de servicio, por ejemplo), y son altamente indeseables, porque se adhieren a las tuberías, provocando su obstrucción.

Las grasas no son deseables, ya que provocan mal olor, forman espuma, inhiben la vida de los microorganismos, provocan problemas de mantenimiento, etc.

La materia inorgánica presente en las aguas residuales está formada principalmente de arena y sustancias minerales disueltas. El agua residual también contiene pequeñas concentraciones de gases disueltos. Entre ellos, el más importante es el oxígeno proveniente del aire que eventualmente entra en contacto con las superficies del agua residual en movimiento. Además del oxígeno, el agua residual puede contener otros gases, como dióxido de carbono, resultante de la descomposición de la materia orgánica, nitrógeno disuelto de la atmósfera, sulfuro de hidrógeno formado por la descomposición de compuestos orgánicos, gas amoníaco y ciertas formas inorgánicas del azufre. Estos gases, aunque en pequeñas cantidades, se relacionan con la descomposición y el tratamiento de los componentes del agua residual.

#### **4.2 Aguas residuales.**

Las características de importancia ambiental de las aguas residuales se pueden resumir en:

**Sólidos Suspendidos:** Los sólidos suspendidos pueden llevar al desarrollo de depósitos de barro y condiciones anaerobias, cuando los residuos no tratados son volcados en el ambiente acuático.

**Materia orgánica biodegradable:** Compuesta principalmente de proteínas, carbohidratos y grasas, por lo general, se mide en términos de DBO y DQO. Si es descargada sin tratamiento al medio ambiente, su estabilización biológica puede llevar al consumo del oxígeno natural y al desarrollo de condiciones sépticas.

**Microorganismos Patógenos:** Los organismos patógenos existentes en las aguas residuales pueden transmitir enfermedades.

**Nutrientes:** Tanto el nitrógeno como el fósforo, junto con el carbono, son

nutrientes esenciales para el crecimiento. Cuando son lanzados en el ambiente acuático, pueden llevar al crecimiento de la vida acuática indeseable. Cuando son lanzados en cantidades excesiva en el suelo, pueden contaminar también el agua subterránea.

**Metales pesados:** Los metales pesados son normalmente adicionados a los residuos de actividades comerciales e industriales, debiendo ser removidos si se va a usar nuevamente el agua residual.

**Muestreo:** Se utiliza para determinar parámetros de calidad del agua como potabilidad por ejemplo en redes de abastecimiento de agua de una comunidad.

**DBO (DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO):** La cantidad de oxígeno (medido en el mg/l) que es requerido para la descomposición de la materia orgánica por los organismos unicelulares, bajo condiciones de prueba. Se utiliza para medir la cantidad de contaminación orgánica en aguas residuales.

**DBO 5:** La cantidad de oxígeno disuelto consumido en cinco días por las bacterias que realizan la degradación biológica de la materia orgánica.

**DQO (DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO):** Cantidad de oxígeno (medido en mg/L) que es consumido en la oxidación de materia orgánica y materia inorgánica oxidable, bajo condiciones de prueba. Es usado para medir la cantidad total de contaminantes orgánicos presentes en aguas residuales. En contraposición al BOD, con el DQO prácticamente todos los compuestos son oxidados.

**pH:** El valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculado por el número de iones de hidrógeno presente. Es medido en una escala desde 0 a 14, en la cual 7 significa que la sustancia es neutra. Valores de pH por debajo de 7 indica que la sustancia es ácida y valores por encima de 7 indican que la sustancia es básica

[18]

### 4.3. Características hidráulicas de las fuentes de agua

#### Caudal.

El caudal corresponde a una cantidad de agua que pasa por un lugar (canal, tubería etc.) en una cierta cantidad de tiempo, o sea, corresponde a un volumen de agua (litros, metros cúbicos etc.) por unidad de tiempo (segundos, minutos, horas etc.)

#### Determinación de la velocidad Método del Flotador

Para conocer la velocidad del agua, deberá dividirse el largo de la sección elegida, en metros, por el tiempo que demora el flotador en recorrerla, expresado en segundos, como se indica en la siguiente ecuación

$$V = \frac{\textit{Distancia}}{\textit{TiempoPromedio}}$$

#### Determinación del área Método del Flotador

Se multiplica el ancho promedio del canal por su profundidad, con todas las medidas expresadas en metros.

$$A = \textit{Profundidad} \times \textit{Ancho}$$

#### Determinación del caudal Método del Flotador

Conocida la velocidad (V) del agua y el área (A) del canal, se aplica la siguiente fórmula para calcular el caudal (Q)

$$Q = \textit{Velocidad} \times \textit{Área}$$

[19]

Una vez generados estos contaminantes es necesario determinar cuáles son las causas que generan una contaminación ya sea difusa o puntual en un cuerpo hídrico o cualquier componente ambiental. Es por eso que se desarrollaron diferentes herramientas y especialidades para determinar esta fuente de contaminación como es el caso de los estudios de impacto ambiental.

**Estudio de Impacto Ambiental (EsIA).** Para hacer una EIA primero hace falta un Estudio de Impacto Ambiental que es el documento que hacen los técnicos identificando los impactos, la posibilidad de corregirlos, los efectos que producirán, etc. Debe ser lo más objetivo posible, sin interpretaciones ni valoraciones, sino recogiendo datos. Es un estudio multidisciplinar por lo que tiene que fijarse en cómo afectará al clima, suelo, agua; conocer la naturaleza que se va a ver afectada: plantas, animales, ecosistemas; los valores culturales o históricos, etc.; analizar la legislación que afecta al proyecto; ver cómo afectará a las actividades humanas: agricultura, vistas, empleo, calidad de vida, etc.

#### **Evaluación de impacto ambiental:**

Es identificar, predecir e interpretar los impactos que un tipo de actividad puede llegar a producir si ésta es ejecutada.

#### **Tipos de Evaluaciones de Impacto Ambiental.**

La legislación pide estudios más o menos detallados según sea la actividad que se va a realizar. No es lo mismo la instalación de un bar que una pequeña empresa o un gran embalse o una central nuclear. Por eso se distinguen:

- **Informes medioambientales** que se unen a los proyectos y son simplemente indicadores de la incidencia ambiental con las medidas correctoras que se podrían tomar.
- **Evaluación preliminar** que incorpora una primera valoración de impactos que sirve para decidir si es necesaria una valoración más detallada de los impactos de esa actividad o es suficiente con este estudio más superficial
- **Evaluación simplificada** que es un estudio de profundidad media sobre los impactos ambientales.

- **Evaluación detallada** en la que se profundiza porque la actividad que se está estudiando es de gran envergadura

### **Impacto ambiental y declaración de impacto ambiental**

Es la alteración que se produce en el ambiente cuando se lleva a cabo un proyecto o una actividad. Las obras públicas como la construcción de una carretera, un pantano o un poli deportivo; las ciudades; las industrias; una zona de recreo para pasear por el campo o hacer escalada; una granja o un campo de cultivo; cualquier actividad de estas tiene un impacto sobre el medio. La Declaración de Impacto Ambiental (DIA). La hacen los organismos o autoridades medioambientales a las que corresponde el tema después de analizar el Estudio de Impacto Ambiental y las alegaciones, objeciones o comentarios que el público en general o las instituciones consultadas hayan hecho. La base para la DIA es el Estudio técnico, pero ese estudio debe estar disponible durante un tiempo de consulta pública para que toda persona o institución interesada lo conozca y presente al organismo correspondiente sus objeciones o comentarios, si lo desea. Después, con todo este material decide la conveniencia o no de hacer la actividad estudiada y determina las condiciones y medidas que se deben tomar para proteger adecuadamente el ambiente y los recursos naturales.

[20]

## 5. MARCO LEGAL Y NORMATIVO

- DECRETO 1594 DE 1984 Derogado por el art. 79, Decreto Nacional 3930 de 2010, salvo los arts. 20 y 21.por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI – Parte III – Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.
- Resolución 1433 de 2004 por la cual se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003, sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV, y se adoptan otras determinaciones.
- Resolución 2115 de 2007 calidad de agua Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano
- Decreto 3100/2003 Tazas Retributivas. Por medio de la cual se actualiza la tarifa para el cobro de la tasa por vertimientos puntuales en la jurisdicción de Corporación, se establece el procedimiento para la entrega de un auto declaraciones y para reclamaciones.
- Resolución No. 200.41.08-0892 de Agosto 15 de 2008. Por medio de la cual se actualiza la tarifa para el cobro de la tasa por uso del recurso hídrico en la Jurisdicción de Corporinoquia, se establece el procedimiento para la entrega de caudales y para reclamaciones.
- RESOLUCIÓN NO. 250 DE 1997, Por la cual se fijan tasas para el aprovechamiento de aguas subterráneas
- Ley 1333 de 2009: Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones
- ACUERDO No. 0027 DEL 20 DE NOVIEMBRE DE 1970, Por el cual se establece el servicio de vigilancia y se crean Grupos de Control y Vigilancia de Aguas en corrientes reglamentadas en los Departamentos del Huila, Tolima, Cundinamarca, Meta, Santander, Magdalena, Cesar y Guajira, y se les adscriben funciones. Mediante lo establecido por el acuerdo 16 de 1998 expedido por la CAR. Por el cual se expiden determinantes ambientales para la elaboración de los planes de ordenamiento territorial municipal. Se establecen lineamientos para el cumplimiento de las aéreas periféricas a nacimientos, cauces de agua en general; y determina una periferia no inferior a 30 m de ancho,

paralela al nivel máximo de aguas a cada lado de los cauces.

- Decreto 2811 de 1974 que estableció el código de recursos naturales (Código Nacional de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente, CNRN). El apartado III define las normas para el manejo de los recursos hídricos que se aplicarán mediante decretos reguladores. Según el CNRN prácticamente todos los cuerpos de agua son de dominio público. Los recursos hídricos se considerarán de propiedad privada sólo si se originan y terminan en un área que está dentro de un único derecho privado. En este contexto, tanto las empresas como las personas pueden obtener derechos para utilizar el agua superficial o subterránea si así lo establece la ley o mediante concesiones. En caso de que el agua superficial o subterránea se encuentre en riesgo de agotamiento o contaminación, se suspenderán las concesiones pendientes y se limitarán las concesiones existentes.
- Ley 09 de 1979: también conocida como el código nacional de saneamiento, establece normas generales y procedimientos de control de la calidad del agua destinados a proteger la salud humana. El artículo 10 establece el marco básico para la descarga de agua según las normas y los procedimientos autorizados por el Ministerio de Salud.
- CONSTITUCIÓN DE COLOMBIA DE 1991: hasta 43 artículos definen la misión del gobierno nacional con respecto a los asuntos medioambientales y establecen un marco de acción para el manejo medioambiental, que incluye el manejo de los recursos hídricos.
- Ley 99 de 1993: establece el Ministerio de Medio Ambiente y organiza un nuevo marco institucional, el Sistema Nacional Ambiental. La ley 99 contiene consideraciones legales, institucionales y financieras destinadas a manejar el medio ambiente de una forma eficaz y eficiente.
- EL MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL se encarga del manejo medioambiental en Colombia a nivel nacional. El ministerio formula políticas y regulaciones del manejo de recursos hídricos, incluidos las normativas relativas a la contaminación y los cargos. También gestiona las zonas protegidas y concede licencias para proyectos de infraestructura.
- LAS CORPORACIONES AUTÓNOMAS REGIONALES (CAR) son las instituciones responsables de la implementación de las políticas y las normas nacionales, así como el manejo de los recursos naturales y la promoción del desarrollo sostenible dentro de sus límites. Las CAR son



instituciones públicas compuestas por entidades territoriales públicas y privadas (ONG, empresas, comunidades) que comparten la misma zona biogeografía, hidrogeográfica y geopolítica, así como por representantes del ministerio y la presidencia a nivel nacional. Son independientes administrativa y financieramente, aunque perciben recursos del gobierno nacional. Los recursos financieros de las CAR están formados principalmente por impuestos medioambientales dentro de su jurisdicción. Las funciones principales de las CAR en relación con los recursos hídricos son las siguientes: 1) asignación de los recursos hídricos a los usuarios; 2) control de la contaminación del agua en las fuentes puntuales y no puntuales; 3) formulación y adopción de planes de ordenamiento de humedales; y 4) diseño, financiamiento e implementación de actividades de protección de los ecosistemas. Las CAR también se responsabilizan de la conservación de bosques y otros ecosistemas como los humedales relacionados con el ciclo hidrológico.

- INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA, Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM) opera la red hidrológica y meteorológica nacional. El decreto n.º 1729 de 2002 establece dos responsabilidades principales para el IDEAM: 1) establecimiento de los criterios para clasificar y priorizar las cuencas fluviales; y 2) generación de una guía técnica y científica destinada a ayudar a las CAR en la creación de planes de ordenación de humedales. La guía se publicó en 2004 y el IDEAM, junto con el Ministerio de Medio Ambiente, está en proceso de crear una segunda parte que supervisará la implementación del manejo de recursos hídricos en las cuencas fluviales piloto.

## 6. MARCO METODOLÓGICO

### 6.1 Metodología de la investigación:

Dentro de las actividades para la elaboración, ejecución y culminación de la investigación se pudo notar claramente que se dividió en dos fases.

#### 6.1.1 Fase de recolección de información

- ✓ Se recopiló toda la información existente en la Alcaldía Municipal de La Vega Cundinamarca, instituto GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC), (ver anexo Figura N° 11) páginas web alcaldía municipal, corporación autónoma regional de Cundinamarca (CAR), conocimiento empírico de personas de la región con el fin de obtener la mayor información posible para representar los puntos de nacimiento puntos medios y desembocadura y para determinar los puntos de mayor influencia de la zona a evaluar.
- ✓ Se realizó una visita de campo para el reconocimiento de la fuente hídrica desde su nacimiento hasta su desembocadura al río Ila. Con el fin de identificar los puntos críticos y determinar algunos problemas que podrían repercutir en sus aguas (ver figura N°7,8). También se aprovechó para concertar los lugares donde se desarrollarían los muestreos.



**Figura N° 7:** Problemas en el Alcantarillado

- ✓ Para poder conocer la afección y cambio en las características del agua se tomaron seis puntos diferentes para comparar el estado antes, durante y después del casco urbano. En cada una de las visitas se determinó caudal y profundidad de la Quebrada sometiéndose a variaciones climáticas para denotar la influencia del clima sobre su contaminación, para la obtención del caudal se utilizó el método de flotadores.
- ✓ Para referenciar los puntos y especificar los lugares donde se tomaron las muestras se georeferenciaron con ayuda de un medidor Multiparamétrico HANNA, GPS suministrados por la universidad dando los siguientes resultados
  - Punto 1: 4° 56'55.3" N      74°19'33.5" W
  - Punto 2: 4°58'16,0" N      74°19'34.5" W
  - Punto 3: 4°59'08.6" N      64°19'32.3" W
  - Punto 4: 4°59'41.1" N      74°20'33.7" W
  - Punto 5: 5°00'16.3" N      74°20'33.7" W
  - Punto 6: 5°00'24.1" N      74°20'39.4" W
- ✓ Gracias al medidor Multiparamétrico se obtuvieron datos en el lugar relevantes a Conductividad, Oxígeno disuelto, pH, Temperatura, SDT (Sólidos disueltos totales). (ver figura N° 9)

**Figura N° 8:** problemas de erosión en la parte del nacimiento



- ✓ Debido a la variación climática propia de la zona y del país en general se realizó un muestreo periódicamente en la zona cada dos meses durante un año.

**Figura N°9:** Georeferenciación en Puntos de Muestreo con Medidor Multiparamétrico y GPS



- ✓ Las muestras fueron tomadas usando la metodología para la toma de muestras de aguas residuales y afluentes del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – República de Colombia SUBDIRECCIÓN DE HIDROLOGÍA – GRUPO LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL [21]
- ✓ Dichas muestras fueron refrigeradas para conservar sus características físico químicas y posteriormente llevadas a los laboratorios de la Universidad Libre

### **6.1.2 Fase de análisis de las muestras en los laboratorios de la Universidad Libre.**

Todos los análisis fueron basados en los Standards Methods For The Examination Of Water and Wastewater 20th Edition [22] y los parámetros analizados en el laboratorio fueron:

- 1) Acidez: Procedimiento para la determinación de la Acidez a través de STANDARD METHODS 2310 B
- 2) Alcalinidad: Determinación de la alcalinidad por los STANDARD METHODS 2320 B
- 3) DB<sub>05</sub>: determinación de la DB<sub>05</sub> por los STANDARD METHODS 5210 B
- 4) DQO Procedimiento para determinación de DQO método titulométrico STANDARD METHODS 5220 C
- 5) Dureza: Determinación de la dureza método titulométrico EDTA STANDARD METHODS 2340 C
- 6) Nitratos: Determinación de los nitratos por el método espectrométrico ultravioleta selectivo 4500-NO<sub>3</sub> B
- 7) Nitritos: Determinación de los nitritos a través del método colorimétrico STANDARD METHODS 4500 NO<sub>2</sub>-B
- 8) Oxígeno disuelto: A través de STANDARD METHODS 4500- O C- azida modificado G –Electrodo de membrana
- 9) SST(Sólidos suspendidos Totales): Determinación de los sólidos suspendidos totales a través del método de filtración de sólidos totales STANDARD METHODS 2540 D
- 10) Turbiedad: a través del equipo turbidímetro (Turbiquant 3000 marca Merck) [23]

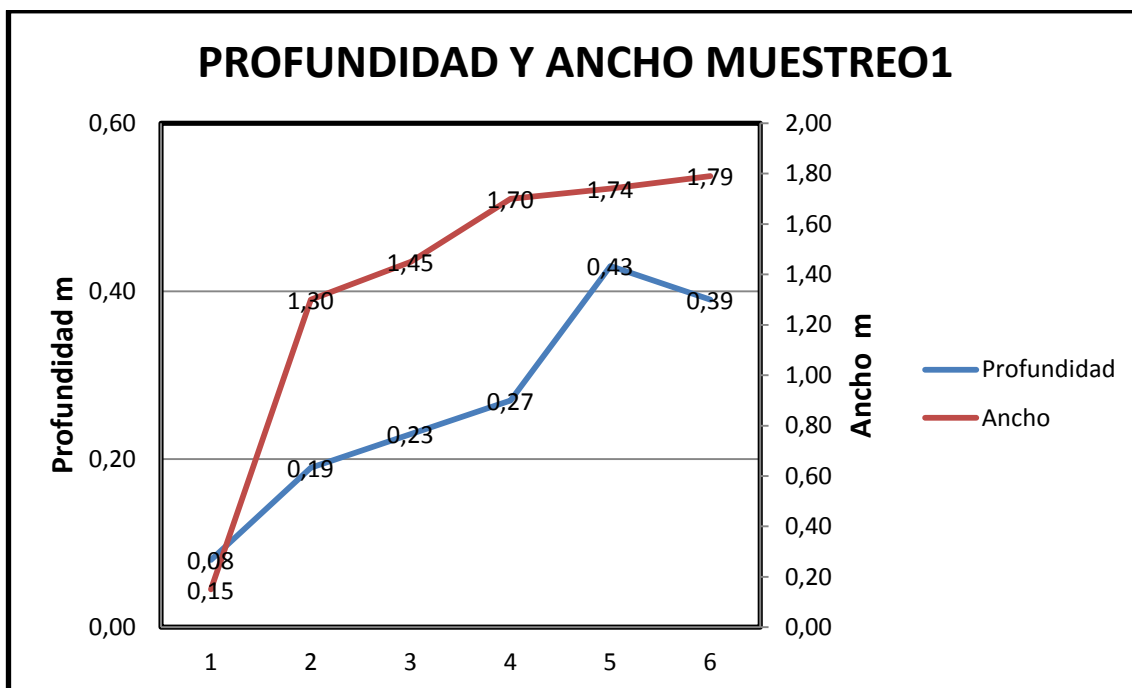
## 7 RESULTADOS Y ANALISIS:

En este capítulo fueron analizados los datos obtenidos en campo y se realizaron las respectivas pruebas a las muestras en laboratorio con el fin de determinar el grado de afección a la fuente hídrica.

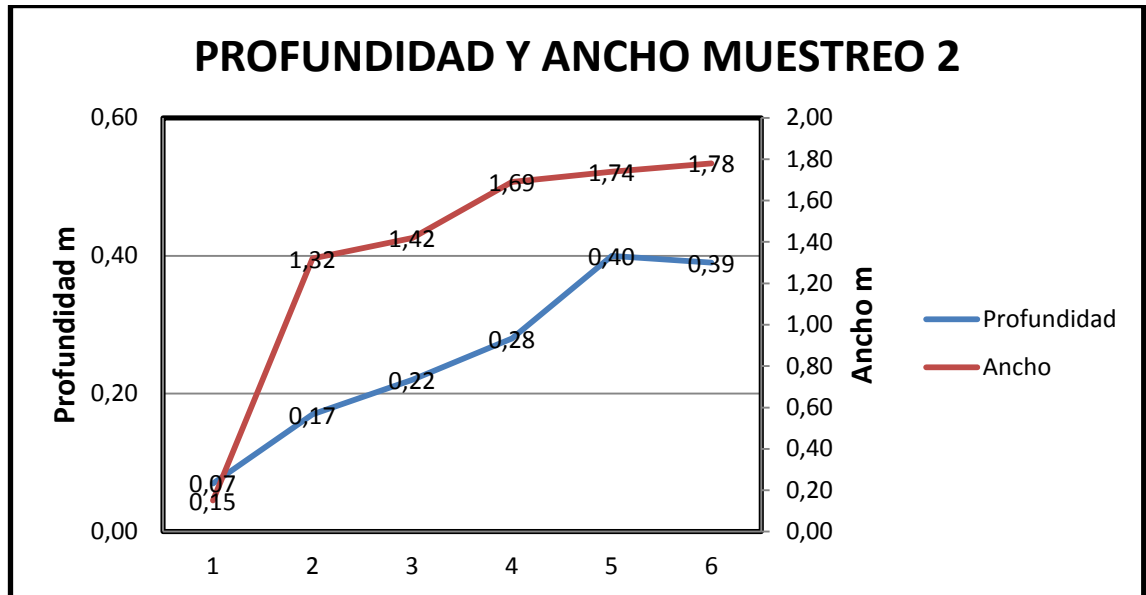
### 7.1 Características del cauce de la quebrada en cada uno de los muestreos

A continuación se denotaran algunas de las características obtenidas en trabajo de campo en todos los muestreos realizados y se analizaran los cambios observados, debido a los cambios climáticos propios de la zona y fenómenos naturales intrínsecos a un año.

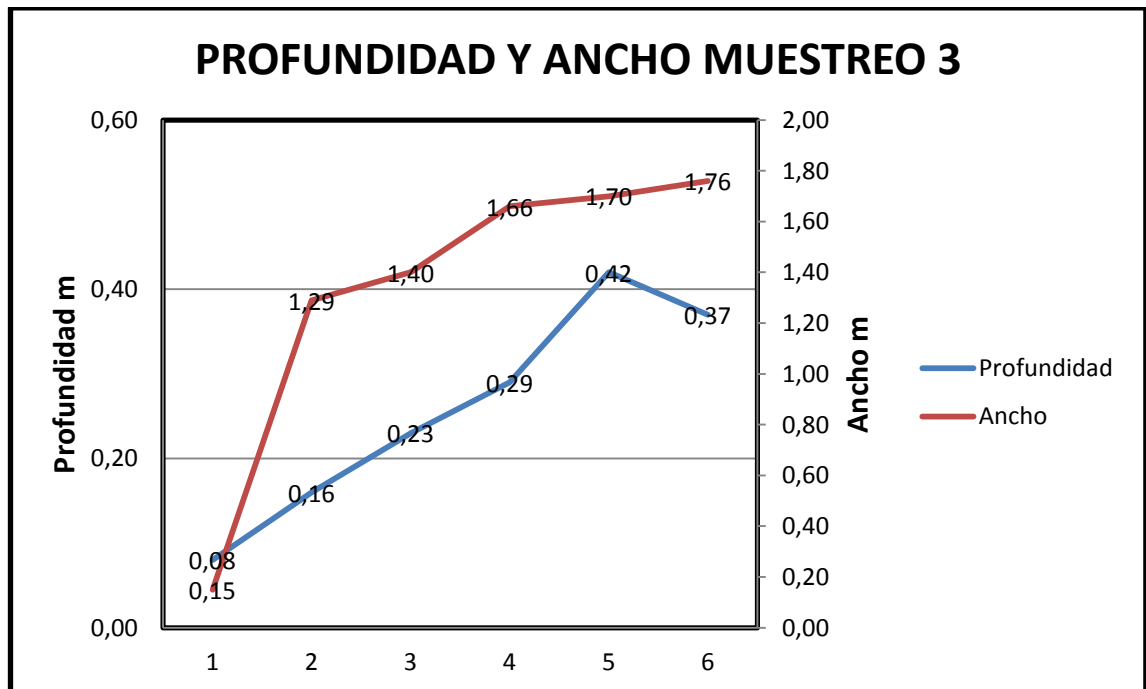
**Grafica N°1:** Profundidad y Ancho de la Quebrada en Muestreo 1



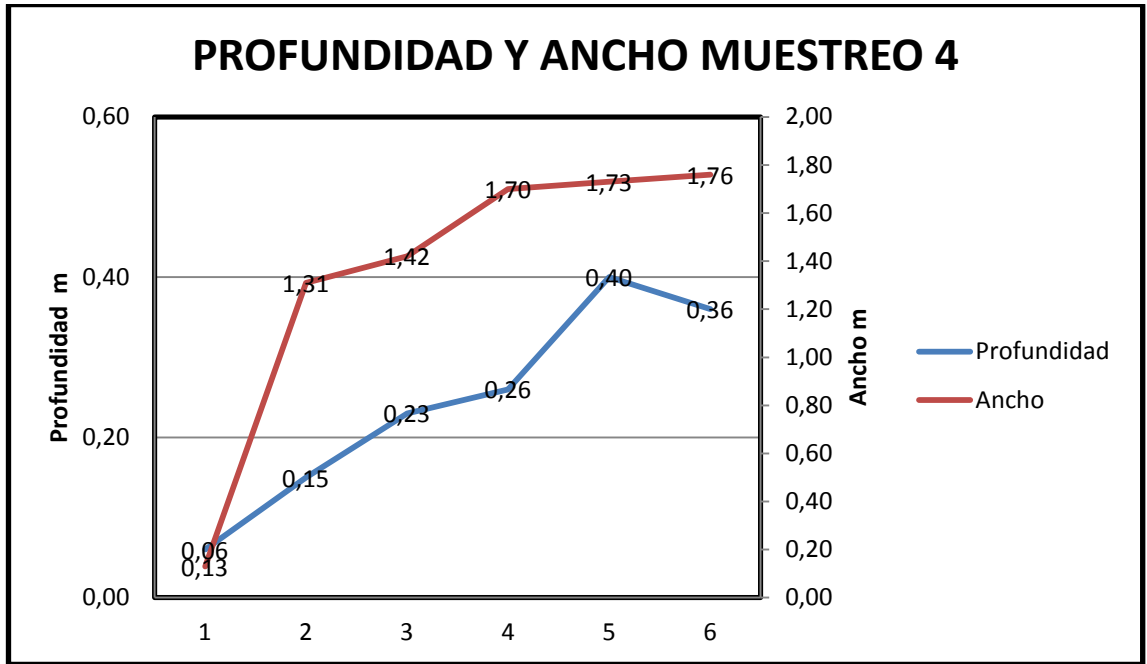
**Grafica N° 2:** Profundidad y Ancho de la Quebrada en Muestreo 2



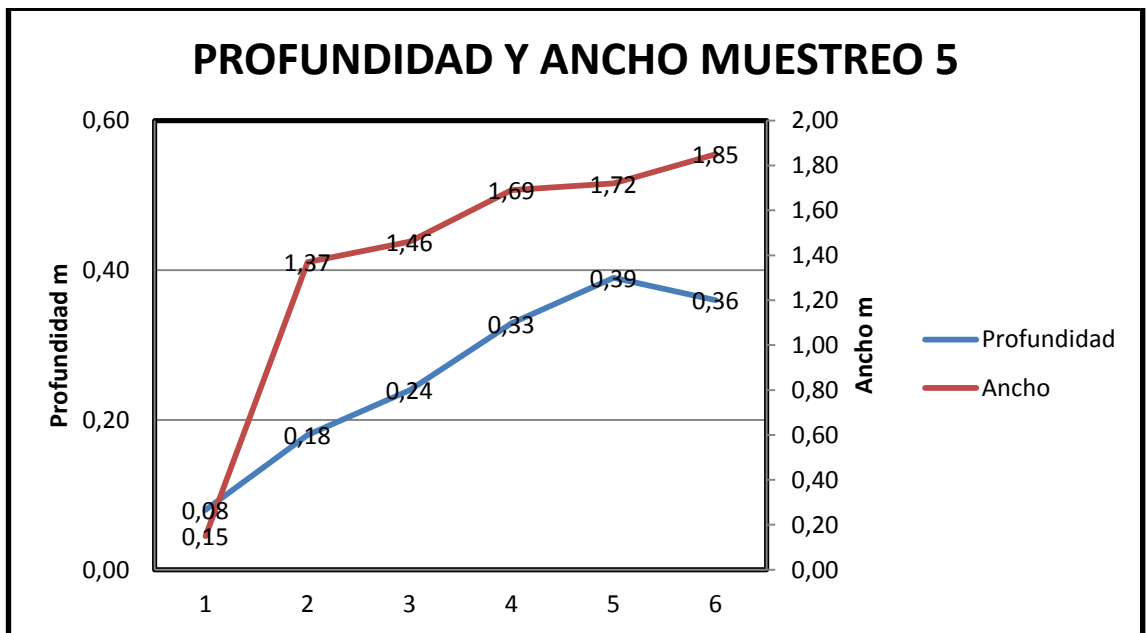
**Grafica N° 3:** Profundidad y Ancho de la Quebrada en Muestreo 3



**Gráfica N°4:** Profundidad y Ancho de la Quebrada en Muestreo 4

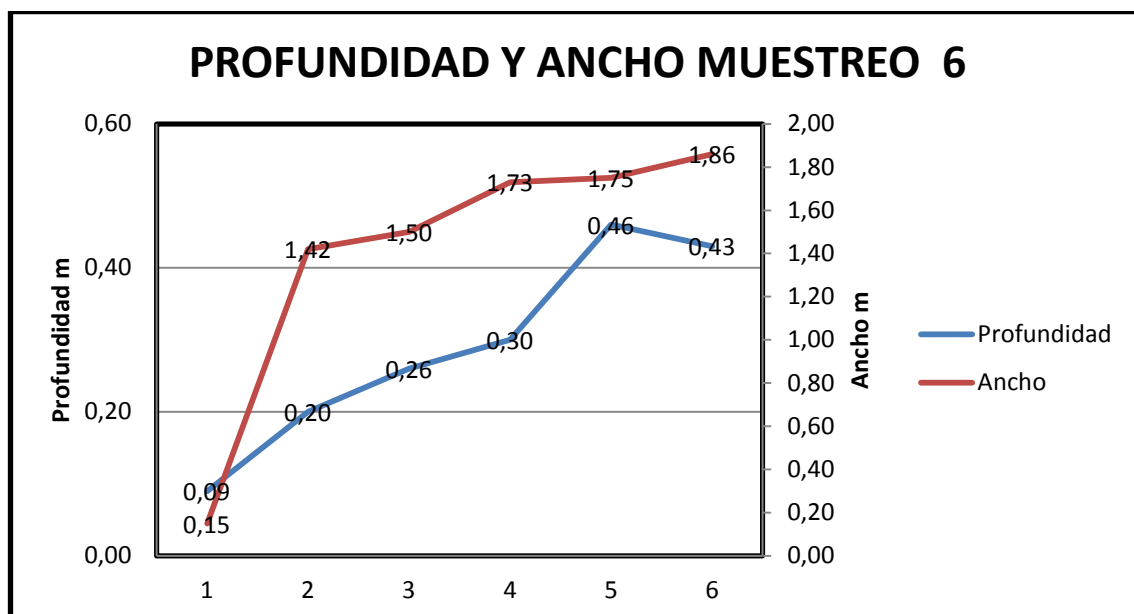


**Gráfica N° 5:** Profundidad y Ancho de la Quebrada en Muestreo 5





**Grafica N° 6:** Profundidad y Ancho de la Quebrada en Muestreo 6



Dentro de los principales cambios que denotan el tiempo y alteraciones climáticas en las aguas de la Quebrada Reyes, se puede ver el aumento de la profundidad y del caudal intrínseco a la acentuación de la temporada lluviosa propia de la región en los meses de septiembre-noviembre. La Quebrada presenta gran continuidad con respecto a sus dimensiones en la mayoría de sus puntos; En promedio su ancho es de 1.36 m lo que nos demuestra que su corriente no es muy fuerte aunque presenta grandes pendientes en su parte del nacimiento lo que genera crecientes súbitas al presentarse precipitaciones prolongadas. ( ver datos de las tablas en anexos tabla 1 a la 6)

En cuanto a su profundidad es relativamente muy pequeña, pero cuando presenta crecientes repentinas llega a ocupar la totalidad de cauce y llega a ocupar los bosques de galería aledaños a ella, en promedio su profundidad es de 0.22m y en cuanto a su caudal promedio se encuentra entre 0.012 y 2.00 m<sup>3</sup>/s (ver tabla N° 7 )

Cuenta con un área de 8.1 km<sup>2</sup> una longitud de 8,2 km y una pendiente de 0,070m/m

## 7.2 CAUDAL

La totalidad de los puntos para el caudal fueron tomados en los puntos para muestreo las distancias oscilaron entre 7 y 14 m debido a que la irregularidad del terreno no permitía tomar mayores distancias

Para hallar el caudal se utilizó el método del flotador que consiste en hallar un terreno plano sin grandes rocas ni árboles, donde el agua fluya libremente sin obstrucciones. Ubicar un punto de salida y uno de llegada midiendo la distancia preferiblemente en un orden mayor de los 10 m. Una persona desde el punto de salida suelta un flotador y otra persona en el punto de llegada cronometra el tiempo que tarda el flotador desde el punto inicial al punto de salida (es recomendable realizar este procedimiento varias veces para mayor exactitud; en nuestro caso fue realizado seis veces este procedimiento) y se toma un promedio del tiempo de recorrido.

Se midieron las características como profundidad y ancho de la Quebrada para obtener el Área de sección transversal de la Quebrada en los diferentes puntos.

Obtenidos estos datos se determinó el caudal de los seis puntos de muestreo; resaltando que para el punto uno (1) la distancia para obtención de la velocidad fue de tan solo 7 m debido a lo quebrado del terreno no permitía una mayor distancia.

### 7.3 CAUDAL PROMEDIO

Para la determinación del caudal promedio se tomaron los datos obtenidos para el caudal encontrado en cada uno de los puntos de muestreo respectivamente del punto uno (1) al punto seis (6) sumando su totalidad y dividido en la cantidad de intervalos tomados. (Ver tabla N°7). Presentando un Caudal promedio de  $1.12 \text{ m}^3/\text{s}$  teniendo en cuenta sus temporadas lluviosas y secas.

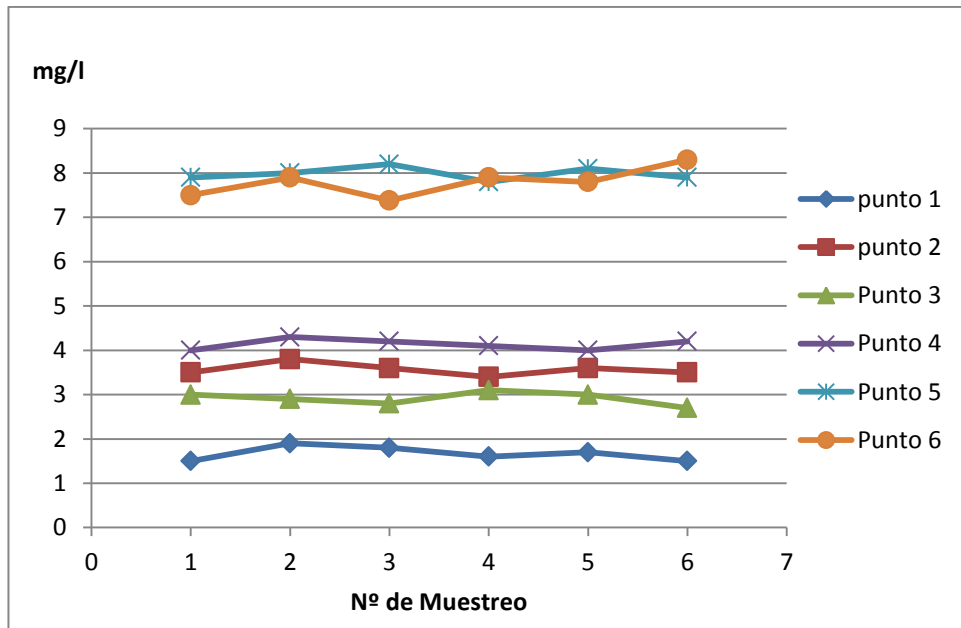
**Figura N° 10: Construcciones en zonas de recarga hídrica**



## 7.4 VALORES ANALIZADOS EN LABORATORIO

La totalidad de los estudios analizados se llevaron a cabo en los laboratorios de la Universidad Libre siguiendo los procesos de análisis establecidos por los Standards Methods. Dentro de los valores analizados podemos encontrar:

**Grafica N° 7: Acidez**

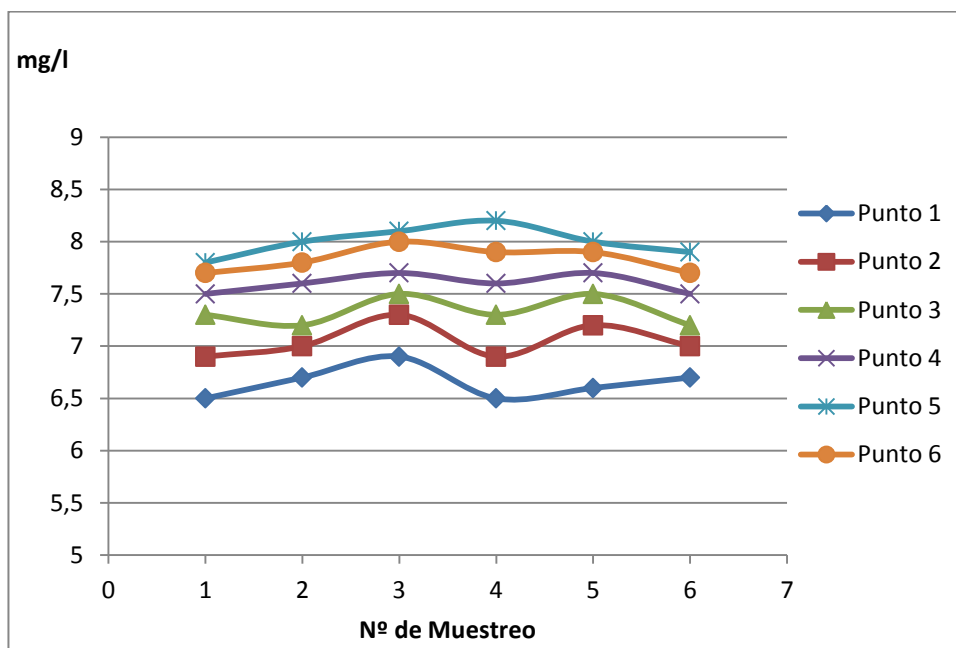


### 7.4.1 Acidez

Recordando que el orden de los puntos de muestreo provienen desde el nacimiento hasta la desembocadura al río Ila. Siendo el punto uno el nacimiento y el punto seis la desembocadura, la acidez muestra dos secciones bien definidas. Una se encuentra entre los puntos 1 a 4 y la segunda para los puntos 5 y 6 resaltando que la segunda sección es más alta asumiendo que son los últimos puntos del recorrido de la quebrada en mención, estos puntos se encuentran ubicados después del curso de las aguas por el casco urbano lo cual es un factor que indica alteración en sus características.

El aumento en los dos últimos puntos de muestreo demuestra la influencia de las actividades agropecuarias, de residuos generados en las de casas, panaderías y labores demandadas en el casco urbano del municipio, que por efectos de escorrentía o disposición terminan dispuestas en las aguas de la Quebrada Reyes (ver tabla N°8) la acidez muestra una desviación estándar de 2.4

**Grafica N° 8: Alcalinidad**



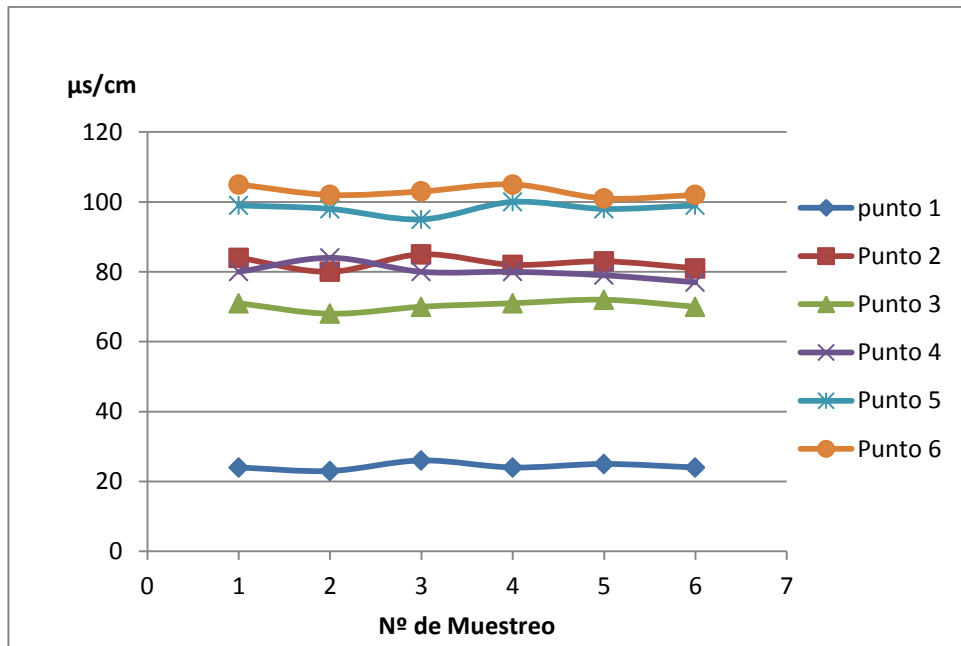
#### 7.4.2 Alcalinidad.

La alcalinidad presentó un promedio muy similar en todos los muestreos y en general en forma ascendente debido a que los puntos de muestreo están distribuidos desde el nacimiento hasta la desembocadura y en el transcurso de ellos se acentúan problemas del municipio como alcantarillado, además de su transcurso por la zona rural la cual genera diferentes problemáticas que contribuyen a generar cambios en las características del agua.

El promedio para el muestreo uno fue de 7.28mg/L que fue el muestreo más bajo. El muestreo dos fue de 7.38 mg/L El muestreo tres de 7.58 mg/L El muestreo cuatro de 7.4 mg/L El muestreo cinco de 7.48 mg/L y el muestreo seis de 7.33mg/L. El punto más alto alcanzado por la alcalinidad fue en el muestro cuatro para el punto 5 una posible causa es la cercanía del matadero municipal y la temporada seca propia de la región. La alcalinidad presenta una desviación estándar de 0.5

Los valores de la alcalinidad presentes en las aguas de la Quebrada Reyes se encuentran dentro de los rangos permisibles que son establecidos por la resolución 2115 de 2007 capitulo II articulo 7 características químicas que tienen mayores consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana que especifican un máximo nivel aceptable de 200Mg/L (Ver Tabla N° 9)

**Grafica N° 9: Conductividad**



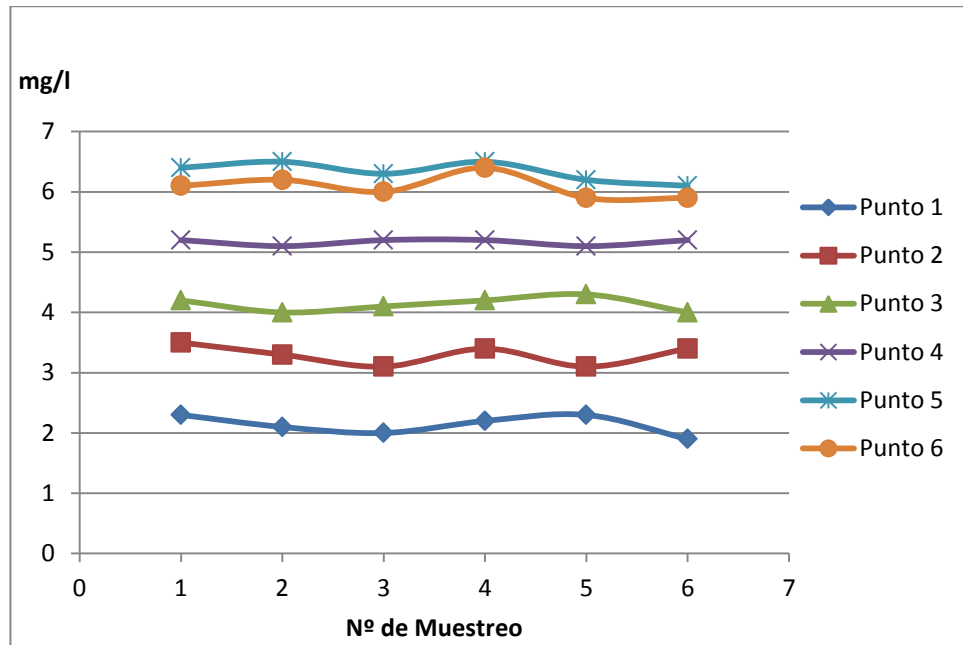
### 7.4.3 Conductividad.

Los promedios presentados para conductividad fueron los siguientes Punto 1 de 24.33µs/cm para el punto 2 de 82.5µs/cm para el punto 3 de 70,33 µs/cm para el punto 4 de 80µs/cm para el punto 5 de 98.16µs/cm para el punto 6 de 103 µs/cm.

Indiscutiblemente el punto 6 presenta una alta conductividad en comparación a los demás puntos de muestreo, las constantes descargas residuales tanto de viviendas como de pequeñas industrias en el casco urbano generan la presencia de nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) y sulfatos ( $\text{NO}_4^{2-}$ ) que son iones que aumentan la conductividad del agua lo cual representa gran facilidad de conducir electricidad en el área de estudio. El punto de muestreo numero 1 se encuentra completamente aislado en cuanto a los niveles de conductividad este punto está tomado a unos cuantos metros del nacimiento de la quebrada, lugar donde se tiene un cerco de plantas propias de la región las cuales ayudan a contribuir con las características propias del lugar. A pesar de contar con una corriente contributiva como lo son las aguas de la Quebrada la Cativa en el último punto (punto 6) este resulta ser el punto con mayor de conductividad. Es de resaltar que a pesar de los cambios de temporada no representa grandes cambios en la conductividad de la Quebrada Reyes. La conductividad presenta una desviación estándar de 25.8

Los niveles encontrados de conductividad en las agua de la Quebrada Reyes no excede los niveles establecidos que son <1000  $\mu\text{s}/\text{cm}$  según la resolución 2114 de 2007 (Ver tabla N° 10)

**Grafica N° 10: DBO<sub>5</sub>**

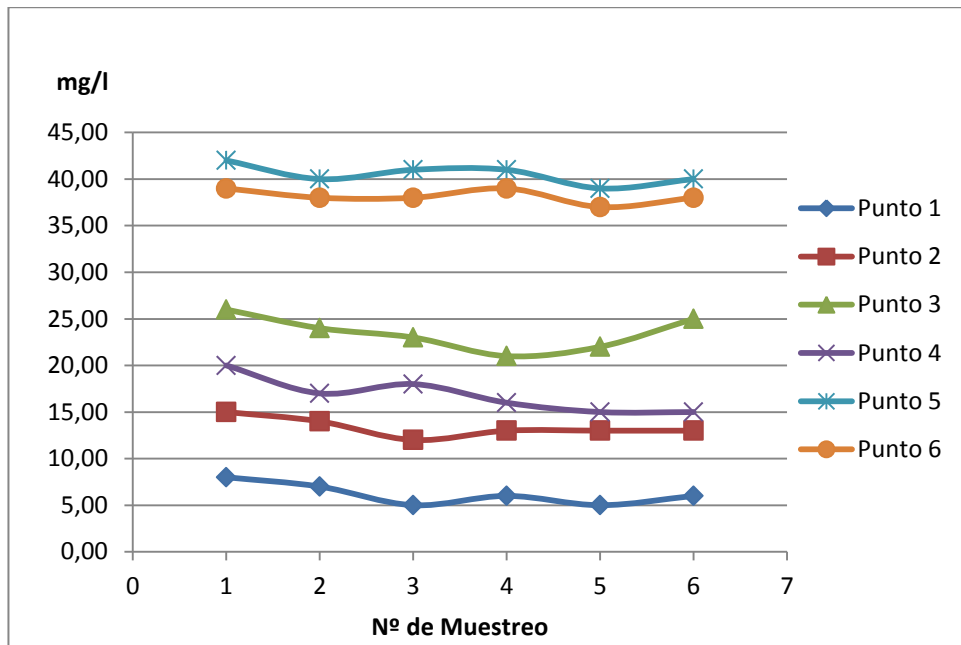


#### 7.4.4 DBO<sub>5</sub>

La DBO presenta una tendencia de crecimiento bien definida del punto 1 al punto 5. El puntos 6 representan valores muy similares en la totalidad de los muestreos realizados y no representan valores elevados a comparación de la tendencia de crecimiento observada en los primeros cinco puntos de muestreo. Este fenómeno es generado por el nacimiento de una pequeña fuente hídrica (diferente a la Quebrada La Catica) en cercanías al cauce de la Quebrada Reyes y al punto de muestreo numero 6 la cual genera que la diferencia entre el punto 6 y el punto 5 no sea tan creciente como se venia notando al cambiar de punto de muestreo. Debido a la capacidad de auto remediación y la ayuda que le suministra una nueva fuente hídrica la cual contribuye con una cantidad de oxígeno suficiente que ayuda a la descomposición de la materia orgánica por los organismos unicelulares.

Para el muestreo 4 punto 5 presentó una DBO de 6.5 mg/l la más alta que se encontró lo que denota un alto grado de materia orgánica resultado que es de esperarse debido a que ha tenido tránsito por el casco urbano y es un punto de interés debido a que cerca de este está la planta de sacrificio “matadero municipal” Ver tabla N° 11) La DBO<sub>5</sub> presenta una desviación estándar de 1.5

**Grafica N° 11: DQO**



#### 7.4.5 DQO

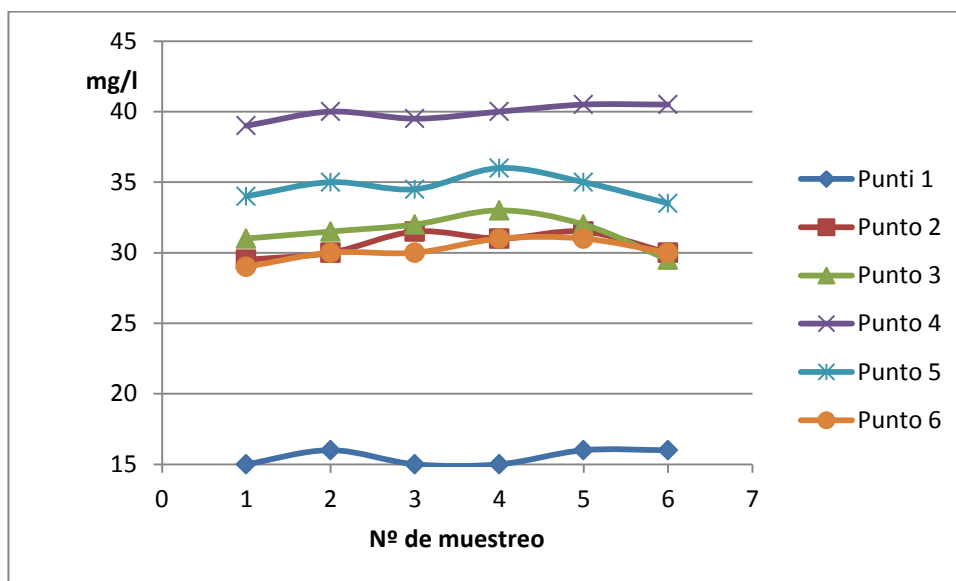
La D.Q.O. presenta valores desde 5 mg/l hasta 42 mg/l. Representando mayor concentración para los puntos 5 y 6, siendo el punto 5 es demás influencia pues alcanza una D.Q.O. de 42 mg/l en el muestreo numero 1. A pesar de las diferencias climáticas no presenta gran cambio en su concentración permaneciendo constate en todo el año.

Cada uno de los puntos de muestreos fue seleccionado por su importancia y posible afección que podría generar a las características del agua a excepción del punto número 1 que esta en el nacimiento de la quebrada. La D.Q.O. no presenta comportamientos ascendentes entre los puntos de muestreos. Factor por el cual se puede incidir en vertimientos que ocasionan los picos entre puntos, estos vertimientos pueden ser traducidos en conexiones erróneas, aguas negras o agentes externos vertidos en las aguas de la quebrada. La DQO presenta una desviación estándar de 12.7

La concentración expuesta no representa riesgos para la salud humana pues sus valores no son muy elevados según lo estipulado en el decreto 4728 de 2010 que establece un máximo de 400 Mg/L O<sub>2</sub> lo que no desmerita el cuidado que se debe tener con el agua de la Quebrada Reyes (Ver tabla N° 12)



**Grafica N° 12: Dureza**



#### 7.4.6 Dureza

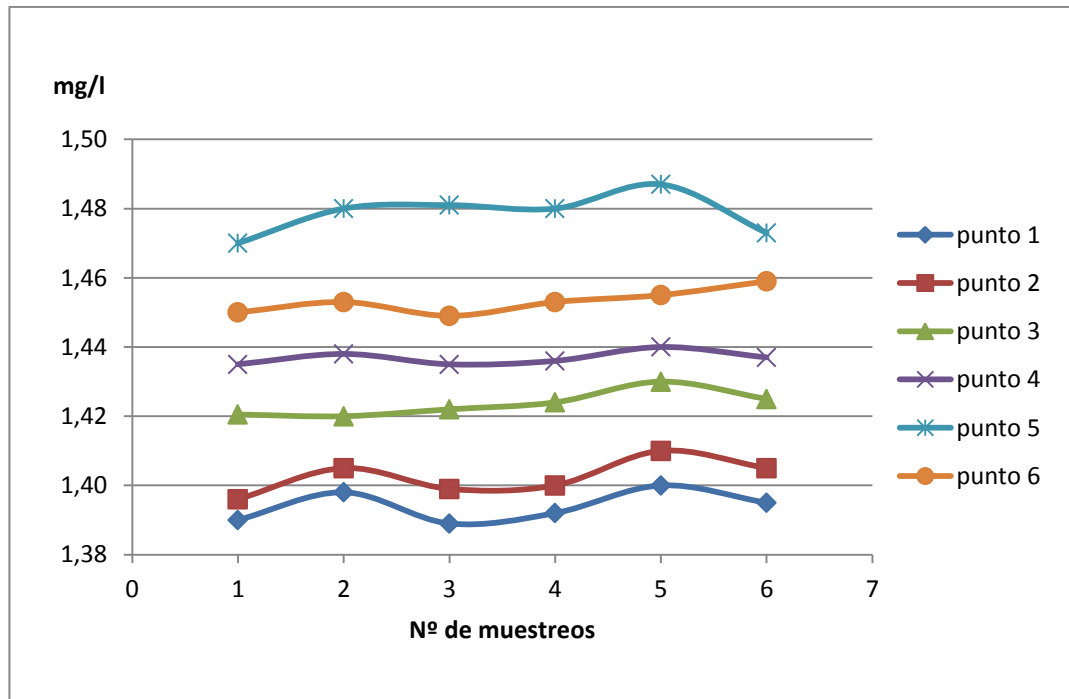
La dureza en las aguas de la Quebrada Reyes es notoria a partir del punto dos donde las casas se pueden encontrar en la rívera de la misma

La dureza del agua es la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en particular sales de calcio, de magnesio y de hierro (especialmente como sulfatos y carbonatos hidrogenados), y el grado de dureza es directamente proporcional a la concentración de sales alcalinas.

La falta de concienciación ciudadana y un sistema de alcantarillado eficiente genera que las personas realicen sus labores cotidianas y los residuos líquidos provenientes de estas acciones (cocinar, lavar, limpiar) terminen dispuestos en las aguas de la quebrada, debido a la presencia de jabones es notorio que la dureza sea mayor en el trascurso del casco urbano notando una recuperación entre el punto 5 y el punto 6 gracias al ingreso de una corriente contributiva. La dureza presenta una desviación estándar de 7.5

A pesar de que son valores altos no representan riesgos para la sociedad de acuerdo con la resolución 2115 de 2007 (calidad de agua potable) que establece un valor máximo de 300 mg/l donde el valor máximo encontrado en las aguas de esta fuente hídrica fue de 40.5 mg/l (Ver tabla N° 13)

**Grafica N°13: Nitratos**

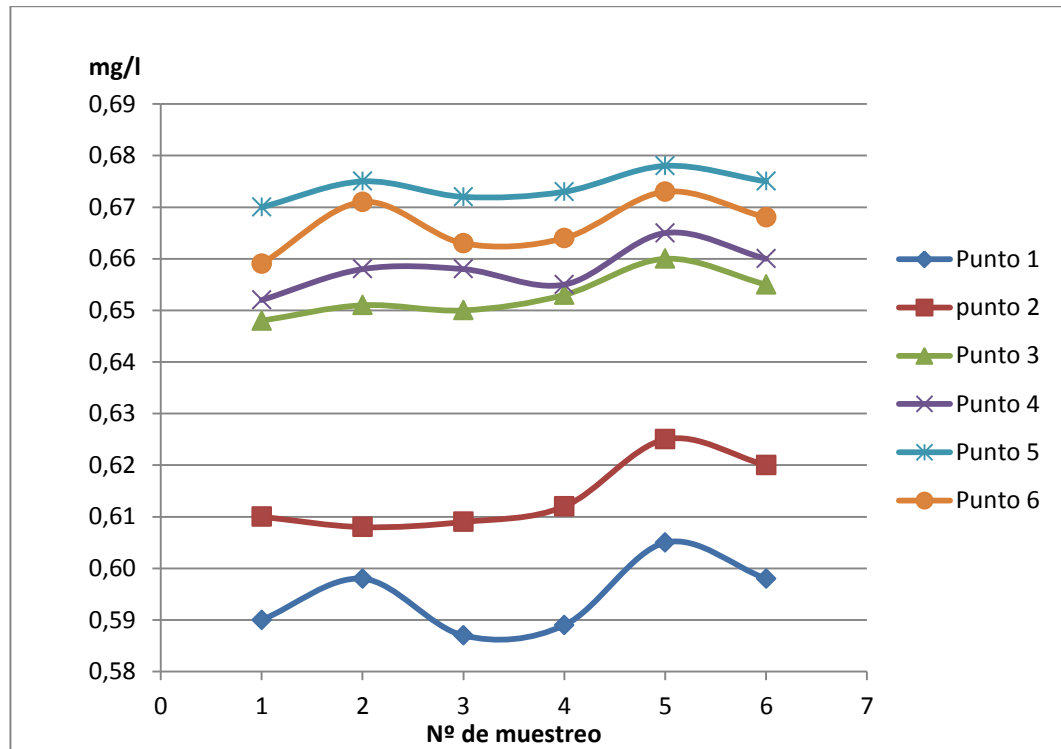


#### 7.4.7 Nitratos

La concentración de nitratos presenta valores estables en los muestreos, no presenta un valor creciente o decreciente lo que indica que existen continuos afluentes que regulen la concentración de estos. La presencia de nitritos es producto de cultivos nitrogenados que son propios del área de estudio, como el fenómeno que se presenta en el puntos de muestreo 2 ocasionados por la escorrentía que generan estos cultivos y de la materia orgánica que se puede presentar en este sector de la quebrada debido al pastoreo de bovinos en cercanías a la Quebrada Reyes, los demás puntos se mantienen constantes a excepción del punto numero 5 que esta ubicado en cercanías de la planta de sacrificio “matadero municipal” en el cual se encuentran corrales para el ganado y la materia orgánica termina dispuesta por gravedad en las aguas de la quebrada. Ninguno de los puntos tomados en los seis muestreos supero el nivel permisible establecido que es de 10,0 mg/l es decir que el 100% de los puntos cumple con la normatividad. El punto más alto fue para el muestreo 5 punto 5 con un total de 1.49 mg/l y el más bajo para el muestreo 1 punto 3 con 1.39 mg/l muy probablemente generado a un incremento de las aguas producto de una precipitación fuerte presentada en el momento de la toma de la muestra. Los Nitratos son el producto de la oxidación completa del nitrógeno orgánico, es decir puede haber contaminación orgánica o deberse a la aplicación excesiva de fertilizantes nitrogenados. (Ver tabla N° 14) Los nitratos

presentan una desviación estándar de 0.03

**Grafica N°14: Nitritos**



#### 7.4.8 Nitritos

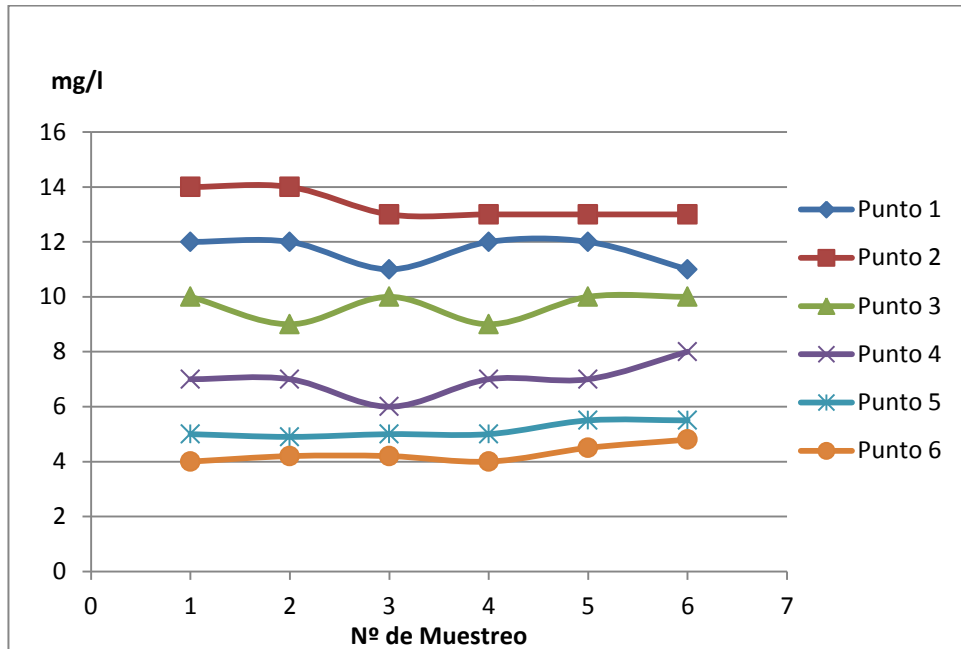
Los nitritos presentan valores crecientes en puntos específicos como es el caso del punto numero 5 en todos los muestreos ya que la presencia de la planta de sacrificio y los corrales de almacenamiento generan escorrentía del estiércol además de las grandes fallas de alcantarillado que se presentan en la zona referente al punto 5 de muestreo.

El punto máximo alcanzado por los nitritos fue de 0.678 mg/l en el punto 5 del muestreo 5 y el mínimo de 0.0578 mg/l para el punto 3 en el muestreo 1.

Los puntos que representan mayor influencia de nitritos los encontramos en los últimos puntos (5 y 6) donde la presencia del estiércol proveniente de la planta de sacrificio contiene un alto contenido de nitrógeno el cual contribuye al aumento de nitritos y nitratos representados. Los nitritos en concentraciones elevadas reaccionan dentro del organismo con aminas y amidas secundarias y terciarias formando nitrosaminas de alto poder cancerígeno y tóxico. Los valores entre 0.1 y 0.9 mg/l pueden presentar problemas de toxicidad dependiendo del pH y los valores sobre 1.0 mg/l son totalmente tóxicos.

debido a que el valor máximo alcanzado fue de 0,678 mg/l no presenta un alto nivel de toxicidad. (Ver tabla N° 15) los nitritos presenta una desviación estándar de 0.03

**Grafica N° 15: Oxígeno Disuelto**



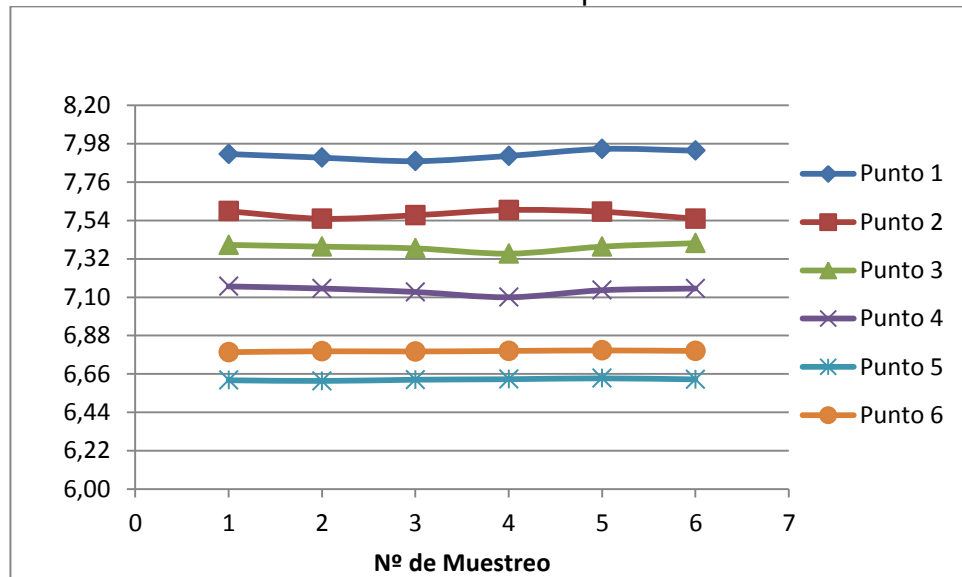
#### 7.4.9 Oxígeno Disuelto

Los resultados obtenidos para el oxígeno disuelto demuestran el grado de afección que recibe el cuerpo hídrico al transcurso de sus aguas por el casco urbano pues el promedio para el punto uno es de 12 mg/l mientras que para el punto 6 es de 4.26 mg/L. Existe gran recuperación en cuanto al punto 1 al punto 2 debido a que es la terminación de una pendiente muy fuerte. Los datos obtenidos exponen aguas de buenas características hasta el punto número 3 que es el punto anterior al casco urbano. Los puntos 4,5 y 6 además de ser los que están ubicados dentro del casco urbano representan gran pérdida de oxígeno disuelto. La variabilidad climática y lo quebrado del terreno pueden reflejar cambios en las características del agua, ya que a partir del punto número tres las condiciones del terreno cambian de pendiente a planicie.

Las descargas de vertimientos con alto contenido de materias orgánicas y nutrientes, conducen al descenso de la concentración de oxígeno, (descenso del nivel de O.D. A partir del punto 3 al punto 5) por el incremento de la demanda para su degradación. En los casos en que la reducción de los niveles de oxígeno es severa se llega a condiciones anaerobias (déficits de OD), especialmente en las zonas más profundas del cauce. El oxígeno disuelto es uno de los factores más asociados a la vida acuática, al incidir en casi todos los

procesos químicos y biológicos; las condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno) favorecen la diversidad de especies deseables como los peces (que en general pueden subsistir a concentraciones de OD superiores a 4 mg/l) ( Ver tabla N° 16) el oxígeno disuelto O.D. presenta una desviación estándar de 3.3

**Grafica N° 16: pH**



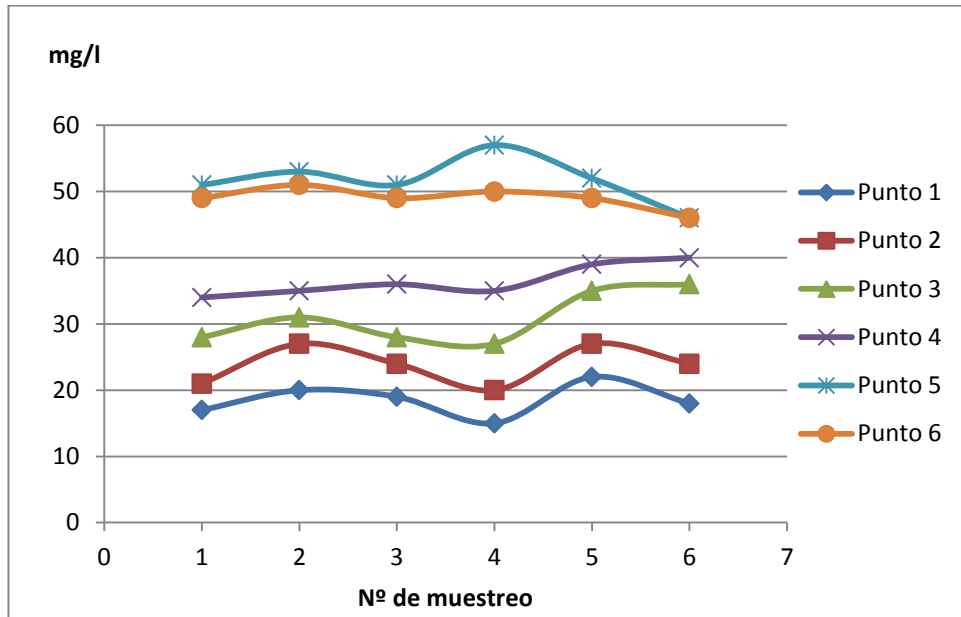
#### 7.4.10 pH

Dentro de las características presentadas por el pH en los diferentes muestreos fue recurrente el resultado expuesto; denotando un pH neutro o muy cercano a 7.

Para el punto 4 obtuvimos un promedio de 7.23 y este fue el punto que tuvo un pH más neutro. El punto 6 del muestreo 5 represento el pH más bajo con un total de 6.62 los cuales son representados en el incremento de verimientos provenientes del asentamiento humano los cultivos y pastoreos en la parte del nacimiento de la Quebrada Reyes. El pH presenta una desviación estándar de 0.44

El pH se encuentra entre lo establecido por la norma que es de 6.5 a 9.0 según la resolución 2115 de 2007 consumo humano (Ver tabla N° 17)

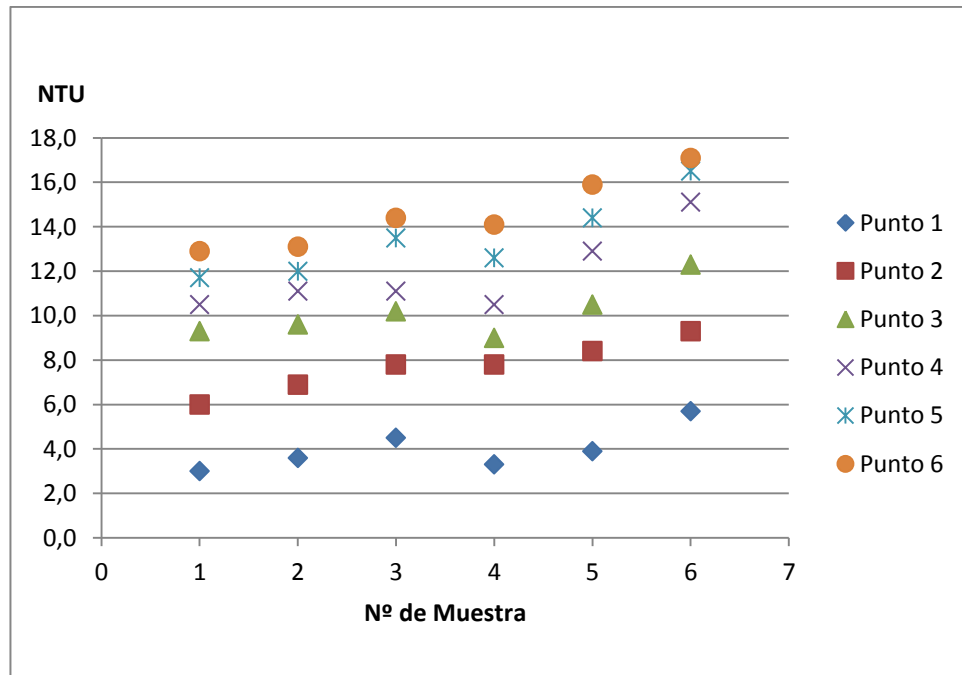
**Grafica N° 17: Sólidos Suspendidos Totales**



#### 7.4.11 Sólidos Suspendidos Totales

Dentro de las características de la Quebrada Reyes se destaca la pendiente de ella. Fenómenos como erosión, precipitaciones fuertes, crecientes súbitas contribuyen al aumento de los sólidos suspendidos. Estos fenómenos aumentan el grado de sólidos suspendidos que se pueden encontrar en sus aguas. Para el punto uno se encontró un promedio de sólidos suspendidos totales de 18.5mg/L. El punto de mayor presencia de SST fue para el muestreo 4 en el punto 5, aunque no era la temporada más alta de precipitaciones, se presentó un hecho muy relevante; el día se presentaron precipitaciones en el casco urbano. (Ver tabla N° 18) Los Sólidos Suspendidos Totales S.S.T. presenta una desviación estándar de 12.6.

**Grafica N° 18: Turbiedad**



#### 7.4.12 Turbiedad

La turbiedad presenta una característica creciente que verdaderamente era de esperarse, los problemas de erosión presentados en la vereda laureles son originados por la deforestación y pastoreo de bovinos en cercanía a la quebrada. Al estar ubicadas estas complicaciones cerca a su nacimiento repercuten a lo largo de la fuente hídrica (ver Figura N°8), sumado a estos problemas. La proliferación de la población, el uso de sus aguas como cuerpo receptor y el depósito de residuos sólidos en las aguas de la quebrada son factores relevantes que generan contaminación a esta fuente hídrica. El incremento en la turbiedad del punto uno al punto 2 en todos los muestreos es fácilmente representado por los problemas de erosión anteriormente mencionados

Para los muestreos 5 y 6 presenta bastante turbiedad debido a que fueron los últimos muestreos realizados y que para la fecha de la toma de muestras se presentaba una de las mayores temporadas invernales de la región, así como para el muestreo número 3 que demuestra mayor turbiedad producto de las lluvias que para la temporada se presentan. La Turbiedad presenta una desviación estándar de 3.8

La resolución 2115 de 2007 establece un nivel permisible de 2 NTU y aunque

se sobrepasan los niveles establecidos la turbiedad en estas aguas es de esperarse debido a la pendiente, los problemas de erosión por pastoreo y deforestación mencionados anteriormente. (Ver tabla N° 19)

La determinación de los puntos de muestreo fue muy importante debido a que en ellos se encontraban fuentes puntuales de contaminación que reflejan el verdadero estado de las características del agua.

El impacto generado en las aguas de la Quebrada Reyes por el vertimiento de aguas servidas a esta en el casco urbano del municipio de La Vega es notorio después de evaluar las características con las que cuenta el cuerpo hídrico, tanto en su nacimiento, trascurso y desembocadura. La reducción a niveles mínimos de sus características antes de su desembocadura al Río Ila en comparación a su nacimiento y trascurso por el casco urbano demuestra un deterioro importante y cambio de aspecto; como es el caso del oxígeno disuelto que en concentraciones menores de 4 mg/L no permiten la vida de peces el OD se pueden encontrar en el casco urbano a niveles mínimos que amenazan la vida acuática donde reflejan valores de 4.26 mg/L estos resultados expresan el deterioro que genera la cercanía del casco urbano a las aguas de la Quebrada Reyes.

Es frecuente que se encuentren condiciones similares en diferentes parámetros que se pueden justificar por la adición de nuevas corrientes hídricas superficiales que pueden mejorar las condiciones físicas y químicas o repercutir en la calidad de las mismas.

Las diferencias climáticas juegan un papel muy importante pues el aumento de una temporada lluviosa incide en algunas características de los cuerpos hídricos sumado a su pendiente como es el caso de la Quebrada Reyes que para épocas de lluvia su concentración de Oxígeno Disuelto aumenta y en temporada seca disminuye, teniendo en cuenta estos factores los rangos encontrados demuestran que a pesar de la ayuda climática la recuperación de la quebrada no es lo suficiente para regular el impacto que se genera a sus aguas.

Una vez determinados los impactos que se generaban y cual era su procedencia, se busco dar a conocer las alternativas para mitigar el impacto generado a la Quebrada Reyes una de las alternativas es brindar mayor control por parte de las autoridades ambientales para controlar el vertimientos generados sobre la Quebrada Reyes ya que con un simple recorrido por el cauce de la quebrada en el casco urbano se puede observar conexiones erróneas, jabones provenientes casas que terminan dispuestas en el cauce de la quebrada. Por otra parte sería muy procedente optimizar el alcance del alcantarillado municipal para que tenga una cobertura total o lo más cercano



posible al 100% para evitar que aguas negras terminen depositadas en las aguas de la Quebrada. En cuanto a las aguas de la Quebrada Catica sería conveniente hacer un estudio independiente con el fin de determinar cuáles y que tipos de contaminantes son los que ejercen mayor impacto en estas aguas para poder emitir una posible solución a la problemática que genera esta fuente hídrica. Por último verificar el cumplimiento de la normatividad y funcionamiento de la planta de sacrificio y de la misma manera controlar el vertimiento de residuos líquidos y sólidos provenientes de ella.

## 8 CONCLUSIONES

Las características de la quebrada reflejan unos resultados esperados en cuanto a las características de caudal presenta características ascendentes para cada punto de muestreo denotando un caudal promedio de la quebrada de  $1.12 \text{ m}^3/\text{s}$ . Los impactos generados por los vertimientos de las aguas residuales sobre el cause de la quebrada reyes en el casco urbano del municipio de la vega están representados en las características analizadas en laboratorio simbolizan el impacto negativo que se esta generando en las aguas de la Quebrada Reyes debido a los vertimientos. La dureza del agua hace referencia a la presencia de jabones que son vertidos constantemente en las aguas de la misma. La disminución del oxígeno disuelto a los niveles mínimos para la vida de especies acuáticas representa un claro indicador del deterioro e impacto generado asociado a la población aledaña. Precisamente en el trascurso por el casco urbano es donde aumenta estos índices o en su debido caso disminuyen, los impactos en las aguas repercuten con mayor incidencia a partir del punto número tres. Lo que refleja que la cercanía del casco urbano a las aguas de la Quebrada Reyes influye notoriamente en cuanto al aspecto paisajístico como de sus características físicas y químicas.

Dentro de los principales vertimientos encontrados en el trascurso de la quebrada reyes desde su nacimiento hasta su desembocadura se pueden encontrar vertimientos orgánicos en su parte alta para su parte media se compone principalmente de conexiones erróneas al alcantarillado vertimientos de pequeñas industrias como panadería, restaurantes y viviendas con principales componentes derivados de jabones. Los parámetros analizados reflejan una continua disminución en las características del cuerpo hídrico al momento de ingresar al casco urbano lo cual incide en una afección directa por vertimientos que son representados en conexiones erróneas, problemas de alcantarillado, mal manejo de residuos tanto líquidos como sólidos, problemáticas de centros de acopio para producción de carne, aunque los elementos analizadas no sobrepasan ni son inferiores a los límites establecidos por la legislación colombiana el deterioro es constante y progresivo y la pérdida de sus características es notorio.

Los puntos determinados para los muestreos fueron tomados dependiendo algunas características como: posibilidad para realizar las pruebas de caudal, determinación de puntos críticos por infiltraciones o problemas de alcantarillado, cercanía a viviendas, logrando determinar la implicación de estos factores en el aumento de agentes contaminantes.

Dentro de los análisis realizados en el laboratorio y los recorridos efectuados

sobre el cauce de la quebrada Reyes se logro identificar diferentes vertimientos sobre las aguas del cuerpo hídrico en una descripción espacio temporal en los diferentes puntos de la quebrada Reyes podemos decir que:

El nacimiento presentan las siguientes problemáticas; una de ellas es reflejada en las épocas de lluvia, donde se incrementa la turbiedad, debido al material de arrastre generado por los fenómenos de erosión presentes en la vereda laureles alto(Ver figura 8). El sobre pastoreo de bovinos genera un deterioro en el suelo y puede afectar los bosques nativos que son los encargados de preservar y producir las características para el desarrollo de las aguas, existen en diferentes puntos claros que fueron generados por la deforestación con la finalidad de aprovechar los recursos maderables.

Para la parte media existen diferentes inconvenientes como la falta de concienciación y de cumplimiento de la normatividad en cuanto a la protección de las zonas aledañas al cauce de la Quebrada que permitió la urbanización generado la desaparición de los bosques de galería (ver figura 10), además de arrojar residuos sólidos provenientes de casas, vertimientos de residuos líquidos (ver figura 5), y conexiones erróneas al alcantarillado (ver figura 7).

Para su parte final las aguas de la Quebrada La Cativa generan contaminación, las aguas de dicha Quebrada brotan en el barrio La Gloria. Muchas de las casas de este barrio y las que se encuentran en la riberas de la Quebrada, vierten aguas negras o debido al deterioro del alcantarillado se infiltran y terminan depositadas en las aguas de la Quebrada La Cativa (ver figura 3). Por otro lado la gran cantidad de residuos sólidos que son arrojados inescrupulosamente son un factor de afección paisajística sin nombrar que generalmente contienen jabones, detergentes y en diferentes partes del curso del agua se vierten jabones (ver Figura 6)

La planta de sacrificio (matadero municipal) es un factor determinante ya que en los días de sacrificio se vierte la sangre y toda la materia fecal que emiten los animales en los corrales terminan dispuestas en el agua por medio de una plataforma dirigida a la Quebrada Reyes (ver Figura 4)

## 9 RECOMENDACIONES

Dentro de las postulaciones con fines de mejoramiento, en cuanto al manejo y tratamiento que se le da a las aguas y riberas de la Quebrada Reyes podemos resaltar que:

- Se hace necesario con carácter urgente, mayor protección a la flora en él y nacimiento de la Quebrada ya que solo se preserva la vegetación en las zonas donde nace el cuerpo hídrico y no a sus alrededores; como efecto de ello se denota la disminución de su caudal en épocas de verano a niveles mínimos.
- Cumplimiento del Plan de Desarrollo Territorial (P.O.T.) con el fin de minimizar el impacto que genera el pastoreo de bovinos en las zonas que deben estar dedicadas a la conservación y preservación de los recursos hídricos.
- Mejoramiento del alcantarillado municipal con el fin conducir el agua hacia la Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) sin fugas ni filtraciones; ya que el alcantarillado está a un costado del cauce de las aguas de la Quebrada.
- Mayor eficiencia en conexiones por parte del alcantarillado municipal
- Mejoramiento en el manejo de los residuos sólidos del municipio para que no terminen dispuestos en las aguas o cauce de la Quebrada Reyes.
- Aumentar el nivel de participación en las jornadas ambientales realizadas por el municipio donde se hagan partícipes tanto la comunidad educativa, estudiantil, fuerzas civiles y la comunidad en general como los actores que intervienen en las afecciones a los cuerpos hídricos.

En cuanto al desarrollo de las actividades intrínsecas al presente documento

- Mejor manejo de las aguas de la Quebrada Catica, utilización de alternativas para separar las aguas negras de ella e integrarlas al alcantarillado municipal.
- Controlar el vertimiento de jabones a las aguas de la Quebrada Reyes.

- Aumentar la cobertura del alcantarillado a la totalidad de los barrios del municipio que pueden depositar sus aguas a la Quebrada Reyes.
- Mejoramiento del alcantarillad municipal y posible conducción a la planta de tratamiento de aguas residuales por un sendero diferente al cauce de la Quebrada Reyes
- Tecnificación y completa eficiencia en las actividades realizadas en la planta de sacrificio (matadero municipal) para controlar y detener los vertimientos de diferentes residuos sobre la Quebrada Reyes.
- Monitorear constantemente las aguas de la Quebrada Reyes para controlar la pérdida o aumentos de compuestos analizados

## 10 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Acueducto de Bogotá, Empresa, Nuestra Historia, recuperado el 26 de julio de 2012, de [http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/portal!/ut/p/c5/hY09D4lwGIR\\_0nsUWmCsii0GqKZBgYUwGGwi4GD8\\_UJcXJS78bkPamj22L1c3z3dNHZ3qqgRbeTZ3laawYRsh1QmSST84LCRYua1aLdK6iDMAMPOACu4PaG0PIJ\\_pX1Z\\_r4Siu9jplbHmcmVB\\_AP\\_7e\\_cPyQBBV6Gq5UrqzUMVWCHkMFd7z1b4I1vLc!/dl3/d3/L0IDU0IKSWdra0EhIS9JTIJBQUlpQ2dBek15cUEhL1ICSIAXTkMxTktfMjd3ISEvN184MVNNUzdIMjBPNzJEMEIBRUU4NjM0Ski2NQ!!/?WCM\\_PORTLET=PC\\_7\\_81SMS7H20072D0IAEE8634JB65\\_WCM&WCM\\_GLOBAL\\_CONTEXT=/wps/wcm/connect/eaabv6/sacueducto/aempresa/aempsecsecundaria/empresanuestrahistoria](http://www.acueducto.com.co/wpsv61/wps/portal!/ut/p/c5/hY09D4lwGIR_0nsUWmCsii0GqKZBgYUwGGwi4GD8_UJcXJS78bkPamj22L1c3z3dNHZ3qqgRbeTZ3laawYRsh1QmSST84LCRYua1aLdK6iDMAMPOACu4PaG0PIJ_pX1Z_r4Siu9jplbHmcmVB_AP_7e_cPyQBBV6Gq5UrqzUMVWCHkMFd7z1b4I1vLc!/dl3/d3/L0IDU0IKSWdra0EhIS9JTIJBQUlpQ2dBek15cUEhL1ICSIAXTkMxTktfMjd3ISEvN184MVNNUzdIMjBPNzJEMEIBRUU4NjM0Ski2NQ!!/?WCM_PORTLET=PC_7_81SMS7H20072D0IAEE8634JB65_WCM&WCM_GLOBAL_CONTEXT=/wps/wcm/connect/eaabv6/sacueducto/aempresa/aempsecsecundaria/empresanuestrahistoria)
- [2] OLIAS. Manuel. (2006) Water quality of the Guadiamar River after the Aznalcóllar spill (SW Spain)
- [3] Floqui. T., Vezi. D., Malollari. Il. (2007). Identification and evaluation of water pollution from Albanian tanneries, *Desalination* 213 56–64
- [4] Andrade J.M., Sotero M. F., Carlosena A. Tauler R. (2007) temporal characterization of river waters in urban and semi-urban areas using physico-chemical parameters and chemometric methods. *AnalyticaChimicaActa*, 583 128–137.
- [5] Palupi K., Sumengen S., Inswiasri S., Agustina L., Nunik S.A., Sunarya W., Quraisyn A. (1995) River water quality study in the vicinity of Jakarta, *Water Science and Technology*, 31 17-25
- [6] Mercado Martinez, I. & Valencia Hurtado, S. (2008). Evaluacion Ambiental de un Río. Estudio elaborado en el río Medellín (Colombia) *Analisis Ambiental*.
- [7] Valencia Matiz Y. E. Betancourt Aguirre A. (2006) Elementos para la ordenación y plan de manejo de la Subcuenca hidrográfica del río Ila (La Vega-Cundinamarca). Universidad Libre. Bogotá
- [8] C.A.R. Retiran 1.4 toneladas de residuos de la Quebrada Reyes en el Municipio de La Vega. Consultado 26 de febrero de 2011, En: <http://www.car.gov.co/?idcategoria=16068>
- [9] C.A.R. dos toneladas de basura sacadas del ro Ila y la Quebrada Reyes en el municipio de La Vega. Consultado 26 de septiembre de 2010. En <http://www.car.gov.co/index.php?idcategoria=8608>

[10] Bonza Pérez N. P. (2000) Diagnostico y Recomendaciones para el Manejo Ambiental del Municipio de La Vega Cundinamarca. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá

[11] Municipio de La Vega Cundinamarca. Plan de desarrollo del municipio de La Vega Cundinamarca. Consultado 13 de febrero de 2010 [http://www.lavega-cundinamarca.gov.co/apc-aa-files/38326631613939343862366632383862/PLAN\\_DE\\_DESARROLLO\\_MUNICIPAL\\_LA\\_VEGA.pdf](http://www.lavega-cundinamarca.gov.co/apc-aa-files/38326631613939343862366632383862/PLAN_DE_DESARROLLO_MUNICIPAL_LA_VEGA.pdf)

[12] Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC. Plancha N° 208, 208 IV C, 227 II A.)

[13] Gutiérrez P. Cayetano., Cayetano G Cánovas (2009) la actuación frente al cambio climático 1ª edición. Edit.um y Consejería de Educación, Formación y empleo de la Región de Murcia

[14] Fernández G. Jose F., Díaz M. Emilia. (2006) La evaluación ambiental de los planes urbanísticos y de ordenación del territorio. Ed. La Ley-actualidad. Madrid.

[15] (Glynn Henry J., Heinke Gary W. (1999) Environmental engineering, 2ª. Edition, Pearson Education)

[16](DUNCAN Mara, (1976), Sewage Treatment in Hot Climates, John Wiley & Sons, Londres.)

[17](Mendonca. S.R., (2000) sistemas de laguna de estabilización, McGraw Hill, interamericana Bogotá)

[18] Metcalf & Eddy. (1995). Ingeniería de Aguas Residuales. 3a. ed. España, McGraw-Hill.

[19] Bello U. Marco A., Pino Q. Maria T. (2000) medición de presión y caudal Gobierno de Chile, Ministerio de Agricultura Boletín INIA N° 28 Punta Arenas

[20] Portal [mediambiente.com](http://www.portalmedioambiente.com) recuperado el 19 de enero de 2013 de, <http://www.portalmedioambiente.com/evaluacion-de-impacto-ambiental-eia-vt29.html>

[21] IDEAM. Metodología para la toma de muestras de aguas residuales y aforos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales República de Colombia subdirección de hidrología - grupo laboratorio de

calidad ambiental Consultado 27 de mayo de 2011. En <http://es.scribd.com/doc/55828414/guiaparatomademuestrasdeaguasIDEAM.com>

[22] Standards Methods For The Examination Of Water and Wastewater 20th Edition

[23] Turbiedad: a través del equipo turbidímetro (Turbiquant 3000 marca Merck) manual turbiquant 3000