	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
Dependencia	Aprobado		Pág.	
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		1(168)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	ANGELICA VIVIANA PICON VERJEL SERGIO DAVID PAREDES MANZANO		
FACULTAD	INGENIERÍAS		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA CIVIL		
DIRECTOR	Esp. NAPOLEON GUTIERREZ DE PIÑERES		
TÍTULO DE LA TESIS	DIAGNOSTICO DEL ESTADO ACTUAL Y EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO HIDRAULICO DEL CANAL REVESTIDO DEL RIO CHIQUITO DESDE LA CRA 14 BARRIO EL PALOMAR HASTA LA CRA 27 BARRIO TOTUMALITO EN LA CIUDAD DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER		
RESUMEN (70 palabras aproximadamente)			
<p>LA INVESTIGACIÓN COMPILA INFORMACIÓN ACERCA DEL ESTADO FISICO DEL CANAL REVESTIDO DEL RIO CHIQUITO Y A SU VEZ ANALIZA EL COMPORTAMIENTO HIDRAULICO DE LA ESTRUCTURA, DETERMINANDO CARACTERITICAS MORFOMETRICAS DE LA MICROCUENCA DEL RIO CHIQUITO Y VARIABLES PARA EL CALCULO DE CAUDAL A UN PERIODO DE REOTORNO ESTABLECIDO, QUE PERMITIO ESTABLECER LAS ZONAS SUSCEPTIBLES A INUNDACION PARA UN PERIODO DE RETORNO DE 50 – 100 AÑOS A TRAVES DEL SOFTWARE HEC-RAS.</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS:168	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:1



**DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL Y EVALUACIÓN DEL
COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DEL CANAL REVESTIDO DEL RIO
CHIQUITO DESDE LA CRA 14 BARRIO EL PALOMAR HASTA LA CRA 27
BARRIO TOTUMALITO EN LA CIUDAD DE OCAÑA NORTE DE
SANTANDER**

AUTORES:

ANGÉLICA VIVIANA PICÓN VERJEL

SERGIO DAVID PAREDES MANZANO

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

DIRECTOR

NAPOLEÓN GUTIÉRREZ DE PIÑERES

INGENIERO CIVIL

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

INGENIERÍA CIVIL

OCAÑA, COLOMBIA

JULIO DE 2016

Agradecimientos

Expresamos nuestros agradecimientos:

A la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña y a los profesores que contribuyeron a nuestra formación como ingenieros.

Al Ing. Napoleón Gutiérrez de Piñeres quien lideró el proceso de realización del proyecto.

Al ingeniero Pablo Emilio Quintero por su interés y colaboración en la investigación.

A la Msc. María Teresa Duran por incentivar el espíritu investigativo y sus enseñanzas en el área metodológica de un proyecto.

A todas aquellas personas que contribuyeron para que esto se llevara a cabo.

Angélica Viviana Picón Verjel

Sergio David Paredes Manzano

Dedicatoria

A Dios por brindarme vida, salud, paciencia y entendimiento para el logro de esta meta, a mi familia que me ha acompañado en este proceso, en especial a mi mamá Blanca Stella Paredes que se ha esforzado por hacer de mi un profesional brindándome su amor y apoyo incondicional, a mi tía Ligia Paredes que me acompañó y siempre soñó verme profesional y hoy sonrío en el cielo y a todas aquellas personas que me han acompañado en esta etapa de mi vida.

Sergio David Paredes Manzano

Dedicatoria

A Dios por regalarme vida, salud, inteligencia, sabiduría y guiar siempre mis pasos, a mi familia, mis padres Yamile Vergel y Tulio Picón por formarme, hacer de mí una mujer de bien y por darme la oportunidad de perseguir mi sueño, a mi hermano Danny Fabián Picón V. por creer en mí y darme su apoyo, a mi amado Puppys, un regalo del cielo mi compañía y refugio siempre. También dedico este logro a mi Tutii, por estar a mi lado compartiendo los buenos y malos momentos, por el amor, la comprensión y el apoyo incondicional que me ha brindado todo este tiempo.

Angélica Viviana Picón Verjel

Índice

Introducción	17
Capítulo 1: Diagnóstico del estado actual y evaluación del comportamiento hidráulico del canal revestido del río chiquito desde la cr 14 barrió el palomar hasta la cra 27 barrios totumalito en la ciudad de Ocaña Norte de Santander	18
1.1. Planteamiento del problema.....	18
1.2. Formulación del problema.....	19
1.3. Objetivos.....	19
1.3.1 Objetivo general.....	19
1.3.2 Objetivos específicos.....	19
1.4. Justificación.....	20
1.5. Delimitaciones.....	21
Capítulo 2: Estado del arte	22
Capítulo 3: Marcos de referencia	23
3.1. Marco Teórico.....	23
3.2. Marco Conceptual.....	29
3.3. Marco Legal.....	36
Capítulo 4: Diseño metodológico	39
4.1. Tipo de Investigación.	39
4.2. Descripción general de la zona de estudio.....	39
4.3. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación.	40
4.4. Procedimiento para recolección de datos.	42
4.5. Análisis e interpretación de datos.	42
Capítulo 5: Resultados y discusión	44
5.1. Sectorizar el canal revestido e identificar los daños que presenta en su estructura.	44
5.2. Aplicar el método racional para calcular el caudal que proviene de la microcuenca del río Chiquito para el periodo de retorno recomendado en la Tabla D.4.2 del título D del RAS 2000.	115
5.3. Realizar una modelación de la sección transversal del canal a través del software HEC-RAS. ...	134
5.4. Evaluar el funcionamiento hidráulico del canal revestido, verificando su capacidad actual.....	148
Capítulo 6: Conclusiones	154
Capítulo 7: Recomendaciones	156
Referencias	158
Apéndices	159

Lista de figuras

Figura 1.Imagen digitalizada del sector en estudio.....	40
Figura 2.Nomenclatura para el diagnóstico del canal.....	44
Figura 3.Desgaste del revestimiento, vegetacion y conexión errada.....	47
Figura 4.Vegetación, deficiencia en las juntas.....	47
Figura 5.Desgaste del revestimiento, socovacion , vegetacion.....	47
Figura 6.Sedimentacion, erosión.....	47
Figura 7.Conexión domiciliaria, vegetación, desgaste del revestimiento.....	49
Figura 8.Conexión domiciliaria, vegetación, desgaste del revestimiento.....	49
Figura 9.Vegetación, sedimentación inicio de curva.....	49
Figura 10.Perdida de la estructura,vegetacion.....	52
Figura 11.Sedimentación, perdida estructura margen izquierdo.....	52
Figura 12. Socavación entre B2 y T2.....	52
Figura 13.Obstrucción material rocoso, sedimentación, vegetación y perdida de la estructura...	52
Figura 14.Vegetación margen izquierdo, desgaste en juntas margen izquierdo.....	54
Figura 15.Obstrucción en el canal, desgaste de revestimiento.....	54
Figura 16.Vegetacion.....	54
Figura 17.Desgaste de revestimiento y juntas, vegetación margen izquierdo.....	54
Figura 18.Vegetación, obstrucción en él canal.....	56
Figura 19.Obstrucción material rocoso en B2, desgaste del revestimiento.....	56
Figura 20.Desgaste del revestimiento,vegeracion, grietas.....	56
Figura 21.Vegetación, desgaste del revestimiento. Socovacion.....	56
Figura 22.Socavación entre B y T1, desgaste de revestimiento.....	58
Figura 23.Vegetación.....	58
Figura 24.Residuos solidos, y desgaste de revestimiento.....	58
Figura 25.Socavación, desgaste de revestimiento.....	58
Figura 26.Socavación de talud, desgaste de revestimiento..	60
Figura 27.Densa capa de vegetación margen izquierdo.....	60
Figura 28.Desgaste de revestimiento de la base.....	60
Figura 29.Deficiencia de las juntas, desgaste el revestimiento, socavación.....	60
Figura 30.Socavación, desgaste del revestimiento.....	62
Figura 31.Socavación, desgaste de revestimiento en margen izquierdo.....	62
Figura 32.Desplazamiento de junta, desgaste de margen izquierdo.....	62
Figura 33.Socavación, desgaste de revestimiento, presencia de vegetación.....	62
Figura 34.Socavación en las juntas margen izquierdo, vegetación ambos márgenes.....	64
Figura 35.Obstrucción, vegetación.....	64
Figura 36.Desgaste de revestimiento y asentamiento en base.....	64
Figura 37.Socavación y asentamiento en base.....	64
Figura 38.Desgaste del revestimiento.....	66
Figura 39.Discontinuidad del talud T2... ..	66
Figura 40.Fractura y asentamiento de la base, vegetación y basuras.....	66
Figura 41.Socavación ambos márgenes, deficiencia en juntas.....	68
Figura 42.Erosión en el poca vegetacion.....	68

Figura 43.Revestimiento en buen estado del margen derecho.....	70
Figura 44.Daño e invasión del talud T2.....	70
Figura 45.Obstrucción.....	72
Figura 46.Asentamiento en base del canal.....	72
Figura 47.Viviendas aledañas al canal.....	72
Figura 48.Agrietamiento en losa, erosión de revestimiento y asentamiento en la base.....	74
Figura 49.Socavación entre B y T1 margen izquierdo, desgaste del revestimiento	74
Figura 50.Socavación y desgaste de ambos márgenes.....	74
Figura 51.Vegetación y basura margen derecho.....	74
Figura 52. Exceso de vegetación y basura del margen derecho.....	76
Figura 53.Basura y vegetación en margen derecho.	76
Figura 54.Densa vegetación	76
Figura 55. Socavación y desgaste de revestimiento.....	76
Figura 56.Deficiencia en juntas.....	78
Figura 57.Desgaste y pérdida del sello en juntas, vegetación.....	78
Figura 58.Deficiencia en juntas y revestimiento.....	78
Figura 59.Asentamiento y desgaste de la base.....	78
Figura 60.Grieta en losa del talud T1 margen derecho.....	80
Figura 61.Pérdida del sello en juntas	80
Figura 62.Pérdida del sello en juntas y vegetación sectorizada.....	80
Figura 63.Pérdida del talud T2 en el margen derecho.	80
Figura 64.Conexión domiciliaria	82
Figura 65.Levantamiento de losa y vegetación.....	82
Figura 66.Pérdida de revestimiento, deficiencia en las juntas.....	82
Figura 67. Desgaste en el revestimiento	82
Figura 68. Deficiencia de juntas y pérdida del sello	84
Figura 69.Estructura hidráulica tipo sumidero, agrietamiento y socavación.....	84
Figura 70.Margen izquierdo en buen estado, margen derecho con daños.....	84
Figura 71.Ruptura del material de revestimiento de T2, deficiencias en juntas	84
Figura 72. Desgaste de revestimiento y pérdida del sello en juntas.....	86
Figura 73.Desgaste en curva perteneciente al margen izquierdo.....	86
Figura 74.Socavación entre la base y T1, vegetación.....	88
Figura 75.Asentamiento de la base agrietamientos de losas, separación de juntas y socavación.....	88
Figura 76.Socavación a lo largo del tramo	88
Figura 77.Desgaste del material de revestimiento y socavación.....	90
Figura 78.Deterioro margen derecho	90
Figura 79. Se presentan dos tipos de revestimiento en sectores de este tramo en el talud T2... ..	90
Figura 80.Amplitud en la sección después del puente.....	90
Figura 81.Estructura hidráulica con perforación en T2 en el margen izquierdo.....	92
Figura 82.Sección de gran amplitud, solo daños de erosión en juntas	92
Figura 83.Basura y sedimentos	92
Figura 84.Desprendimiento de losa	94
Figura 85.Pérdida de sección en T1 del margen derecho, presencia de vegetación	94
Figura 86.Basura, sedimentos y vegetación.....	94
Figura 87.Socavación entre B y T1 de vegetación de ambos de márgenes.	94

Figura 88.Obstrucción en el canal de material en concreto, sedimentos y basura.....	96
Figura 89.Socavación y deficiencia juntas, vegetación.	96
Figura 90.Socavacion y basura.	98
Figura 91.Se presenta separación en losas, socavación a lo largo del tramo.....	100
Figura 92.Espesa vegetación situada en T1 yT2 del margen derecho	100
Figura 93.Vegetación densa en ambos márgenes, socavación en el margen derecho.....	102
Figura 94.Separación en juntas.....	102
Figura 95.Basura y sedimentación en base, socavación y deficiencia en el sello de las juntas...102	102
Figura 96.Separación en losa con presencia de socavación y erosión.....	102
Figura 97. Basura y vegetación a lo largo del tramo..	104
Figura 98.Derrumbe de material arcilloso depositado en T2 y B2 del margen derecho	104
Figura 99.Socavación a lo largo del tramo en el margen derecho..	104
Figura 100.Conexión de tubería en PVC en T1 del margen izquierdo.....	104
Figura 101.Abultamiento en el revestimiento de T1 del margen izquierdo.....	106
Figura 102.Alta socavación en ambos márgenes de la curva	106
Figura 103.Erosión entre juntas.....	106
Figura 104.Vegetación en ambos márgenes	106
Figura 105.Basura en base del canal.....	108
Figura 106.Asentamiento en una de las losas de la base del canal.....	108
Figura 107.Basura, sedimentos y vegetacion.....	108
Figura 108.Alta socavación en la del margen derecho. Vegetación sedimentos y basura.....	108
Figura 109.Margen derecho con presencia socovacion.....	110
Figura 110.Socavación.....	110
Figura 111.Vegetación y basura..	110
Figura 112.Espesa vegetación.....	110
Figura 113.Sedimentación y vegetacion.	112
Figura 114.Material de concreto en base	112
Figura 115.Fin del canal revestido.....	112
Figura 116.Fin del canal revestido.....	112
Figura 117.Descripción de coordenadas de los tramos analizados.....	114
Figura 118.Cuencas hidrográficas de Ocaña	116
Figura 119.fill del Modelo Digital de Elevación correspondiente al Municipio de Ocaña.	117
Figura 120.Resultado del procesamiento inicial del DEM con la herramienta Hydrology >flow Direction y Flow Accumulation	118
Figura 121.Resultado del procesamiento inicial del DEM con la herramienta Hydrology > flow Direction y Flow Accumulation.....	118
Figura 122.Delimitación de la microcuenca del rio chiquito dentro del perímetro urbano de la ciudad.....	119
Figura 123.Mapa de la delimitación de la microcuenca del rio chiquito dentro del perímetro urbano de la ciudad de Ocaña	120
Figura 124.Mapa pendiente del terreno.	123
Figura 125.Interfaz de trabajo del software ArcGIS 10.3 con la visualización del DEM y el archivo SHP del límite de la microcuenca.....	124
Figura 126.visualización de la cuenca del rio chiquito que permite ver de mejor manera los lugares con mayor rango de pendientes en la microcuenca.....	125

Figura 127.El sur de la microcuenca también presenta pendientes elevadas al igual que un pequeño sector al costado occidental de esta microcuenca.	125
Figura 128.Datos meteorológicos de precipitación en la estación de Abrego.	126
Figura 129.Datos meteorológicos de precipitación en la estación de Abrego.	127
Figura 130.Precipitación máxima promedio Multianual 2001 – 2015.	128
Figura 131.Modelo 3D del terreno de la microcuenca del rio chiquito.	143
Figura 132.Grafico áreas susceptibles a inundaciones.	144
Figura 133.Visualización zonas inundables de la microcuenca.	144
Figura 134.Zonas de la microcuenca del rio Chiquitos susceptibles a inundaciones.	145
Figura 135.Cotas máximas de inundación periodo de retorno 25-100 años.	147
Figura 136.Puntos geográficos en los cuales el rio chiquito recibe sus tributarios.	148

Lista de tablas

Tabla 1.Formato de recolección de datos en campo.	45
Tabla 2.Descripción del estado actual del canal, tramo 1.....	46
Tabla 3.Descripción del estado actual del canal, tramo 2.....	48
Tabla 4.Descripción del estado actual del canal, tramo 3.....	50
Tabla 5.Descripción del estado actual del canal, tramo 5.....	53
Tabla 6.Descripción del estado actual del canal, tramo 5.....	55
Tabla 7.Descripción del estado actual del canal, tramo 6.....	57
Tabla 8.Descripción del estado actual del canal, tramo 7.....	59
Tabla 9.Descripción del estado actual del canal, tramo 8.....	61
Tabla 10.Descripción del estado actual del canal, tramo 9.....	63
Tabla 11.Descripción del estado actual del canal, tramo 10.....	65
Tabla 12.Descripción del estado actual del canal, tramo 11.....	67
Tabla 13.Descripción del estado actual del canal, tramo 12.....	69
Tabla 14.Descripción del estado actual del canal, tramo 13.....	71
Tabla 15.Descripción del estado actual del canal, tramo 14.....	73
Tabla 16.Descripción del estado actual del canal, tramo 15.....	75
Tabla 17.Descripción del estado actual del canal, tramo 16.....	77
Tabla 18.Descripción del estado actual del canal, tramo 17.....	79
Tabla 19.Descripción del estado actual del canal, tramo 18.....	81
Tabla 20.Descripción del estado actual del canal, tramo 19.....	83
Tabla 21.Descripción del estado actual del canal, tramo 20.....	85
Tabla 22.Descripción del estado actual del canal, tramo 21.....	87
Tabla 23.Descripción del estado actual del canal, tramo 22.....	89
Tabla 24.Descripción del estado actual del canal, tramo 23.....	91
Tabla 25.Descripción del estado actual del canal, tramo 24.....	93
Tabla 26.Descripción del estado actual del canal, tramo 25.....	95
Tabla 27.Descripción del estado actual del canal, tramo 26.....	97
Tabla 28.Descripción del estado actual del canal, tramo 27.....	99
Tabla 29.Descripción del estado actual del canal, tramo 28.....	101
Tabla 30.Descripción del estado actual del canal, tramo 29.....	103
Tabla 31.Descripción del estado actual del canal, tramo 30.....	105
Tabla 32.Descripción del estado actual del canal, tramo 32.....	107
Tabla 33.Descripción del estado actual del canal, tramo 32.....	109
Tabla 34.Descripción del estado actual del canal, tramo 33.....	111
Tabla 35.Clasificación según el coeficiente de forma	122
Tabla 36. Coeficientes de escorrentía.	129
Tabla 37.Nivel de complejidad del Sistema.	130
Tabla 38.Grado de protección según el nivel de complejidad.....	130
Tabla 39.Periodo de retorno según el grado de protección.....	131
Tabla 40.Cálculo del caudal de aguas residuales.....	133
Tabla 41.Diámetros de suelos presentes en el canal.	135
Tabla 42.Cálculo de n Manning.....	135

Tabla 43. Batimetría canal generada a partir del modelo digital de terreno TIN.	141
Tabla 44. Puntos geográficos de los tributarios del río Chiquito.....	149
Tabla 45. Parámetros hidráulicos de la modelación.	150

Lista de apéndices

Apéndice A. Línea base.	160
Apéndice A. Registro fotográfico “Seguimiento al daño localizado en el tramo 24”.....	165
Apéndice C. Evaluación de los daños encontrados en el canal revestido del rio chiquito.....	167

Resumen

Históricamente el municipio de Ocaña, Norte de Santander ha sufrido sucesos de inundaciones ocasionados por el desborde del Río Chiquito en algunas zonas a lo largo del canal, esto como respuesta a las altas precipitaciones que se han venido presentando en temporada invernal, afectando las edificaciones aledañas al canal y los habitantes que residen en ellas. El presente trabajo de grado consiste en realizar un diagnóstico físico y evaluar el comportamiento hidráulico del estado actual del canal revestido del río Chiquito en la ciudad de Ocaña

Para llevar a cabo el estudio se tuvieron como objetivos recolectar y analizar la información como la cartografía, levantamientos topográficos, estudios hidrológicos e hidráulicos y registros de precipitación, aplicar el método racional para calcular el caudal que provienen de la micro cuenca para el periodo de retorno establecido en el Título D del RAS 2000, Sectorizar el canal revestido e identificar los daños que presenta en su estructura, realizar una modelación de la sección actual del canal a través del software HEC-RAS y evaluar el funcionamiento hidráulico del canal revestido, verificando su capacidad actual.

Para el desarrollo de este estudio la metodología empleada para realizar el diagnóstico físico y evaluar el comportamiento hidráulico del estado actual del canal revestido del río Chiquito, se realiza mediante la implementación de herramientas hidroinformáticas como el HEC-RAS que permite realizar la modelación de caudales correspondientes al periodo de retorno establecido, los parámetros hidráulicos y la geometría del cauce. Por otra parte a través de un recorrido que permite inspeccionar el estado físico del canal revestido se realiza una línea base que describe los daños que se presentan a lo largo de la estructura.

Introducción

El presente proyecto de grado tiene como título diagnóstico del estado actual y evaluación del comportamiento hidráulico del canal revestido del río Chiquito desde la Cra 14 barrio el Palomar hasta la Cra 27 barrio Totumalito en la ciudad de Ocaña Norte de Santander, esta investigación representa un importante aporte para el área de la gestión del riesgo de la ciudad, ya que debido a la escasa información existente acerca del área de estudio de este proyecto se convierte en un insumo básico para el desarrollo de futuros proyectos e investigaciones.

La problemática de inundaciones que en los últimos años se ha venido presentando en el país y que ha azotado la región a traído como consecuencia daños materiales y humanos, debido al asentamiento de los habitantes que progresivamente han poblado áreas cercanas a corrientes hídricas, principalmente ríos, quebradas y demás causes de aguas, que al ser pobladas se convierten en zonas en situación de amenaza.

Lo dicho anteriormente es el caso de la ciudad de Ocaña, que cuenta con un único canal artificial para la conducción de aguas lluvias, este es el canal del Río Chiquito, el cual con el paso de los años, la carencia de un oportuno mantenimiento y las intensas precipitaciones en temporada de invierno que se vienen presentando, actualmente presenta un evidente deterioro que crea la necesidad de comenzar una investigación que incluye el cálculo del caudal que recibe el canal por precipitaciones, la elaboración de un diagnóstico que muestre los daños o afectaciones que presenta la estructura, una modelación de la sección del canal en el software HEC- RAS, que a su vez permite una evaluación del comportamiento hidráulico de la estructura.

Capítulo 1: Diagnóstico del estado actual y evaluación del comportamiento hidráulico del canal revestido del río chiquito desde la cra 14 barrió el palomar hasta la cra 27 barrios totumalito en la ciudad de Ocaña Norte de Santander.

1.1. Planteamiento del problema.

Uno de los requerimientos básicos de cualquier población es la rápida y segura recolección de las aguas lluvias, que permita el encauce y conducción de las mismas evitando en lo posible afectación a la población a lo largo de su recorrido, es por esto que se realizan obras hidráulicas como los canales de aguas lluvias, con el fin de evitar posibles molestias e incluso daños materiales y humanos debido a su acumulación o escurrimiento superficial, siendo este tipo de obras de crucial importancia para el correcto manejo de las aguas precipitadas.

Como es sabido, el crecimiento continuo de las áreas urbanas que se viene presentando en los últimos años han venido modificando el entorno natural en que habita el hombre, como lo es la deforestación de las cabeceras de las cuencas, la invasión de las rondas de los ríos y demás acciones humanas que han traído consecuencias como la disminución del área permeable y presencia de crecientes súbitas, que ocasionan ineficiencias en el rápido drenaje de las aguas lluvias.

Dentro de este contexto, surge la necesidad de estudiar el estado físico y el comportamiento hidráulico que permitan detectar las deficiencias existentes en la estructura de drenaje, como es el caso del canal revestido del río Chiquito, ubicado en la ciudad de Ocaña, el

cual es alimentado por la esorrentía que proviene de la micro cuenca de las quebradas el Tejar y San Cayetano, y que por las razones anteriormente expuestas como el avance la deforestación en la micro cuenca, la ocurrencia de crecientes súbitas, sumadas al deterioro de las juntas y textura del concreto y la erosión de las soleras del canal que por mucho tiempo ha carecido de un oportuno mantenimiento, podría dar como resultado la desaparición del revestimiento del canal.

1.2. Formulación del problema.

¿Cuál es el estado físico y comportamiento hidráulico del canal revestido del rio Chiquito, desde su inicio en el barrio el Palomar hasta su fin en el barrio Totumalito, en la Ciudad de Ocaña?

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo general.

Realizar un diagnóstico físico y evaluar el comportamiento hidráulico del estado actual del canal revestido del rio Chiquito en la ciudad de Ocaña.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Sectorizar el canal revestido e identificar los daños que presenta en su estructura.
- Aplicar el método racional para calcular el caudal que proviene de la microcuenca del rio Chiquito para el periodo de retorno recomendado en la Tabla D.4.2 del título D del RAS 2000.
- Realizar una modelación de la sección transversal del canal a través del software HEC-RAS.

- Evaluar el funcionamiento hidráulico del canal revestido, verificando su capacidad actual.

1.4. Justificación.

La evaluación del funcionamiento del drenaje urbano es fundamental para dar solución a los problemas que se ocasionan en temporada invernal, el agua de lluvia que forma la escorrentía superficial debe ser encauzada con el fin de ejercer control sobre esta y que cause la menor afectación posible.

Históricamente se han presentado inundaciones en el sector comprendido desde el barrio la Piñuela hasta el barrio el Palomar, y en algunas zonas del corredor de este drenaje hasta el puente de la federación; este sector cuenta con el canal revestido del río Chiquito, que actualmente evidencia un mal estado de su estructura, dicho canal es un importante efluente que controla posibles inundaciones y que dada su ubicación estratégica en la ciudad, busca recoger todas las descargas directas que caen sobre este drenaje, por ende se hace necesario realizar una investigación detallada sobre el estado actual y funcionamiento del canal en mención, pues en la actualidad no se cuenta con ningún estudio que sirva de base a las entidades competentes y que les permita dar respuestas a la constante incertidumbre de los habitantes que residen en las viviendas aledañas al canal, debido a que esta obra no fue incluida en las reparaciones y actual desarrollo del plan maestro, esta investigación también permitirá plantear alternativas de recuperación en lo posible de dicha estructura, evitando así que a futuro con altas precipitaciones como las ocurridas en años anteriores el canal fácilmente podría colapsar, lo que representaría la pérdida total del revestimiento de la estructura y daños materiales y humanos a la comunidad.

1.5. Delimitaciones.

Delimitación Operativa: En el proceso de investigación se requiere previo conocimiento y utilización de herramientas tecnológicas como: software SIG ARCGIS 10.3 version académica de la universidad Francisco de Paula Santander Ocaña y el software libre HEC-RAS.

Delimitación Conceptual: La presente propuesta de investigación se basa en la realización de un diagnóstico que describa el estado físico de la estructura en cuanto a juntas y textura de concreto, estado de erosión de soleras y la obstrucciones de escombros y vegetación, entre otras afectaciones que tenga el canal, además de conocer el comportamiento hidráulico lo que incluye el estudio de caudales, velocidades, pendientes, capacidad hidráulica y demás parámetros de la estructura actual, lo que permita el estudio de posibles recomendaciones que contribuya al correcto funcionamiento de dicho canal.

Delimitación Geográfica: El desarrollo de la presente propuesta de investigación se llevara cabo en la ciudad de Ocaña, a lo largo del canal revestido del rio Chiquito, comprendido desde el barrio el Palomar en la Cra 14 hasta el barrio Totumalito en la cra 27, lo que representa una longitud aproximadamente de 1.68km.

Delimitación Temporal: Para el desarrollo de la presente propuesta de investigación, se estima un tiempo de duración de un semestre académico.

Capítulo 2: Estado del arte

Para establecer la metodología de diagnóstico del estado actual del canal del río Chiquito, se consultaron varias fuentes de información, entre ellas: artículos, páginas web, revistas virtuales e investigaciones referentes al tema.

Comencemos por evocar el aporte de Sedano R. (2012) quien afirma que Colombia carece de zonas naturales de amortiguamiento de los picos de caudal de ríos y sistemas de drenaje urbano que puedan evitar inundaciones en sitios estratégicos; o lo que es peor, se construyen soluciones estructurales parciales, que trasladan el problema aguas abajo, de un margen a otro del río o no funcionan como se espera.

En un estudio realizado por el IGAC, IDEAM, y DANE (2011) se establece que el fenómeno “La Niña” inició su proceso de formación tempranamente desde el mes de junio de 2010, cuando las temperaturas del Océano Pacífico Tropical empezaron a enfriarse rápidamente alcanzando anomalías negativas inferiores a -0.5°C y se fortaleció alcanzando su etapa de madurez durante el trimestre (noviembre- diciembre de 2010 – enero de 2011) alcanzando categoría fuerte.

En un documento elaborado por IDEAM (2010) se ha dicho que para el periodo 2011 – 2100 se espera que la precipitación aumente entre 10 a 30% en cerca del 14% del territorio nacional (Nariño, Cauca, Huila, Tolima, Eje Cafetero, occidente de Antioquia, norte de Cundinamarca, Bogotá y centro de Boyacá). Estos aumentos en las lluvias sumados a los cambios en el uso del suelo pueden incrementar la posibilidad de deslizamientos, afectación de acueductos veredales y daño de la infraestructura vial en áreas de montaña, así como de inundaciones en áreas planas del país.

Lo anterior indica que el país en su conjunto estaría afectado por el Cambio Climático; sin embargo, el aumento esperado en la temperatura, así como el comportamiento de las precipitaciones no será el mismo para todas las regiones de Colombia. Esto implica que las medidas para hacer frente a posibles fenómenos extremos deben ser diferentes para cada región del territorio nacional.

Dentro de este contexto es importante citar el estudio realizado por IGAC, IDEAM, y DANE (2011) en el cual se interpretó el 40,2% del área del territorio nacional, lo que corresponde a 45.922.833 ha, y de lo cual se obtuvo que el 46,6% que representa 1.642.108 ha son zonas de inundación, el 34,4% que representa 1.212.965 ha son zonas inundables periódicamente y el 19% restante que representa 668.327 ha corresponden a cuerpos de agua.

El Código Nacional del Agua (2007) afirma que la construcción de edificios, casas, calles, estacionamientos y otros modifican el entorno natural en que habita el hombre y, tiene como algunas de sus tantas consecuencias, la creación de superficies poco permeables (que favorece a la presencia de una mayor cantidad de agua sobre el terreno) y la eliminación de los cauces de las corrientes naturales (que reduce la capacidad de desalojo de las aguas pluviales y residuales).

Así, la urbanización incrementa los volúmenes de agua de lluvia que escurren superficialmente, debido a la impermeabilidad de las superficies de concreto y pavimento. Por ello, las conducciones artificiales para evacuar el agua son diseñadas con mayor capacidad que la que tienen las corrientes naturales existentes.

Lo anterior es base para la implementación de sistemas urbanos de drenajes sostenibles, por esto en una investigación de Hernández y Macea (2014) se hace mención de que Colombia es uno de los principales países con riqueza hídrica, debido a esto, muchos sectores del país se

han aprovechado de las aguas superficiales de ríos y lagunas para su propio suministro, ya que hay bastante facilidad para abastecerse de estos; por consiguiente no se han utilizado con mucha frecuencia métodos alternos, como la recolección y reutilización posterior de las aguas lluvias, esto sólo es visible en sectores del país donde es muy escaso el recurso del agua potable o en casos donde hay largos periodos de sequía o estío.

Por otra parte en la ciudad de Ocaña, en búsqueda de generar soluciones al manejo y disposición de las aguas lluvias se realizó un estudio por ESPO SA (1993) en el que se hace mención del corredor sanitario del río Chiquito, el cual es el centro de esta investigación, en este estudio se afirma que el corredor que corresponde a la ronda del drenaje río Chiquito va desde el Seguro Social hasta el puente de San Antonio en el barrio La Piñuela y que se bifurca sobre el drenaje Quebrada el Tejar y sobre el drenaje Quebrada san Cayetano, (también caños secos) donde se han proyectado una serie de obras como sistemas principales o maestros, dada su ubicación estratégica sobre la ciudad, que buscan recoger todas las descargas directas que caen sobre este drenaje, en este corredor existen estructuras que están en buen estado de funcionamiento y otras funcionando en algunos tramos.

Capítulo 3: Marcos de referencia

3.1. Marco Teórico.

Haciendo una breve reseña de la historia de la construcción e implementación de canales hidráulicos, citamos un documento de la Universidad Nacional de Colombia (2016), para comenzar evocando que la ingeniería hidráulica es tan antigua como la civilización misma, esto es evidente si se piensa en la lucha del hombre por la supervivencia, que lo obligó a aprender a utilizar y controlar el agua, ya que las civilizaciones antiguas se desarrollaron en las proximidades de los grandes ríos y basaron su economía en la agricultura y paulatinamente fueron utilizando el riego en sus formas primitivas, y desde el momento en que el hombre logró representar sus conceptos por símbolos gráficos ha honrado el agua, dibujando líneas onduladas sobre los monumentos megalíticos y haciendo representaciones de la lluvia (tal el caso de Tláloc, la deidad azteca de la lluvia).

Del año 4000 al 2000 A. C. los egipcios y los fenicios ya tenían experiencias en problemas de agua, en la construcción de sus barcos y sus puertos. En ese tiempo, China, India, Pakistán, Egipto y Mesopotamia iniciaron el desarrollo de los sistemas de riego. Los chinos también experimentaron en la protección contra inundaciones, Después del año 500 A. C. en la Grecia antigua se construyeron acueductos y se empezaron a desarrollar fórmulas para dichos sistemas; fue éste uno de los primeros intentos para la elaboración de un modelo matemático. Después, básicamente se conoce la invención del molino de viento utilizado para extraer aguas subterráneas. Ya en el siglo XVI se desarrollaron los principios de la hidráulica con científicos como Kepler y Torricelli,- alrededor del año 1800 Newton, Bernouilli y Euler perfeccionaron dichas teorías. Universidad Nacional de Colombia (2016)

El primer modelo físico hidráulico fue construido en el año 1795 por el ingeniero Luis Jerónimo Fargue sobre un tramo del Río Garona. En el año 1885, Reynolds construyó un modelo del río Merssey, cerca de Liverpool. Él anotó que la relación existente entre la fuerza de la inercia y la fuerza de fricción interna era de gran importancia para el diseño de los modelos hidráulicos. Hoy en día, esta relación se denomina número de Reynolds, parámetro adimensional muy significativo en los modelos hidráulicos actuales. Universidad Nacional de Colombia (2016)

El arquitecto naval William Froude, en 1870, indicó la importancia de tal relación de la fuerza de inercia y de la fuerza de gravedad. En la actualidad ésta relación se denomina número de Froude, parámetro adimensional básico en el análisis de los modelos hidráulicos. El primer laboratorio hidráulico fue fundado en Dresden (Alemania), en 1891, por el Profesor Engels, y después de éste muchos otros aparecieron en casi todos los países del mundo; hoy en día hay más de un centenar, y con base en sus funciones se pueden clasificar de la siguiente manera:

Docencia e Investigación Pura e Investigación Aplicada. Los primeros, en cuanto a docencia, son utilizados en las universidades para demostrar a los estudiantes los fenómenos básicos de la hidráulica; en cuanto a la investigación pura, verifican las nuevas teorías en este campo. Los otros se pueden encontrar en entidades oficiales, a veces en las empresas privadas y también en algunas universidades, y contribuyen al buen funcionamiento de las obras hidráulicas y al conocimiento y mejora de los productos industriales. Universidad Nacional de Colombia (2016)

En Colombia los canales hidráulicos tienen origen en la ciudad de Montería, en cercanías al río Sinú, que recorre una zona plana y anegadiza, el San Jorge zonas planas y onduladas pero de gran fertilidad por el beneficio de sus aguas, lo que representaba un riesgo de inundación para los pobladores del bajo San Jorge, que fue un proceso gradual de más de dos mil años (desde

antes del siglo IX a.C., hasta los siglos X-XII de nuestra era), construcción paulatina y continuo reacondicionamiento de un extenso sistema hidráulico. Jimeno, M. y Reichel-Dolmatoff, G. (1912-1994).

El sistema hidráulico prehispánico fue construido para manejar el agua de las inundaciones, aprovechar la zona para la agricultura y establecer una numerosa población. Dicho sistema estaba formado por una compleja red de canales artificiales de diversas dimensiones que cumplieron distintas funciones.

Los datos obtenidos de las investigaciones arqueológicas demuestran que el sistema de control de aguas estuvo en funcionamiento durante 2.000 años, desde el 800 antes de Cristo hasta el 1.200 de nuestra era, aproximadamente. Las fechas más antiguas para la utilización de canales hidráulicos, correspondientes a los años 800 y 300 antes de Cristo, están asociadas a los sitios de Pimienta 5 y Caratel 9, localizados sobre el antiguo curso del río San Jorge, formado por los actuales caños La Pita, Carate, Pinal del Río, Pajalar y Los Angeles, del cual se han reconstruido 60 km de su curso; es sin duda uno de los más complejos sistemas observados en toda el área. Innumerables canales paralelos, de 1 a 4 km de largo, fueron construidos abriendo zanjas de 10 m de ancho, acumulando la tierra a ambos lados en camellones que se elevaban hasta 1.5 m por encima del nivel de las aguas, Jimeno, M. y Reichel-Dolmatoff, G. (1912-1994).

Avanzando en el tiempo, encontramos que en Colombia se presenta una grave situación de riesgo por inundaciones que se han venido transformando en desastres y catástrofes humanas debidas, al acelerado y desordenado crecimiento de la población en áreas vulnerables, que

ejercen un tremendo impacto sobre la población y sin duda también en las economías de los países.

Por su parte en 1992, el país conoció los impactos del fenómeno ENOS en los sectores productivos, las sequías llevaron a tomar medidas nacionales de racionamiento de agua y energía eléctrica; el mayor desastre por inundaciones data de 1988 durante un evento La Niña; dicho fenómeno se repitió en 1999 con efectos desastrosos para el país por inundaciones y deslizamientos. Lo anterior demuestra que el ENOS con sus fases extremas, no es incluido de forma efectiva y eficaz en la planificación del desarrollo de muchos sectores productivos. Sedano Cruz R. (2012).

Para seguir avanzando Sedano Cruz R. (2012) hace referencia que en el 2010, 28 años después de saber mediante estudios retrospectivos de la fuerte relación del ENOS con la hidroclimatología de Colombia (Mesa, 2008); (Carvajal-Escobar, 2004); (Poveda, et al., 2010), se repite un desastre a nivel nacional por inundaciones con magnitudes nunca antes vistas en los caudales de los ríos, en la intensidad de las lluvias y en los impactos adversos sobre la sociedad y la economía. Por lo tanto, el conocimiento sobre el ENOS pareciera ser un asunto nuevo en la gestión del riesgo, en la gestión de los recursos hídricos y en la planificación del país.

Tal es el caso que a finales del año 2011 el presidente de Colombia menciono “Otra vez la maldita Niña se ha convertido en el karma de mi gobierno” haciendo referencia a los cambios en la política de desarrollo que debió realizar ante el desastre por inundaciones y deslizamientos que padece Colombia desde el año 2010 cuando asumió el liderazgo del País. Dichos cambios,

incluyen incorporar la gestión del riesgo de desastres en todos los niveles del poder involucrados con el desarrollo económico, la ordenación del territorio y la planificación urbanística. Por lo tanto, es dentro de ese contexto que surge la necesidad de abordar el tema de la gestión del riesgo de inundaciones en Colombia. Sedano Cruz R. (2012) cita a ONU, BID y CEPAL (2007), IDEAM (2004), Tucci, (2007).

Es importante señalar, que cada evento “La Niña” es diferente y que su repercusión en el clima nacional, no solo está dada por la intensidad del mismo, sino también, por la interacción que pueda presentar con otro tipo de fenómenos océano-atmosféricos presentes en el Atlántico y más específicamente en el mar Caribe. IGAC, IDEAM y DANE (2011).

3.2. Marco Conceptual.

Teniendo en cuenta que se debe emplear la terminología adecuada, se presenta a continuación un conjunto de conceptos y definiciones tomadas de los títulos A y D del RAS 2000 y del libro Hidráulica de Canales Abiertos

Los siguientes conceptos fueron tomados del título A del RAS 2000

3.2.1. Aguas lluvias: Aguas provenientes de la precipitación pluvial.

3.2.2. Alcantarillado de aguas lluvias: Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de aguas lluvias.

3.2.3. Aliviadero: Estructura diseñada en colectores combinados, con el propósito de separar los caudales que exceden la capacidad del sistema y conducirlos a un sistema de drenaje de agua lluvia.

3.2.4. Área tributaria: Superficie que drena hacia un tramo o punto determinado.

3.2.5. Basura: Todo material o sustancia sólida o semisólida de origen orgánico e inorgánico, putrescible o no, proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios e instituciones de salud, que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o recirculación a través de un proceso productivo. Son residuos sólidos que no tienen ningún valor comercial, no se reincorporan al ciclo económico y productivo, requieren de tratamiento y disposición final y por lo tanto generan costos de disposición.

3.2.6. Borde libre: Espacio comprendido entre el nivel máximo esperado del agua fijado por el sistema de rebose y la altura total de la estructura de almacenamiento.

3.2.7. Canal: Cauce artificial, revestido o no, que se construye para conducir las aguas lluvias hasta su entrega final en un cauce natural. Conducto descubierto que transporta agua a flujo libre.

3.2.8. Capacidad hidráulica: Caudal que puede manejar un componente o una estructura hidráulica conservando sus condiciones normales de operación.

3.2.9. Capacidad máxima: Caudal máximo de diseño de una estructura hidráulica.

3.2.10. Caudal de diseño: Caudal estimado con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado.

3.2.11. Concreto reforzado: material constituido por un concreto que tiene un refuerzo consistente en barras de acero corrugado, estribos transversales o mallas electrosoldadas, colocadas principalmente en zonas de tracción, y en cuantías superiores a las mínimas especificadas.

3.2.12. Concreto: Mezcla homogénea de material cementante, agregados inertes y agua, con o sin aditivos.

3.2.13. Cuenca hidrográfica: Superficie geográfica que drena hacia un punto determinado.

3.2.14. Drenaje: Estructura destinada a la evacuación de aguas subterráneas o superficiales para evitar daños a las estructuras, los terrenos o las excavaciones.

3.2.15. Escorrentía: Volumen que llega a la corriente poco después de comenzada la lluvia.

3.2.16. Estructuras de disipación de energía: Estructuras construidas para disipar la energía del flujo.

3.2.17. Evaluación del riesgo: Evaluación cualitativa y cuantitativa del riesgo posado sobre la salud humana o sobre el ambiente por la presencia actual o potencial y/o por el uso de un polucionante específico.

3.2.18. Frecuencia: En hidrología, número de veces que en promedio se presenta un evento con una determinada magnitud, durante un periodo definido.

3.2.19. Infiltración: Proceso mediante el cual el agua penetra desde la superficie del terreno hacia el suelo.

3.2.20. Período de diseño: Tiempo para el cual se diseña un sistema o los componentes de éste, en el cual su(s) capacidad(es) permite(n) atender la demanda proyectada para este tiempo.

3.2.21. Periodo de retorno: Número de años que en promedio la magnitud de un evento extremo es igualada o excedida.

3.2.22. Plan de contingencias: Es el conjunto de procedimientos preestablecidos para la respuesta inmediata, con el fin de atender en forma efectiva y eficiente las necesidades del servicio de manera alternativa y para restablecer paulatinamente el funcionamiento del sistema después de la ocurrencia de un evento de origen natural o antrópico que ha causado efectos adversos al sistema.

3.2.23. Plan maestro de alcantarillado: Plan de ordenamiento del sistema de alcantarillado de una localidad para un horizonte de planeamiento dado.

3.2.24. Precipitación: Cantidad de agua lluvia caída en una superficie durante un tiempo determinado.

3.2.25. Riesgo: Potenciales consecuencias económicas, sociales o ambientales que se pueden generar como resultado de los daños o la pérdida de función de un sistema durante un tiempo de exposición definido. Se expresa matemáticamente, como la probabilidad de exceder una pérdida en un sitio y durante un lapso determinado, resultado de relacionar la vulnerabilidad del sistema y la amenaza a la cual se encuentra sometido.

3.2.26. Vulnerabilidad: predisposición intrínseca de un sistema de ser afectado o de ser susceptible a sufrir daños o pérdida de su función, como resultado de la ocurrencia de un evento que caracteriza una amenaza.

Definiciones tomadas del título D del RAS 2000

3.2.27. Coeficiente de escorrentía: Relación que existe entre la escorrentía y la cantidad de agua lluvia que cae en una determinada área.

3.2.28. Coeficiente de rugosidad: Parámetro que representa el efecto friccional del contorno del conducto sobre el flujo y en general depende del tipo de material del conducto.

3.2.29. Conexiones erradas: Contribución adicional de caudal debido al aporte de aguas pluviales en la red de aguas sanitarias y viceversa.

3.2.30. Hidrograma: Gráfica que representa la variación del caudal con el tiempo en un sitio determinado, que describe usualmente la respuesta hidrológica de un área de drenaje a un evento de precipitación.

3.2.31. Intensidad de precipitación: Cantidad de agua lluvia caída sobre una superficie durante un tiempo determinado.

3.2.32. Tiempo de concentración: Tiempo de recorrido de la escorrentía superficial desde el punto más alejado de la cuenca de drenaje hasta el punto de salida considerado. En alcantarillados es la suma del tiempo de entrada y de recorrido.

Definiciones tomadas del libro Hidráulica de Canales Abiertos

3.2.33. Los elementos geométricos: son propiedades de una sección del canal que puede ser definida enteramente por la geometría de la sección y la profundidad del flujo. Estos elementos son muy importantes para los cálculos del escurrimiento.

3.2.34. Profundidad del flujo, calado o tirante: la profundidad del flujo (h) es la distancia vertical del punto más bajo de la sección del canal a la superficie libre.

3.2.35. Ancho superior: El ancho superior (T) es el ancho de la sección del canal en la superficie libre.

3.2.36. Área mojada: El área mojada (A) es el área de la sección transversal del flujo normal a la dirección del flujo.

3.2.37. Perímetro mojado: El perímetro mojado (P) es la longitud de la línea de la intersección de la superficie mojada del canal con la sección transversal normal a la dirección del flujo.

3.2.38. Radio hidráulico: El radio hidráulico (R) es la relación entre el área mojada y el perímetro mojado, se expresa como: $R = A / P$

3.2.39. Profundidad hidráulica: La profundidad hidráulica (D) es la relación del área mojada con el ancho superior, se expresa como: $D = A / T$

3.2.40. Factor de la sección: El factor de la sección (Z), para cálculos de escurrimiento o flujo crítico es el producto del área mojada con la raíz cuadrada de la profundidad hidráulica, se expresa como: $Z = A \cdot \text{SQRT}(D)$. El factor de la sección, para cálculos de escurrimiento uniforme es el producto del área mojada con la potencia 2/3 del radio hidráulico, se expresa como: $A \cdot R^{(2/3)}$.

3.2.41. Enos: El Ciclo conocido como El Niño, La Niña - Oscilación del Sur -es la causa de la mayor señal de variabilidad climática en la franja tropical del océano Pacífico, en la escala interanual. El Niño y su fase opuesta La Niña, son las componentes oceánicas del ENOS y corresponden, en términos generales, a la aparición, de tiempo en tiempo, de aguas superficiales relativamente más cálidas (El Niño) o más frías (La Niña) que lo normal en el Pacífico tropical central y oriental, frente a las costas del norte de Perú, Ecuador y sur de Colombia. Estas alteraciones de la estructura térmica superficial y subsuperficial del océano están asociadas con el debilitamiento de los vientos alisios del Este y con el desplazamiento del núcleo de convección profunda del Oeste al Centro del Océano Pacífico tropical, en condiciones El Niño o

con su permanencia e intensificación en el caso de La Niña. Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales, IDEAM. (2207).

Para el desarrollo del instrumento para la inspección visual del estado físico del canal revestido se toman los siguientes conceptos del manual para el mantenimiento de la red vial secundaria (Pavimentada y en afirmado) del ministerio de transporte.

3.2.41. Obstrucciones en canales (OC): Presencia de elementos o material que impide parcial o totalmente el adecuado transporte de las aguas por canales.

3.2.42. Agrietamiento en canales (AC): Presencia de fisuras o grietas en las secciones que componen el trazado de los canales.

3.2.43. Rotura en canales (RC): Pérdida de la continuidad longitudinal del canal o zanja por rompimiento.

3.2.44. Erosión del revestimiento del canal (ER): Pérdida del material que conforma la superficie de una estructura de contención.

3.2.45. Daños por impacto (DI): Roturas causadas por el impacto de materiales provenientes de la parte alta del talud.

3.2.46. Daños por vegetación (V): Crecimiento de vegetación en las juntas de la estructura o en cercanías, que por el crecimiento de sus raíces causa daños en la obra.

3.2.47. Erosión de juntas (EJ): Pérdida parcial o total del material que conforma la junta entre las secciones que forman la estructura.

3.2.48. Desplazamiento de juntas (DJ): Movimiento con respecto a su posición original de los diferentes tipos de juntas en una obra de contención.

3.3. Marco Legal.

Colombia no es un país ajeno a las problemáticas de índole ambiental, ya que se ha evidenciado que todos sus recursos naturales se ven afectados de forma directa por las constantes variaciones de fenómenos naturales, por esta razón desde la década de los 70 ha sido pionera en América Latina en desarrollar legislaciones que pretenden la preservación del medio ambiente, tal es el caso del Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de protección al Medio Ambiente (Decreto Ley 2811 de 1974), la Ley 99 de 1993 y la ley de 09 de 1979 correspondiente al código sanitario, siendo estas un instrumento jurídico que se encarga de regular la conducta humana en relación al uso de los recursos naturales y el ambiente.

La constitución Nacional de 1991, las leyes, decretos, Ordenanzas, acuerdos, resoluciones y demás normas que regulan el manejo de los ecosistemas, medio ambiente, usos del suelo, recursos naturales y otras disposiciones, serán el marco legal que existe en el país sobre los cuales se deberá propender en lo sucesivo para su racionalización y equilibrado manejo de los recursos territoriales.

Estos serán entonces las normas legales, por medio del cual la acción del gobierno apoyará e implementará la ejecución del mismo en el tiempo y el espacio.

Ley 99 de 1993: por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.

Comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico CRA

Decreto 1729 de 2002: "Por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto-ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas, parcialmente el numeral 12 del Artículo 5° de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones"

Decreto 2811 de 1974 por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente

Ley 9 de 1979 o Código Sanitario.

Ley 388 de 1997, sobre Planes de Ordenamiento Territorial.

Resolución 8321 del 4 de Agosto de 1983, del Ministerio de Salud Pública.

Resolución 1096 de Noviembre 17 de 2000, por el cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Basico – RAS.

Ley 46 De 1988, Diario Oficial No 38.559, del 2 de noviembre de 1988;EL CONGRESO DE COLOMBIA, Por la cual se crea y organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres(SNPAD), se otorga facultades extraordinarias al Presidente de la República, y se dictan otras disposiciones.

Decreto 93 De 1998, Diario Oficial No 43217, del 19 de enero de 1998 MINISTRO DEL INTERIOR., por el cual se adopta el Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres.

Decreto 919 De 1989, Diario Oficial No 38.799, del 1 de mayo de 1989 Por el cual se organiza el Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres y se dictan otras disposiciones.

Artículo 60. COMITES REGIONALES Y LOCALES PARA LA PREVENCION Y ATENCION DE DESASTRES¹⁰. Créanse Comités Regionales para la Prevención y Atención de Desastres en cada uno de los Departamentos, Intendencias y Comisarías, y Comités Locales

para la Prevención y Atención de Desastres en el Distrito Especial de Bogotá y en cada uno de los municipios del país, los cuales estarán conformados por:

- a) Gobernador, intendente, comisario o alcalde, según el caso, quien lo presidirá;
- b) El comandante de Brigada o Unidad Militar existente en el área correspondiente;
- c) El Director del Servicio Seccional de Salud para los Comités Regionales o el Jefe de la respectiva unidad de salud para los Comités Locales;
- d) El Comandante de la Policía Nacional en la respectiva jurisdicción.
- e) Un representante de la Defensa Civil y uno de la Cruz Roja Colombiana;
- f) Dos representantes del gobernador, intendente, comisario o alcalde, escogidos de las corporaciones autónomas regionales o de las asociaciones gremiales, profesionales o comunitarias.
- g) El alcalde de la ciudad capital en el Comité Regional respectivo.

El Jefe de Planeación de la entidad territorial correspondiente o quien haga sus veces, actuará como Secretario del Comité Regional o Local respectivo.

Capítulo 4: Diseño metodológico.

4.1. Tipo de Investigación.

El estudio es descriptivo, se realizara a partir de la tecnica de observacion directa para la recoleccion de datos y posterior a esto se realizara un registro detallado del estado fisico de la estructura y descriptivo ya que a partir de los calculos necesarios se detallara el comportamiento hidraulico que presenta el canal revestido del rio Chiquito.

4.1.1. Población. La población o universo a la cual está dirigida esta investigación, la constituye el canal del rio chiquito, uno de los principales drenajes de aguas lluvias de la ciudad.

4.1.2. Muestra. El estudio ha considerado por lo delicado de la problemática, tomar como muestra el canal del rio Chiquito, aspectos como el estado físico de su estructura y el comportamiento hidráulico del mismo para ser estudiado a partir de conceptos hidráulicos y sanitarios.

4.2. Descripción general de la zona de estudio.

El lugar geografico del estudio inicia en el barrio el Palomar sobre la Cra 14 limite el cual administrativamente hace parte de la comuna 3 Olaya Herrera y el punto final bajo las coordenadas planas : X 1080115.74773 ; Y : 1403813.86314 en la comuna 1 Central Jose Eusebio Caro dentro del perimetro oficial de la ciudad de ocaña y según la informacion geografica oficial Base del municipio en su PBOT ajuste, modificacion del 2015, con una longitud total de 1.681772 km , buscando mejorar la ubicación espacial del proyecto se

presenta una imagen digitalizada de google eart con la simbologia de la ruta seguida en el estudio.



Figura 1. Imagen digitalizada del sector en estudio. Fuente: Google Earth Pro (2016).

4.3. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación.

4.3.1. Método de investigación.

En el proyecto de investigación, se aplicara el método de observación directa, el cual se trata de hacer un reconocimiento visual del estado físico del canal del rio Chiquito y realizar las mediciones pertinentes que permitan la ejecución de los cálculos necesarios que en conjunto con herramientas hidrofórmaticas permiten la obtención del diagnóstico de dicha estructura.

4.3.2. Técnicas de investigación.

En la realización de la investigación se utilizan técnicas como: La observación, medición, descripción y cálculos, además de la utilización de un instrumento de recolección de datos que describa las posibles fallas presentes en la estructura del canal y manejo de software.

4.3.3. Instrumentos de investigación.

Los equipos a utilizar comprenden computador con los software necesarios instalados, cámara fotográfica, instrumental para medición como decámetro y flexo metros, y demás equipamiento para el reconocimiento de fallas en el canal que permitirá la realización del diagnóstico y evaluación hidráulica del canal del río Chiquito.

4.3.4. Recursos materiales.

El presente proyecto requiere de distintos materiales y equipos.

Materiales de Campo.

Cinta métrica

Fluxómetro de 5 m

Cámara Fotográfica

Aerosol

Equipos, software y materiales de gabinete.

Datos de información de estaciones pluviométrica

Equipos de Cómputo

Software ArcGis, con el cual se determinara el área de drenaje de la microcuenca de las quebradas San Cayetano y el Tejar, para el posterior cálculo del caudal de precipitación.

Microsoft Office

Microsoft Excel

Software HEC-RAS, en el cual se realizara una modelación del trazado y comportamiento actual del canal del rio Chiquito.

Materiales de escritorio en general

4.4. Procedimiento para recolección de datos.

Dada la naturaleza de la investigación y en función de los objetivos propuestos en la misma, se emplea en primer lugar, la observación directa, en la que los investigadores pueden observar y recolectar datos mediante un formato que describe los posibles daños que presente el canal en su estructura, además de realizar las su propia observación, que en este caso están referidos a las condiciones físicas en las que se encuentra la estructura del canal en estudio, además de consultar las entidades pertinentes para obtener los datos de precipitación de la ciudad de Ocaña, y mediante el manejo del software ArGis se obtendrá el área para el cálculo del caudal y los parámetros hidráulicos del canal.

4.5. Análisis e interpretación de datos.

Una vez obtenida la información a través de la técnica de observación, se procederá al análisis descriptivo de los datos obtenidos mediante un registro fotográfico tomado en campo, que sirva de base para la descripción del diagnóstico a realizar, por otra parte se realizaran los cálculos necesarios, con el objetivo de determinar y analizar las condiciones actuales del canal del rio Chiquito y su comportamiento hidráulico, con base en la teoría hidráulica para canales abiertos, que permita generar un diagnostico general tanto del estado físico de la estructura como

del comportamiento hidráulico que en esta se presenta, determinando si el canal actual tiene la capacidad hidráulica para el caudal de precipitación calculado.

Capítulo 5: Resultados y discusión

5.1. Sectorizar el canal revestido e identificar los daños que presenta en su estructura.

Habiendo hecho un recorrido a lo largo del canal del río Chiquito y utilizando las técnicas de observación y medición damos paso a la realización de la descripción del estado actual de la estructura física del canal.

Para el desarrollo del mismo y cumpliendo con uno de los objetivos se sectorizó el canal en tramos de 50 mts de longitud, en los cuales se evaluó el estado de juntas, la erosión en las losas y base del canal, socavación, presencia de basura, vegetación y demás anomalías encontradas a lo largo del recorrido, la zona estudiada que tiene una longitud aproximada de 1681.771m, longitud dirección sur norte por el borde del canal entre las coordenadas planas X: 1080095.32444 ; Y: 1402518.72471 en el punto de inicio (el Palomar) y X: 1079916.0229 ; Y: 1402993.69047 en el Punto Fin Del recorrido (Totumalito)

Para mayor claridad se identifican las partes del canal, con la nomenclatura descrita en la figura 2.

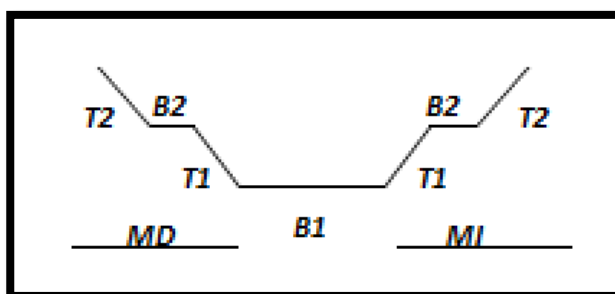


Figura 2. Nomenclatura para el diagnóstico del canal. Fuente: Autores (2016).

Para la recolección de información en campo además de la observación, también se utilizó el siguiente formato (ver cuadro 1), que describe los daños encontrados en cada tramo y posibles observaciones de otras situaciones presentes en el canal.

Tabla 1.

Formato de recolección de datos en campo.

ABSCISA	MARGEN	TIPO DE DAÑO											OBSERVACIONES
		A C	R C	E R	S C	V	E J	D J	P B	C E	O C		
	Derecho												
	Izquierdo												
	Derecho												
	Izquierdo												
	Derecho												
	Izquierdo												
	Derecho												
	Izquierdo												
	Derecho												
	Izquierdo												
	Derecho												
	Izquierdo												
	Derecho												
	Izquierdo												
	Derecho												
	Izquierdo												
	Derecho												
	Izquierdo												
	Derecho												
	Izquierdo												

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 1

K 0+000 – K 0+050

En el recorrido y observación del tramo 1, se encontraron los siguientes daños:

obstrucción, agrietamientos, desgaste del revestimiento, presencia de vegetación, deficiencia de juntas, socavación y conexiones erradas, (ver tabla 2).

Tabla 2.

Descripción del estado actual del canal, tramo 1.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Obstrucción en el canal	0+010.6	Obstrucción de material rocoso.
Agrietamiento de losas	0+010.6 0+016.9 0+026.8 0+041	Se encontró varios agrietamientos en las losas de T1 y B2 en el talud izquierdo.
Desgaste de revestimiento	0+00 – 0+050	Tanto en el margen derecho como en el izquierdo se presenta desgaste de revestimiento en las paredes del canal y en la base del mismo.
Socavación	0+00 – 0+050	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 de ambos márgenes.
Vegetación	0+00 – 0+050	A lo largo del tramo hay presencia de vegetación, ocasionando daños en los taludes del canal, la vegetación es más densa en el margen izquierdo.
Deficiencia de juntas	0+011 0+028.7 0+041	El deterioro de las juntas se presenta con mayor incidencia en el margen izquierdo.

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal (2016).

Los daños encontrados a lo largo de este tramo, tienen mayor incidencia en el margen izquierdo, siendo este el más afectado de este sector del canal (Ver figuras 3, 4, 5 y 6), en el recorrido también se encontró que en la curva que inicia al finalizar este tramo se presenta sedimentación de partículas transportadas por el agua que conduce el canal.



Figura 3. Desgaste revestimiento, vegetación, conexión errada.

Fuente: Autores (2016).



Figura 4. Vegetación, deficiencia de las juntas.

Fuente: Autores (2016).



Figura 5. Desgaste de revestimiento, socavación, vegetación.

Fuente: Autores (2016).



Figura 6. Sedimentación.

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 2

K 0+050– K 0+100

En el recorrido y observación del tramo 2, se encontraron los siguientes daños: agrietamientos, desgaste del revestimiento, vegetación, deficiencia en juntas, desplazamiento de las juntas, socavación, residuos sólidos y conexiones domiciliarias (ver tabla 3).

Tabla 3.

Descripción del estado actual del canal, tramo 2.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Agrietamiento de losas	0+050 – 0+100	Se presentan agrietamientos entre la junta de B2 y T1 del margen izquierdo.
Desgaste de revestimiento	0+050 – 0+100	Tanto en el margen derecho como en el izquierdo se presenta desgaste de revestimiento en las paredes del canal y en la base del mismo, el margen izquierdo se encuentra más deteriorado.
Socavación	0+050 – 0+100	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 de ambos márgenes.
Vegetación	0+050 – 0+100	A lo largo del tramo hay presencia de vegetación, ocasionando daños en los taludes del canal, la vegetación es más densa en el margen izquierdo.
Deficiencias en juntas	0+056.6 0+070.5 0+093.4	El deterioro de las juntas se presenta con mayor incidencia en el margen izquierdo.
Perdida de la estructura	0+099 – 0+100	Perdida de la estructura en concreto reforzado y talud de piedra en el margen izquierdo del canal.

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal. (2016).

Los daños encontrados a lo largo de este tramo, tienen mayor incidencia en el margen izquierdo, siendo este el más afectado de este sector del canal (Ver figuras 7, 8 y 9), en el recorrido también se encontró que en las curvas presentes en el inicio y final del tramo presenta sedimentación de partículas transportadas por las aguas que conduce el canal.



Figura 7. Conexión domiciliaria, vegetación, desgaste del revestimiento.

Fuente: Autores (2016).



Figura 8. Conexión domiciliaria, desgaste del revestimiento.
Fuente: Autores (2016).



Figura 9. Vegetación, sedimentación inicio de curva
Fuente: Autores (2016).

TRAMO 3

K 0+100– K 0+150

En el recorrido y observación del tramo 3, se encontraron los siguientes daños: obstrucción, agrietamientos, ruptura del canal, desgaste del revestimiento, presencia de vegetación, deficiencia en juntas, desplazamiento de las juntas, socavación, residuos sólidos y conexiones domiciliarias, (ver tabla 4).

Tabla 4.

Descripción del estado actual del canal, tramo 3.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Perdida de la estructura	0+100– 0+129.6	Perdida de la estructura en concreto de T1 y T2 en el margen izquierdo del canal.
Agrietamiento de losas	0+100 – 0+150	Se presentan agrietamientos entre la junta de B2 y T1 del margen izquierdo.
Obstrucción en el canal	0+110 – 0+128.5	Se presenta obstrucciones que corresponden al material de revestimiento perdido en el margen izquierdo de este mismo tramo.
Desgaste de revestimiento	0+100 – 0+150	Tanto en el margen derecho como en el izquierdo se presenta desgaste de revestimiento en las paredes del canal y en la base del mismo, el margen izquierdo se encuentra más deteriorado.
Socavación	0+100 – 0+150	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 de ambos márgenes.
Vegetación	0+100 – 0+150	A lo largo del tramo en el margen izquierdo, hay densa vegetación, lo que incluye maleza y árboles.
Deficiencia en juntas	0+100 – 0+130	Se presenta deficiencia de las juntas entre B2 y T2 del margen derecho del canal.
Residuos sólidos	0+100– 0+129.6	En el sector donde se perdió la estructura del margen izquierdo, hay acumulación de basura.
Conexiones domiciliarias	0+128.5	Se presenta una conexión errada.

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal (2016).

Los daños encontrados a lo largo de este tramo, tienen mayor incidencia en el margen izquierdo, siendo este el más afectado de este sector del canal (Ver figuras 10, 11, 12 y 13), en el recorrido se encontró la pérdida total del margen izquierdo en el intervalo de 0+100 – 0+129.6 de este tercer tramo, además de la acumulación de basuras en este mismo sector y sedimentación de

partículas transportadas por el agua y lodos, también se encuentran obstrucciones que corresponden al material de revestimiento perdido.



Figura 10. Perdida de la estructura, vegetación.

Fuente: Autores (2016).



Figura 11. Sedimentación, perdida estructura margen izquierdo.

Fuente: Autores (2016).



Figura 12. Socavación entre B2 y T2.

Fuente: Autores (2016).

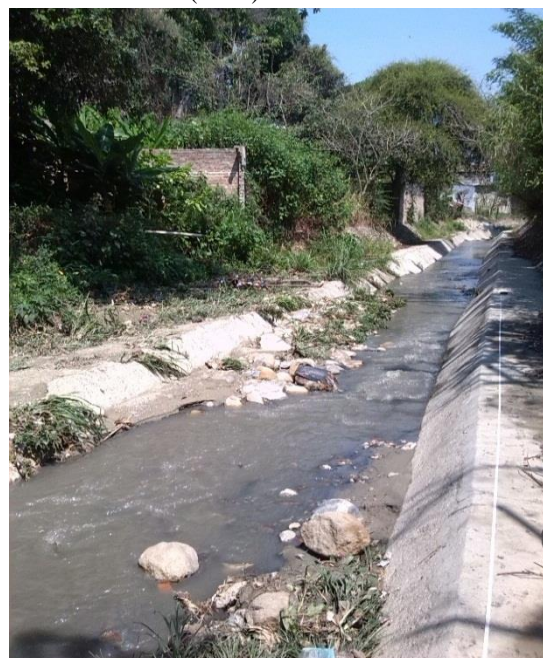


Figura 13. Obstrucción material rocoso, sedimentación, vegetación perdida de la estructura.

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 4**K 0+150– K 0+200**

En el recorrido y observación del tramo 4, se encontraron los siguientes daños: obstrucción, desgaste del revestimiento, presencia de vegetación, deficiencia en juntas, desplazamiento de las juntas, socavación, presencia de basura y conexiones domiciliarias (ver tabla 4).

Tabla 5.

Descripción del estado actual del canal, tramo 5.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Obstrucción en el canal	0+159 0+172.4 0+176	Se presenta obstrucciones que corresponden al material de revestimiento perdido en el margen izquierdo del anterior tramo.
Desgaste de revestimiento	0+150 – 0+200	Tanto en el margen derecho como en el izquierdo se presenta desgaste de revestimiento en las paredes del canal y en la base del mismo, el margen izquierdo se encuentra más deteriorado.
Socavación	0+150 – 0+200	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 de ambos márgenes.
Vegetación	0+150 – 0+200	A lo largo del tramo se encontró vegetación entre las juntas del canal, de los dos márgenes.
Deficiencia de juntas	0+150 – 0+200	Se presenta deficiencia en las juntas entre T1 y B2 del margen derecho del canal
Conexiones domiciliarias	0+154	Se presenta una conexión errada.

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal (2016).

Los daños encontrados a lo largo de este tramo, se pueden observar en las figuras 14, 15, 16 y 17, en el recorrido se encontró obstrucciones que corresponden al material de revestimiento perdido en el tramo anterior, además de daños como desgaste y presencia de vegetación entre las juntas de las losas.



Figura 14. Vegetación margen izquierdo, desgaste en juntas margen izquierdo.

Fuente: Autores (2016).

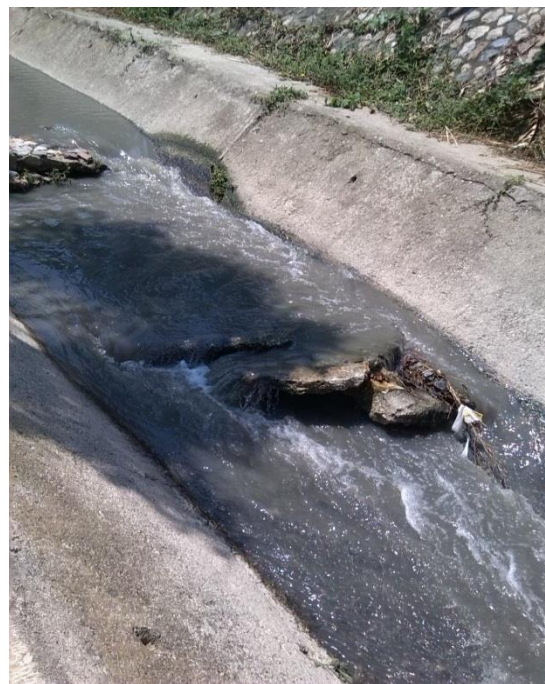


Figura 15. Obstrucción en el canal, desgaste de revestimiento.

Fuente: Autores (2016).



Figura 16. Vegetación.

Fuente: Autores (2016).



Figura 17. Desgaste de revestimiento y juntas, vegetación margen izquierdo.

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 5**K 0+200– K 0+250**

En el recorrido y observación del tramo 5, se encontraron los siguientes daños: obstrucción, desgaste del revestimiento, presencia de vegetación, deficiencia en juntas, socavación (ver tabla 6).

Tabla 6.

Descripción del estado actual del canal, tramo 5.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Obstrucción en el canal	0+215.2 0+217 0+228 0+233 0+234.25 0+45.5	Se presenta obstrucciones que corresponden al material de revestimiento perdido en el margen izquierdo del tercer tramo, además de la presencia de rocas y escombros.
Desgaste de revestimiento	0+200 – 0+250	Tanto en el margen derecho como en el izquierdo se presenta desgaste de revestimiento en las paredes del canal y en la base del mismo, el margen izquierdo se encuentra más deteriorado.
Socavación	0+200 – 0+250	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 de ambos márgenes.
Vegetación	0+200 – 0+250	A lo largo del tramo se encontró vegetación entre las juntas del canal, de los dos márgenes.
Deficiencia en de juntas	0+200 – 0+250	Deficiencia en las juntas entre T1 y B2 del margen derecho del canal.

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal (2016).

Los daños encontrados a lo largo de este tramo, se pueden observar en las figuras 18, 19, 20 y 21, en el recorrido se encontró obstrucciones que corresponden al material de revestimiento perdido en el tercer tramo, además de daños como desgaste, y presencia de vegetación entre las juntas de las losas.



Figura 18. Vegetación, obstrucción en el canal.

Fuente: Autores (2016).



Figura 19. Obstrucción material rocoso en B2, desgaste del revestimiento.

Fuente: Autores (2016).



Figura 20. Desgaste del revestimiento, vegetación, grietas.

Fuente: Autores (2016).



Figura 21. Vegetación, Desgaste de revestimiento Socavación.

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 6**K 0+250– K 0+300**

En el recorrido y observación del tramo 6, se encontraron los siguientes daños: obstrucción, desgaste del revestimiento, presencia de vegetación, deficiencia en juntas, socavación, residuos sólidos (ver tabla 7).

Tabla 7.

Descripción del estado actual del canal, tramo 6.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Obstrucción en el canal	0+255.6	Se presenta obstrucciones que corresponden al material de revestimiento perdido en el margen izquierdo del tercer tramo, además de la presencia de rocas y escombros.
Desgaste de revestimiento	0+250 – 0+300	Tanto en el margen derecho como en el izquierdo se presenta desgaste de revestimiento en las paredes del canal y en la base del mismo, el margen izquierdo se encuentra más deteriorado.
Socavación	0+200 – 0+250	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 de ambos márgenes.
Vegetación	0+250 – 0+300	A lo largo del tramo se encontró vegetación entre las juntas del canal, de los dos márgenes.
Residuos sólidos	0+272 0+292.3	Se encontró presencia de basura en estos puntos, en el margen izquierdo
Deficiencia de juntas	0+275.27 0+287	Se presenta erosión de las juntas entre T1 y B2 del margen derecho del canal

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal (2016).

Los daños encontrados a lo largo de este tramo, se pueden observar en las figuras 22, 23, 24 y 25 en el recorrido se encontró obstrucciones que corresponden al material de revestimiento perdido en el tercer tramo, además de daños como deficiencia y presencia de vegetación entre las juntas de las losas.



Figura 22. Socavación entre B y T1, desgaste de revestimiento, vegetación.

Fuente: Autores (2016).



Figura 23. Vegetación.

Fuente: Autores (2016).



Figura 24. Residuos sólidos, y desgaste de revestimiento.

Fuente: Autores (2016).



Figura 25. Socavación, desgaste de revestimiento.

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 7**K 0+300– K 0+350**

En el recorrido y observación del tramo 7, se encontraron los siguientes daños: obstrucción, desgaste del revestimiento, presencia de vegetación, deficiencia en juntas, desplazamiento de las juntas, socavación, residuos sólidos (ver tabla 8).

Tabla 8.

Descripción del estado actual del canal, tramo 7.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Obstrucción en el canal	0+324.4 0+340.8 0+346.4	Se presenta obstrucciones que corresponden al material de revestimiento perdido en el margen izquierdo del tercer tramo, además de la presencia de rocas y escombros.
Desgaste de revestimiento	0+300 – 0+350	Tanto en el margen derecho como en el izquierdo se presenta desgaste de revestimiento en las paredes del canal y en la base del mismo, el margen izquierdo se encuentra más deteriorado.
Socavación	0+300 – 0+350	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 con mayor incidencia en el margen izquierdo.
Vegetación	0+300 – 0+350	A lo largo del tramo se encontró vegetación entre las juntas del canal, de los dos márgenes.
Residuos sólidos	0+307 0+324.5 0+40.8 0+46.3	En estos puntos se encontró presencia de basura, a lo largo del margen izquierdo.
Deficiencia de juntas	0+300 – 0+350	Se presenta deficiencia de las juntas entre T1 y B2 del margen derecho del canal
Desplazamiento de juntas	0+300-0+350	Se encontró erosión y desplazamiento de las juntas de las losas del canal a lo largo de este tramo en el margen izquierdo.

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal (2016).

Los daños encontrados a lo largo de este tramo, se pueden observar en las figuras 26, 27, 28 y 29, en el recorrido se encontró obstrucciones que corresponden al material de revestimiento perdido en el tercer tramo, además de daños como deficiencia y desplazamiento de juntas, presencia de vegetación entre las juntas de las losas.



Figura 26. Socavación de talud, desgaste de revestimiento.

Fuente: Autores (2016).



Figura 27. Densa capa de vegetación margen izquierdo.

Fuente: Autores (2016).



Figura 28. Desgaste de revestimiento de la base.

Fuente: Autores (2016).



Figura 29. Deficiencia de las juntas, desgaste el revestimiento, socavación.

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 8**K 0+350– K 0+400**

En el recorrido y observación del tramo 8, se encontraron los siguientes daños: obstrucción, desgaste del revestimiento, presencia de vegetación, deficiencia en juntas, desplazamiento de las juntas, socavación, residuos sólidos (ver tabla 9).

Tabla 9.

Descripción del estado actual del canal, tramo 8.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Obstrucción en el canal	0+352.4	Se presenta obstrucciones que corresponden al material de revestimiento perdido en el margen izquierdo del tercer tramo, además de la presencia de rocas y escombros.
Desgaste de revestimiento	0+350 – 0+400	Tanto en el margen derecho como en el izquierdo se presenta desgaste de revestimiento en las paredes del canal y en la base del mismo, el margen izquierdo se encuentra más deteriorado.
Socavación	0+350 – 0+400	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 con mayor incidencia en el margen izquierdo.
Vegetación	0+350 – 0+400	A lo largo del tramo se encontró vegetación entre las juntas del canal, de los dos márgenes.
Desgaste de juntas	0+350 – 0+400	Se presenta deficiencia de las juntas entre T1 y B2 del margen derecho del canal
Residuos sólidos	0+352.4	Se encontró en este punto presencia de basura en la base del canal.
Desplazamiento de juntas	0+350 – 0+400	Se encontró erosión y desplazamiento de las juntas de las losas del canal a lo largo de este tramo en el margen izquierdo.

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal (2016).

Los daños encontrados a lo largo de este tramo, se pueden observar en las figuras 30, 31, 32 y 33 en el recorrido se encontró obstrucciones que corresponden al material de revestimiento perdido en el tercer tramo y basura en el margen izquierdo del canal, además de daños como deficiencia, desplazamiento de juntas y presencia de vegetación entre las juntas de las losas.



Figura 30. Socavación, desgaste del Revestimiento.

Fuente: Autores (2016).



Figura 31. Socavación, desgaste de revestimiento en margen izquierdo.

Fuente: Autores (2016).



Figura 32. Desplazamiento de junta, desgaste margen izquierdo.

Fuente: Autores (2016).



Figura 33. Socavación entre, desgaste de revestimiento, presencia de vegetación.

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 9

K 0+400– K 0+450

En el recorrido y observación del tramo 9, se encontraron los siguientes daños: obstrucción, desgaste del revestimiento, presencia de vegetación, deficiencia en juntas, desplazamiento de las juntas, socavación, residuos sólidos (ver tabla 10).

Tabla 10.

Descripción del estado actual del canal, tramo 9.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Obstrucción en el canal	0+432	Se presenta obstrucciones que corresponden a derrumbes del talud, material arcilloso y roca.
Desgaste de revestimiento	0+400 – 0+450	Tanto en el margen derecho como en el izquierdo se presenta desgaste de revestimiento en las paredes del canal y en la base del mismo.
Socavación	0+400 – 0+450	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 con mayor incidencia en el margen izquierdo.
Vegetación	0+400 – 0+450	A lo largo del tramo se encontró vegetación entre las juntas del canal, de los dos márgenes, y con mayor presencia en el margen derecho.
Deficiencia de juntas	0+400 – 0+450	Se presenta deficiencia de las juntas entre T1 y B2 del margen derecho del canal
Residuos sólidos	0+411.7 0+418	Se encontró en este punto presencia de basura en la base del canal.

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal (2016).

Los daños encontrados a lo largo de este tramo, se pueden observar en las figuras 34, 35, 36 y 37, en el recorrido se encontró obstrucciones que corresponden a material arcilloso y roca provenientes de un derrumbe del talud, y basura en el margen izquierdo del canal, además de daños como desgaste y presencia de vegetación entre las juntas de las losas. Es importante mencionar que el margen derecho de este tramo se encuentra en óptimas condiciones, mientras el margen izquierdo presenta mayor deterioro por socavación.



Figura 34. Socavación en las juntas margen izquierdo, vegetación ambos márgenes.

Fuente: Autores (2016).



Figura 35. Obstrucción y vegetación.

Fuente: Autores (2016).



Figura 36. Desgaste de revestimiento asentamiento de la base.

Fuente: Autores (2016).

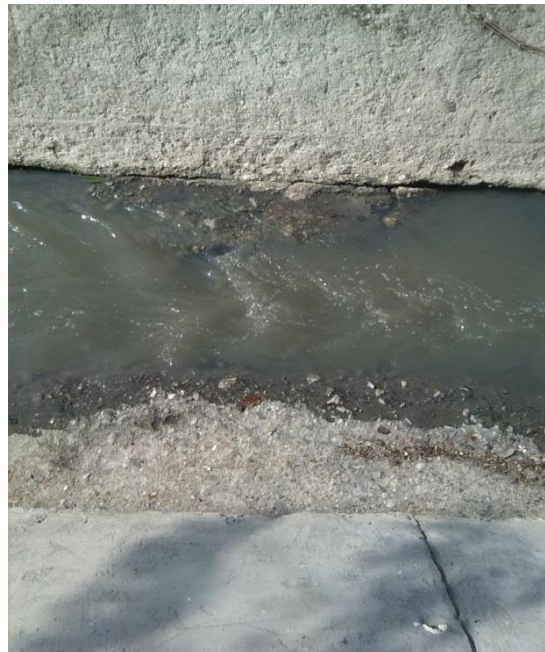


Figura 37. Socavación y desgaste de la base

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 10**K 0+450 – K 0+500**

En el recorrido y observación del tramo 10, se encontraron los siguientes daños:

Discontinuidad en el talud, desgaste del revestimiento, presencia de vegetación, deficiencia en juntas, desplazamiento de las juntas, socavación, residuos sólidos (ver tabla 11).

Tabla 11.

Descripción del estado actual del canal, tramo 10.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Discontinuidad en talud	0+455.4	En este punto del canal se encontró una discontinuidad del T2 en el margen derecho del canal.
Desgaste de revestimiento	0+450 – 0+500	Tanto en el margen derecho como en el izquierdo se presenta desgaste de revestimiento en las paredes del canal y en la base del mismo.
Socavación	0+450 – 0+500	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 con mayor incidencia en el margen izquierdo.
Vegetación	0+450 – 0+500	A lo largo del tramo se encontró vegetación entre las juntas del canal, de los dos márgenes.
Deficiencia de juntas	0+450 – 0+500	Se presenta deficiencia de las juntas entre T1 y B2 en ambos márgenes a lo largo de este tramo del canal.
Residuos sólidos	0+455.4 0+461.3 0+468.2	Se encontró en este punto presencia de basura en la base del canal.

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal (2016).

Los daños encontrados a lo largo de este tramo, se pueden observar en las fotografías 38, 39, y 40 en el recorrido se encontró una discontinuidad en T2 del margen derecho, y basura en el margen izquierdo del canal, además de daños como deficiencia y presencia de vegetación entre las juntas de las losas. Es importante mencionar que a lo largo del margen derecho se encuentran viviendas aledañas al canal.



Figura 38. Desgaste del revestimiento

Fuente: Autores (2016).



Figura 39. Discontinuidad en T2

Fuente: Autores (2016).



Figura 40. Fractura y asentamiento de la base, vegetación y basuras.

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 11**K 0+500– K 0+550**

En el recorrido y observación del tramo 11, se encontraron los siguientes daños: Desgaste del revestimiento, presencia de vegetación, deficiencia en juntas, desplazamiento de las juntas, socavación, residuos sólidos (ver tabla 12).

Tabla 12.

Descripción del estado actual del canal, tramo 11.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Desgaste de revestimiento	0+500 – 0+550	Tanto en el margen derecho como en el izquierdo se presenta desgaste de revestimiento en las paredes del canal y en la base del mismo.
Socavación	0+500– 0+550	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 con mayor incidencia en el margen izquierdo.
Vegetación	0+500 – 0+550	A lo largo del tramo se encontró vegetación entre las juntas del canal, de los dos márgenes.
Deficiencia de juntas	0+500 – 0+550	Se presenta deficiencia de las juntas entre T1 y B2 en ambos márgenes a lo largo de este tramo del canal.
Residuos sólidos	0+521.3	Se encontró en este punto presencia de basura en la base del canal.

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal (2016).

Los daños encontrados a lo largo de este tramo, se pueden observar en las figuras 41 y 42 en el recorrido se encontró daños por socavación en las juntas del canal, además de daños como desgaste y presencia de vegetación entre las juntas de las losas. Es importante mencionar que a lo largo del margen derecho se encuentran alledañas al canal.



Figura 41. Socavación ambos
Márgenes y deficiencia en juntas

Fuente: Autores (2016).



Figura 42. Erosión en el
revestimiento, poca vegetación.

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 12

K 0+550 – K 0+600

En el recorrido y observación del tramo 12, se encontraron los siguientes daños: agrietamientos, desgaste del revestimiento, presencia de vegetación, deficiencia en juntas, desplazamiento de las juntas, socavación, residuos sólidos (ver tabla 13).

Tabla 13.

Descripción del estado actual del canal, tramo 12.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Agrietamientos en las losas	0+550 – 0+600	A lo largo del tramo se encontraron varios agrietamientos en las losas del canal, una de estas se presenta en el T2 del margen izquierdo, debido a la instalación de un poste de luz eléctrica.
Desgaste de revestimiento	0+550 – 0+600	Tanto en el margen derecho como en el izquierdo se presenta desgaste de revestimiento en las paredes del canal y en la base del mismo.
Socavación	0+550 – 0+600	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 con mayor incidencia en el margen izquierdo.
Vegetación	0+550 – 0+600	A lo largo del tramo se encontró vegetación entre las juntas del canal, de los dos márgenes.
Deficiencia de juntas	0+550 – 0+600	Se presenta deficiencia de las juntas entre T1 y B2 en ambos márgenes a lo largo de este tramo del canal.
Residuos sólidos	0+590	Se encontró en este punto presencia de basura en la base del canal.

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal (2016).

Los daños encontrados a lo largo de este tramo, se pueden observar en las figuras 43 y 44 en el recorrido se encontró daños como agrietamientos del canal, también por socavación en las juntas del canal, erosión y presencia de vegetación entre las juntas de las losas. Es importante mencionar que a lo largo del margen derecho se encuentran viviendas aledañas al canal



Figura 43. Revestimiento en buen estado del margen derecho.

Fuente: Autores (2016).



Figura 44. Daño e invasión del talud T2

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 13**K 0+600– K 0+650**

En el recorrido y observación del tramo 13, se encontraron los siguientes daños: obstrucción, agrietamientos, desgaste del revestimiento, presencia de vegetación, deficiencia en juntas, desplazamiento de las juntas, socavación, residuos sólidos (ver tabla 14).

Tabla 14.

Descripción del estado actual del canal, tramo 13.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Obstrucciones en el canal	0+607.4	Se presenta obstrucción en B2 del margen derecho, que corresponde a material de escombros.
Fractura y asentamiento de base	0+600 – 0+650	A lo largo de este tramo se presenta fractura y asentamiento de la base del canal.
Desgaste de revestimiento	0+600 – 0+650	Tanto en el margen derecho como en el izquierdo se presenta desgaste de revestimiento en las paredes del canal y en la base del mismo.
Socavación	0+600 – 0+650	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 con mayor incidencia en el margen izquierdo.
Vegetación	0+600 – 0+650	A lo largo del tramo se encontró vegetación en B2 del margen izquierdo.
Deficiencia de juntas	0+600 – 0+650	Se presenta deficiencia de las juntas entre T1 y B2 en ambos márgenes a lo largo de este tramo del canal.
Residuos sólidos	0+640	Se encontró en este punto presencia de basura en B2 del margen derecho.

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal (2016).

Los daños encontrados a lo largo de este tramo, se pueden observar en las figuras 45, 46 y 47 en el recorrido se encontró daños como socavación en las juntas del canal, desgaste, fracturas y asentamientos en la base del canal y presencia de vegetación entre las juntas de las losas.



Figura 45. Obstrucción

Fuente: Autores (2016).



Figura 46. Asentamiento en base del canal

Fuente: Autores (2016).



Figura 47. En este tramo se encuentran Viviendas aledañas al canal

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 14

K 0+650– K 0+700

En el recorrido y observación del tramo 14, se encontraron los siguientes daños: agrietamientos, desgaste del revestimiento, presencia de vegetación, deficiencia en juntas, desplazamiento de las juntas, socavación, residuos sólidos (ver tabla 15).

Tabla 15.

Descripción del estado actual del canal, tramo 14.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Fractura y asentamiento de base	0+650 – 0+700	A lo largo de este tramo se presenta fractura y asentamiento de la base del canal.
Agrietamientos en las losas	0+650 – 0+700	A lo largo del tramo se encontraron agrietamientos en las losas de T1 y B2, de ambos márgenes.
Desgaste de revestimiento	0+650 – 0+700	Tanto en el margen derecho como en el izquierdo se presenta desgaste de revestimiento en las paredes del canal y en la base del mismo.
Socavación	0+650 – 0+700	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 con mayor incidencia en el margen izquierdo.
Vegetación	0+650 – 0+700	A lo largo del tramo se encontró vegetación en B2 del margen izquierdo, y en los últimos 10 mts de este tramo se presenta una densa capa de vegetación en los dos márgenes.
Deficiencia de juntas	0+650 – 0+700	Se presenta erosión de las juntas entre T1 y B2 en ambos márgenes a lo largo de este tramo del canal.
Residuos sólidos	0+653.20 0+677 0+680 0+692	Se encontró a lo largo del tramo presencia de basura.

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal (2016).

Los daños encontrados a lo largo de este tramo, se pueden observar en las figuras 48, 49, 50 y 51 en el recorrido se encontraron daños como socavación en las juntas del canal, desgaste, fracturas y asentamientos en la base del canal y presencia de vegetación entre las juntas de las losas. Es importante mencionar que la presencia del puente peatonal existente reduce la sección hidráulica del canal. (Ver figura 49).



Figura 48. Agrietamiento en losa, desgaste de revestimiento y asentamiento en la base.

Fuente: Autores (2016).



Figura 50. Socavación y desgaste ambos márgenes.

Fuente: Autores (2016).



Figura 49. Socavación entre B y T1 margen izquierdo, desgaste de revestimiento.

Fuente: Autores (2016).



Figura 51. Vegetación y basura en margen derecho.

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 15**K 0+700 – K 0+750**

En el recorrido y observación del tramo 15, se encontraron los siguientes daños: agrietamientos, desgaste del revestimiento, presencia de vegetación, deficiencia en juntas, desplazamiento de las juntas, socavación, esiduos sólidos (ver tabla 16).

Tabla 16.

Descripción del estado actual del canal, tramo 15.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Agrietamientos	0+700 – 0+750	A lo largo del tramo se encontró agrietamientos en las losas de T1 y B2, de ambos márgenes.
Desgaste de revestimiento	0+700 – 0+750	Tanto en el margen derecho como en el izquierdo se presenta desgaste de revestimiento en las paredes del canal y en la base del mismo, el margen derecho se encuentra más deteriorado.
Socavación	0+700 – 0+750 0+702	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 a lo largo de este tramo en ambos márgenes. En esta abscisa se presenta un grave daño ocasionado por la erosión, actualmente se ha perdido el revestimiento de la parte inferior de la losa del talud y se presenta deformación del mismo. (Ver figura 55)
Vegetación	0+700 – 0+750	A lo largo del tramo se encontró una densa capa de vegetación en ambos márgenes, siendo el margen derecho el más afectado.
Deficiencia de juntas	0+700 – 0+750	Se presenta deficiencia de las juntas entre T1 y B2 en ambos márgenes a lo largo de este tramo del canal.
Residuos sólidos	0+702 0+730 0+746	Se encontró a lo largo del tramo presencia de basura

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal. (2016)

Los daños encontrados a lo largo de este tramo, se pueden observar en las figuras 52, 53, 54 y 55 en el recorrido se encontró daños como socavación en las juntas del canal, conexiones domiciliarias, excesiva presencia de basuras, erosión en la base y paredes del canal y presencia de vegetación en ambos márgenes del canal.



Figura 52. Exceso de vegetación y basura del margen derecho.

Fuente: Autores (2016).



Figura 54. Densa vegetación.

Fuente: Autores (2016).



Figura 53. Basura y vegetación en el margen derecho.

Fuente: Autores (2016).



Figura 55. Socavación y desgaste De revestimiento.

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 16**K 0+750 – K 0+800**

En el recorrido y observación del tramo 16, se encontraron los siguientes daños: agrietamientos, desgaste del revestimiento, presencia de vegetación, deficiencia en juntas, desplazamiento de las juntas, socavación, residuos sólidos (ver tabla 17).

Tabla 17.

Descripción del estado actual del canal, tramo 16.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Agrietamientos de las losas	0+770.3	Se presenta grieta en la base del canal.
Desgaste de revestimiento	0+750 – 0+800	Tanto en el margen derecho como en el izquierdo se presenta desgaste de revestimiento en las paredes del canal y en la base del mismo, el margen derecho se encuentra más deteriorado.
Socavación	0+750 – 0+800	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 a lo largo de este tramo en ambos márgenes.
Vegetación	0+750 – 0+800	A lo largo del tramo se encontró una densa capa de vegetación en ambos márgenes, siendo el margen derecho el más afectado.
Deficiencias de juntas	0+750 – 0+800	Se presenta deficiencia de las juntas entre T1 y B2 en ambos márgenes a lo largo de este tramo del canal.
Residuos sólidos	0+750 – 0+800	Se encontró a lo largo del tramo presencia de basura.

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal (2016).

Los daños encontrados a lo largo de este tramo, se pueden observar en las figuras 56, 57, 58 y 59 en el recorrido se encontró daños como socavación en las juntas del T1 y la base, desgaste de revestimiento, conexiones domiciliarias, residuos sólidos, densa capa de vegetación, y también se apreció la pérdida progresiva del revestimiento del T2 del margen derecho en el tramo.



Figura 56. Deficiencia en juntas.

Fuente: Autores (2016).

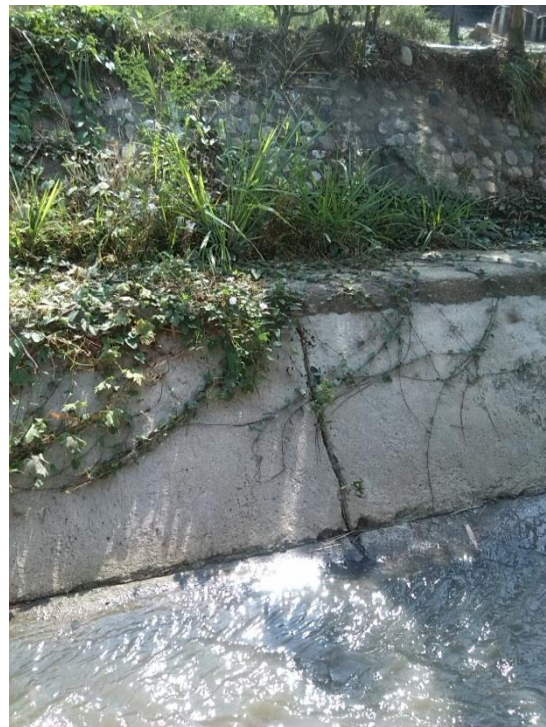


Figura 57. Desgaste y pérdida del sello en juntas, vegetación.

Fuente: Autores (2016).



Figura 58. Deficiencia en juntas y revestimiento.

Fuente: Autores (2016).



Figura 59. Asentamiento y desgaste de la base.

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 17**K 0+800 – K 0+850**

En el recorrido y observación del tramo 17, se encontraron los siguientes daños: agrietamientos, desgaste del revestimiento, presencia de vegetación, deficiencia en juntas, desplazamiento de las juntas, socavación, residuos sólidos (ver tabla 18).

Tabla 18.

Descripción del estado actual del canal, tramo 17.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Agrietamientos de las losas	0+802.2	Se presenta grieta en T1 del margen derecho del canal.
Perdida del revestimiento	0+803.7	Se presenta rotura en el T2 del margen derecho.
Desgaste de revestimiento	0+800 – 0+850	Tanto en el margen derecho como en el izquierdo se presenta desgaste de revestimiento en las paredes del canal y en la base del mismo, el margen derecho se encuentra más deteriorado.
Socavación	0+800 – 0+850	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 a lo largo de este tramo en ambos márgenes.
Vegetación	0+800 – 0+850	A lo largo del tramo se encontró una densa capa de vegetación en ambos márgenes.
Deficiencia de juntas	0+800 – 0+850	Se presenta erosión de las juntas entre T1 y B2 en ambos márgenes a lo largo de este tramo del canal.
Residuos sólidos	0+800 – 0+850	Se encontró a lo largo del tramo presencia de basura.

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal (2016).

Los daños encontrados a lo largo de este tramo, se pueden observar en las figuras 60, 61, 62 y 63 en el recorrido se encontró daños como agrietamientos, socavación en las juntas del T1 y la base, desgaste de revestimiento de las paredes y la base del canal, ruptura del revestimiento del T2 en el margen derecho, presencia de basura, densa capa de vegetación.



Figura 60. Grieta en losa del talud T1 margen derecho.

Fuente: Autores (2016).



Figura 61. Perdida del sello en Juntas.

Fuente: Autores (2016).



Figura 62. Perdida del sello y vegetación

Fuente: Autores (2016).



Figura 63. Perdida del talud T2 en el margen derecho

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 18**K 0+850 – K 0+900**

En el recorrido y observación del tramo 18, se encontraron los siguientes daños: agrietamientos, desgaste del revestimiento, presencia de vegetación, deficiencia en juntas, desplazamiento de losa, socavación, residuos sólidos (ver tabla 19).

Tabla 19.

Descripción del estado actual del canal, tramo 18.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Agrietamiento	0+885.4	Agrietamiento en T1 del margen derecho.
Levantamiento de losa	0+864.5	En este punto se presenta un levantamiento de losa en el T1 del margen derecho.
Descascaramiento del revestimiento	0+863.5	Se presenta descascaramiento del revestimiento del T2 en el margen derecho.
Desgaste de revestimiento	0+850 – 0+900	Se presenta desgaste de revestimiento en las paredes y en la base del canal, el margen derecho se encuentra más deteriorado.
Socavación	0+850 – 0+900	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 a lo largo de este tramo en ambos márgenes.
Vegetación	0+850 – 0+900	A lo largo del tramo se encontró vegetación en ambos márgenes del canal.
Deficiencia de juntas	0+850 – 0+900	Se presenta deficiencia de las juntas entre T1 y B2 en ambos márgenes a lo largo de este tramo del canal.

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal. (2016).

Los daños encontrados a lo largo de este tramo, se pueden observar en las figuras 64, 65, 66 y 67 en el recorrido se encontró daños como agrietamientos, socavación en las juntas del T1 y la base, desgaste de revestimiento de las paredes y la base del canal, conexiones domiciliarias y capa de vegetación en ambos márgenes.



Figura 64. Conexión domiciliarias margen izquierdo.

Fuente: Autores (2016).



Figura 65. Levantamiento de losa y vegetación.

Fuente: Autores (2016).



Figura 66. Perdida de revestimiento y en las juntas.

Fuente: Autores (2016).



Figura 67. Desgaste de deficiencia revestimiento

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 19

K 0+900 – K 0+950

En el recorrido y observación del tramo 19, se encontraron los siguientes daños: desgaste del revestimiento, presencia de vegetación, deficiencia en juntas, desplazamiento de losa, socavación, residuos sólidos (ver tabla 20).

Tabla 20.

Descripción del estado actual del canal, tramo 19.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Agrietamiento	0+940	Los agrietamientos se presentan en el T1 del margen derecho de la abscisa.
Fractura y asentamiento de la base	0+910	Inicia el daño de fractura y asentamiento de la base del canal a lo largo del tramo.
Cambio en el material de revestimiento	0+913.9	Cambio de revestimiento del T2 en el margen derecho.
Desgaste de revestimiento	0+900 – 0+950	Se presenta desgaste de revestimiento en las paredes y en la base del canal, el margen derecho se encuentra más deteriorado.
Socavación	0+900 – 0+950	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 a lo largo de este tramo en ambos márgenes.
Vegetación	0+900 – 0+950	A lo largo del tramo se encontró vegetación en el margen derecho.
Deficiencia de juntas	0+900 – 0+950	Se presenta deficiencia de las juntas entre T1 y B2 en ambos márgenes a lo largo de este tramo del canal.

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal (2016).

Los daños encontrados a lo largo de este tramo, se pueden observar en las figuras 68, 69, 70 y 71 en el recorrido se encontró daños como socavación en las juntas del T1 y la base, desgaste de revestimiento de las paredes y la base del canal, cambio de revestimiento en el talud derecho del canal, conexiones domiciliarias y capa de vegetación en el margen derecho.

El margen izquierdo de este tramo fue intervenido por las obras del plan maestro de acueducto y alcantarillado de la ciudad de Ocaña. De ahí el buen estado de este margen (ver figura 70).



Figura 68. Deficiencia en juntas y pérdida del sello.

Fuente: Autores (2016).



Figura 69. Estructura hidráulica tipo sumidero, agrietamiento y socavación.

Fuente: Autores (2016).



Figura 70. Margen izquierdo en buen estado, margen derecho con daños.

Fuente: Autores (2016).



Figura 71. Ruptura del material de revestimiento de T2, deficiencia en juntas.

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 20**K 0+950 – K 1+000**

En el recorrido y observación del tramo 20, se encontraron los siguientes daños: desgaste del revestimiento, presencia de vegetación, deficiencia en juntas, desplazamiento de losa, socavación, residuos sólidos (ver tabla 21).

Tabla 21.

Descripción del estado actual del canal, tramo 20.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Agrietamientos en las losas	0+980 0+993.6	Los agrietamientos se presentan en el T1 del margen izquierdo y derecho respectivamente en una de las curvas del tramo.
Abultamiento	0+980	Se presenta daño de abultamiento del material de revestimiento del T1 en el margen izquierdo.
Fractura y asentamiento de la base	0+965.5	Inicia el daño de fractura y asentamiento de la base del canal a lo largo del tramo.
DEsgaste de revestimiento	0+977.6	Se presenta desgaste de revestimiento en T1 del margen izquierdo.
Socavación	0+950 – 1+000	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 a lo largo de este tramo en ambos márgenes.
Vegetación	0+950 – 1+000	A lo largo del tramo se encontró vegetación en ambos márgenes.
	0+950 – 1+000	Se encontró un árbol mediano, que a largo plazo sus raíces podrían ocasionar fracturas en la losa.
Deficiencia de juntas	0+950 – 1+000	Se presenta deficiencia de las juntas entre T1 y B2 en ambos márgenes a lo largo de este tramo del canal.

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal (2016).

Los daños encontrados a lo largo de este tramo, se pueden observar en las figuras 72 y 73 en el recorrido se encontró daños como socavación en las juntas del T1 y la base, desgaste de revestimiento de las paredes y la base del canal, Cambio de revestimiento en el talud derecho del canal, conexiones domiciliarias y capa de vegetación en el margen derecho.



Figura 72. Buen estado de revestimiento del margen izquierdo

Fuente: Autores (2016).



Figura 73. Desgaste en curva perteneciente al margen izquierdo.

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 21**K 1+000 – K 1+050**

En el recorrido y observación del tramo 21, se encontraron los siguientes daños: Desgaste del revestimiento, presencia de vegetación, deficiencia en juntas, desplazamiento de losa, socavación, residuos sólidos (ver tabla 22).

Tabla 22.

Descripción del estado actual del canal, tramo 21.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Agrietamiento	1+000 – 1+050	Los agrietamientos se presentan en el T1 de ambos márgenes.
Asentamiento de la base	1+030.7	Asentamiento de la base en este punto perpendicular a la dirección del flujo.
Desgaste de revestimiento	1+000 – 1+050	Se presenta desgaste de revestimiento en la base y T1 en ambos márgenes.
Socavación	1+000 – 1+050	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 a lo largo de este tramo en ambos márgenes.
Vegetación	1+000 – 1+050	A lo largo del tramo se encontró vegetación en ambos márgenes.
Deficiencia de juntas	1+000 – 1+050	Se presenta deficiencia de las juntas entre T1 y B2 en ambos márgenes a lo largo de este tramo del canal.

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal (2016).

Los daños encontrados a lo largo de este tramo, se pueden observar en las figuras 74, 75 y 76 en el recorrido se encontró daños como socavación en las juntas del T1 y la base, desgaste de revestimiento de las paredes y la base del canal, y capa de vegetación en ambos márgenes.



Figura 74. Socavación entre la base y T1, margen izquierdo. Vegetación de ambos márgenes.

Fuente: Autores (2016).



Figura 75. Asentamiento de la base agrietamientos de losas, separación de Juntas y socavación.

Fuente: Autores (2016).

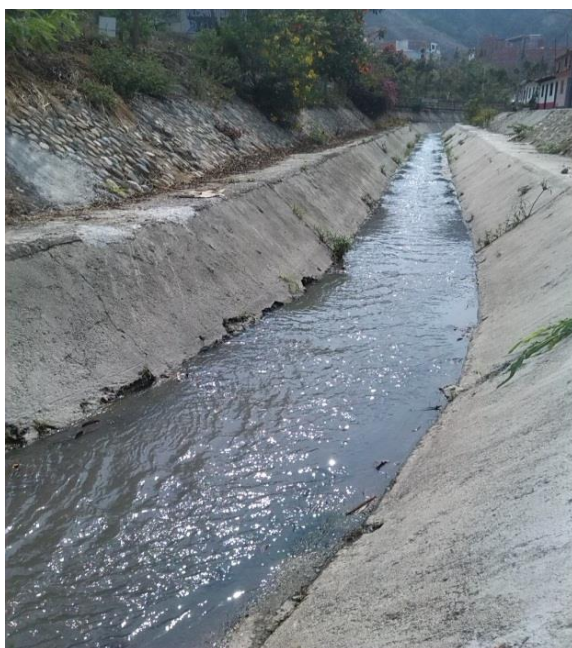


Figura 76. Socavación a lo largo del tramo.

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 22**K 1+050 – K 1+100**

En el recorrido y observación del tramo 22, se encontraron los siguientes daños:

Agrietamientos, desgaste del revestimiento, deficiencia en juntas, desplazamiento de losa, socavación, residuos sólidos (ver tabla 23).

Tabla 23.

Descripción del estado actual del canal, tramo 22.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Agrietamientos de las losas	1+050 – 1+100	Los agrietamientos se presentan en el T1 del margen derecho.
Levantamiento de losa	1+091	Se encontró el levantamiento de una de las losas de la base del canal.
Desgaste de revestimiento	1+050 – 1+100	Se presenta desgaste de revestimiento en la base y T1 en el margen derecho a lo largo del tramo.
Socavación	1+050 – 1+100	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 a lo largo de este tramo en ambos márgenes.
Vegetación	1+050 – 1+100	A lo largo del tramo se encontró escasa presencia de vegetación.
Deficiencia de juntas	1+050 – 1+100	Se presenta erosión de las juntas entre T1 y B2 en ambos márgenes a lo largo de este tramo del canal.

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal (2016).

En el inicio de este tramo se encontró una estructura hidráulica. Los daños encontrados a lo largo de este tramo, se pueden observar en las figuras 77, 78, 79 y 80 en el recorrido se encontró daños como socavación en las juntas del T1 y la base, desgaste de revestimiento de las paredes y la base del canal, presencia de basura, y escasa presencia de vegetación, además del levantamiento de una de las losas de la base del canal.



Figura 77. Desgaste del material de revestimiento y socavación

Fuente: Autores (2016).



Figura 78. deterioro margen derecho.

Fuente: Autores (2016).

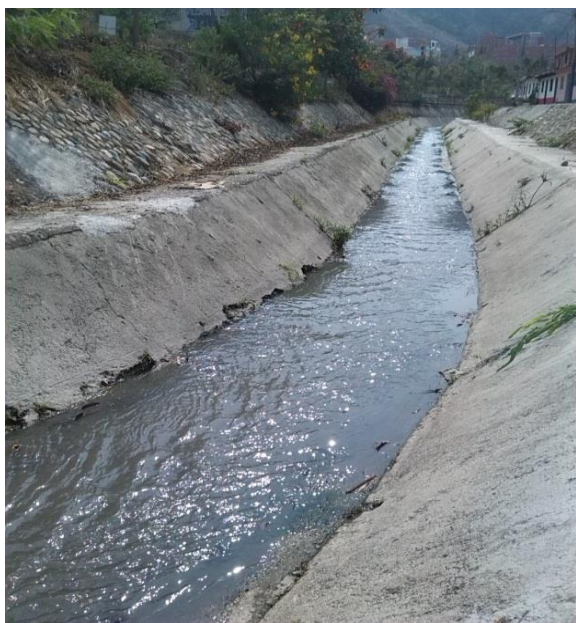


Figura 79. Se presentan dos tipos de revestimiento en sectores de este tramo en el talud T2.

Fuente: Autores (2016).



Figura 80. Amplitud en la sección después del puente.

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 23

K 1+100 – K 1+150

En el recorrido y observación del tramo 23, se encontraron los siguientes daños:

Agrietamientos, desgaste del revestimiento, deficiencia en juntas, desplazamiento de losa, socavación, presencia de basura (ver tabla 24).

Tabla 24.

Descripción del estado actual del canal, tramo 23.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Vegetación	1+150 – 1+200	A lo largo del tramo se encontró escasa presencia de vegetación.
Basura	1+150 – 1+200	A lo largo del tramo se encontró escasa presencia de basura.
Deficiencia de juntas	1+150 – 1+200	Se presenta erosión de las juntas entre T1 y B2 en ambos márgenes a lo largo de este tramo del canal.

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal. (2016).

En el recorrido realizado por este tramo se puede asegurar que el mismo se encuentra en buenas condiciones, no sufre daños considerables, solo se encontró presencia de basura, conexiones domiciliarias, sedimentación y escasa vegetación. (ver figuras 81, 82 y 83).



Figura 81. Estructura hidráulica con perforación en T2 en el margen izquierdo.

Fuente: Autores (2016).



Figura 82. Sección de gran amplitud, solo daños de erosión de juntas.

Fuente: Autores (2016).



Figura 83. Basura y sedimentos.

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 24**K 1+150 – K 1+200**

En el recorrido y observación del tramo 24, se encontraron los siguientes daños: Desgaste del revestimiento, deficiencia en juntas, socavación, residuos sólidos y conexiones domiciliarias (ver tabla 25).

Tabla 25.

Descripción del estado actual del canal, tramo 24.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Socavacion	1+150 – 1+200	Se presenta socavacion en las juntas entre la base y T1 a lo largo de este tramo en ambos margenes.
Vegetacion	1+150 – 1+200	A lo largo del tramo se encontro capa de vegetacion en ambos margenes del canal.
Deficiencia de juntas	1+150 – 1+200	Se presenta defieiencia de las juntas de las losas del T1, acompañado de vegetacion tras la perdida del sello de las mismas.
Residuos solidos	1+150 – 1+200	Se encontro basura en los margenes y base del canal.
Perdida de revestimiento	1+183.3	Se encontro con un daño severo de rotura y perdida del revestimiento de T1, B2 y T2, acompañado de fractura de en la base del canal.

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal (2016).

Los daños encontrados a lo largo de este tramo, se pueden observar en las figuras 84, 85, 86 y 87 en el recorrido se encontro daños como socavacion en las juntas del T1 y la base, presencia de basura, y capa de vegetacion entre las juntas de T1 y a lo largo de ambos margenes, ademas de la ruptura y perdia del revestimiento de T1 y T2 del margen derecho en la abscisa 1+183.3 y daño de fractura en la base en este mismo punto.



Figura 84.Desprendimiento de losa.

Fuente: Autores (2016).



Figura 85.Perdida de sección en T1 del margen derecho, presencia de vegetación.

Fuente: Autores (2016).



Figura 86.Basura, sedimentos y de vegetación.

Fuente: Autores (2016).



Figura 87.Socavación entre B y T1 ambos de márgenes.

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 25**K 1+200 – K 1+250**

En el recorrido y observación del tramo 25, se encontraron los siguientes daños:

Deficiencia en juntas, socavación, residuos sólidos y conexiones domiciliarias (ver tabla 26).

Tabla 26.

Descripción del estado actual del canal, tramo 25.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Obstrucciones en el canal	1+201.4	Se encontró obstrucción del material de revestimiento perdido aguas arriba del canal.
Socavación	1+200 – 1+250	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 a lo largo de este tramo en ambos márgenes.
Vegetación	1+200 – 1+250	A lo largo del tramo se encontró presencia de densa capa de vegetación en ambos márgenes del canal.
Deficiencia de juntas	1+200 – 1+250	Se presenta erosión de las juntas de las losas del T1, acompañado de vegetación tras la pérdida del sello de las mismas.
Residuos sólidos	1+150 – 1+200	Se encontró basura en los márgenes y base del canal.

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal (2016).

Los daños encontrados a lo largo de este tramo, se pueden observar en las figuras 88 y 89 en el recorrido se encontró daños como socavación en las juntas del T1 y la base, presencia de basura, y capa de vegetación entre las juntas de T1 y a lo largo de ambos márgenes y obstrucción correspondiente al material del revestimiento perdido aguas arriba del canal.

El canal se encuentra en óptimas condiciones, se recomienda realizar intervención en lo que respecta al retiro de basuras y despejar la sección del canal invadida por la vegetación.



Figura 88.Obstrucción en el canal de material de concreto, sedimentos y basura.

Fuente: Autores (2016).



Figura 89.Socavación y deficiencia juntas, vegetación.

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 26**K 1+250 – K 1+300**

En el recorrido y observación del tramo 26, se encontraron los siguientes daños:

Socavación, vegetación y residuos sólidos (ver tabla 27)

Tabla 27.

Descripción del estado actual del canal, tramo 26.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Socavación	1+250 – 1+300	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 a lo largo de este tramo en el margen derecho.
Vegetación	1+250 – 1+300	A lo largo del tramo se encontró presencia de densa capa de vegetación en ambos márgenes del canal, con mayor incidencia en el margen derecho.
Residuos sólidos	1+250 – 1+300	Se encontró basura en los márgenes y base del canal.

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal (2016).

El estado de este tramo, se pueden observar en la figura 90, en el recorrido se encontraron daños como socavación en las juntas del T1 y la base, presencia de basura, y densa capa de vegetación en T2 del margen derecho largo del tramo

El canal se encuentra en óptimas condiciones, se recomienda realizar intervención en lo que respecta al retiro de basuras y despejar la sección del canal invadida por la vegetación.



Figura 90. Vegetacion.

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 27**K 1+300 – K 1+350**

En el recorrido y observación del tramo 27, se encontraron los siguientes daños:

Deficiencia en juntas, socavación, residuos sólidos y capa de vegetación (ver tabla 28).

Tabla 28.

Descripción del estado actual del canal, tramo 27.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Socavación	1+300 – 1+350	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 a lo largo de este tramo en el margen derecho.
Desgaste de las juntas	1+300 – 1+350	Se encontró desgaste de las juntas en el T1 del margen derecho a lo largo del tramo.
Derrumbe y vegetación	1+308-1+331	Se encontró con un derrumbe acompañado de capa de vegetación que cubren B2 y T2, a lo largo de las abscisas, en el margen derecho.
Separación de losas	1+349	Inicia daño de separación de losas de T1 y la base del canal, este daño se presenta en el margen derecho.
Presencia de basura	1+300 – 1+350	Se encontró basura en los márgenes y base del canal.

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal (2016).

El estado de este tramo, se pueden observar en las figuras 91 y 92 en el recorrido se encuentran daños como socavación en las juntas del T1 y la base, presencia de basura, y densa capa de vegetación en T2 del margen derecho largo del tramo.

El canal se encuentra en óptimas condiciones, se recomienda realizar intervención en lo que respecta al retiro de basuras y despejar la sección del canal invadida por la vegetación.



Figura 91. Se presenta separación en losas, socavación a lo largo del tramo.

Fuente: Autores (2016).



Figura 92. Espesa vegetación situada en T1 y T2 del margen derecho.

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 28**K 1+350 – K 1+400**

En el recorrido y observación del tramo 28, se encontraron los siguientes

daños: Deficiencia en juntas, socavación, residuos sólidos y capa de vegetación (ver tabla 29).

Tabla 29.

Descripción del estado actual del canal, tramo 28.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Socavación	1+350 – 1+400	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 a lo largo de este tramo en el margen derecho.
Deficiencia en las juntas	1+350 – 1+400	Se presenta deficiencia en las juntas de T1 y B2 del margen derecho y erosión entre las losas de T1 margen izquierdo.
Vegetación	1+350 – 1+400	A lo largo del tramo se encontró presencia de densa capa de vegetación en ambos márgenes del canal, con mayor incidencia en el margen derecho.
Separación de losas	1+352	Este daño inicia en la abscisa k1+349 del tramo anterior, se presenta separación de losas de T1 y la base del canal, en el margen derecho.
Residuos sólidos	1+350 – 1+400	Se encontró basura en los márgenes y base del canal.

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal (2016).

El estado de este tramo, se pueden observar en las figuras 93, 94, 95 y 96 en el recorrido se encontró daños como socavación en las juntas del T1 y la base, presencia de basura, y densa capa de vegetación en T2 del margen derecho largo del tramo y daño de separación de las losas de la base y T1 del margen derecho.



Figura 93. Vegetación densa en ambos márgenes, socavación en el margen derecho.

Fuente: Autores (2016).



Figura 94. Separación en juntas.

Fuente: Autores (2016).



Figura 95. Basura y sedimentación en socavación y deficiencia en el sello de las juntas.

Fuente: Autores (2016).

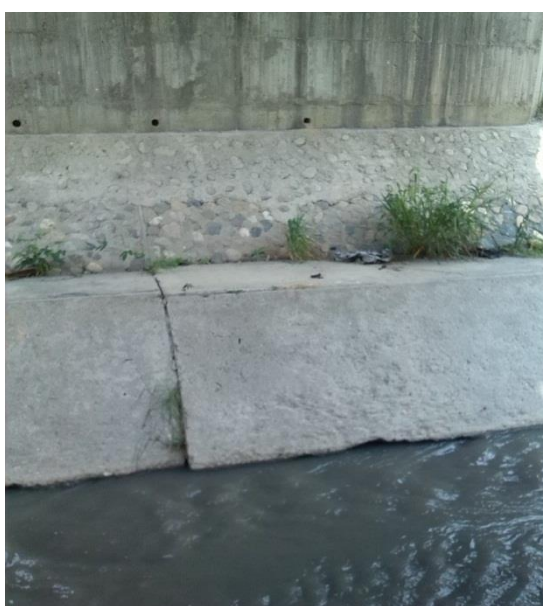


Figura 96. Separación en losa con presencia de erosión y socavación.

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 29**K 1+400 – K 1+450**

En el recorrido y observación del tramo 29, se encontraron los siguientes daños:

Deficiencia en juntas, socavación, residuos sólidos y capa de vegetación (ver tabla 30).

Tabla 30.

Descripción del estado actual del canal, tramo 29.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Socavación	1+400 – 1+450	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 a lo largo de este tramo en el margen derecho.
Deficiencia en las juntas	1+400 – 1+450	Se presenta deficiencia en las juntas de T1 y B2 del margen derecho y erosión entre las losas de T1 margen derecho.
Deslizamiento de tierras	1+400 – 1+420	En la longitud comprendida entre estas abscisas se presenta deslizamiento de tierras en T2 del margen derecho.
Vegetación	1+400 – 1+450	A lo largo del tramo se encontró presencia de densa capa de vegetación en ambos márgenes del canal.
Residuos sólidos	1+400 – 1+450	Se encontró basura en los márgenes y base del canal.

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal (2016).

El estado de este tramo, se pueden observar en las figuras 97, 98, 99 y 100 en el recorrido se encontró daños como socavación en las juntas del T1 y la base, presencia de basura, y densa capa de vegetación en T2 del margen derecho largo del tramo y deslizamiento de tierras sobre T2 del margen derecho.



Figura 97. Basura y vegetación a lo largo del tramo.

Fuente: Autores (2016).



Figura 99. Socavación a lo largo del tramo en el margen derecho.

Fuente: Autores (2016).



Figura 98. Derrumbe de material arcilloso depositado en T2 y B2 del margen derecho.

Fuente: Autores (2016).



Figura 100. Conexión de tubería en PVC en T1 del margen izquierdo.

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 30**K 1+450 – K 1+500**

En el recorrido y observación del tramo 30, se encontraron los siguientes daños: Desgaste del revestimiento, deficiencia en juntas, socavación, residuos sólidos y capa de vegetación (ver tabla 31).

Tabla 31.

Descripción del estado actual del canal, tramo 30

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Socavación	1+450 – 1+500	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 a lo largo de este tramo en el margen derecho.
Deficiencia en las juntas	1+450 – 1+500	Se presenta deficiencia en las juntas de T1 y B2 del margen derecho y erosión entre las losas de T1 margen derecho.
Desgaste de revestimiento	1+450 – 1+500	se presenta desgaste del revestimiento en la base y paredes del canal.
Vegetación	1+450 – 1+500	A lo largo del tramo se encontró presencia de densa capa de vegetación en ambos márgenes del canal.
Abultamiento de revestimiento	1+493.5	Se encontró abultamiento del revestimiento en T1 del margen izquierdo, acompañado de erosión.
Residuos sólidos	1+450 – 1+500	Se encontró basura en los márgenes y base del canal.

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal.

El estado de este tramo, se pueden observar en las figuras 101, 102, 103 y 104 en el recorrido se encontró daños como socavación en las juntas del T1 y la base, presencia de basura, y densa capa de vegetación en T2 y entre las juntas de las losas de T1 en ambos márgenes del canal.



Figura 101. Abultamiento en el revestimiento de T1 del margen izquierdo.

Fuente: Autores (2016).



Figura 102. Socavación en ambos márgenes de la curva.

Fuente: Autores (2016).



Figura 103. Deficiencia de juntas

Fuente: Autores (2016).



Figura 104. Vegetación en ambos márgenes.

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 31**K 1+500 – K 1+550**

En el recorrido y observación del tramo 31, se encontraron los siguientes daños: Desgaste del revestimiento, deficiencia en juntas, socavación, residuos sólidos, capa de vegetación y asentamiento de losas. (ver tabla 31).

Tabla 32.

Descripción del estado actual del canal, tramo 32.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Socavación	1+500 – 1+550	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 a lo largo de este tramo en ambos márgenes.
Deficiencia en las juntas	1+500 – 1+550	Se presenta deficiencia en las juntas de T1 y B2 del margen derecho y erosión entre las losas de T1 margen derecho.
Desgaste de revestimiento	1+500 – 1+550	se presenta desgaste del revestimiento en la base y paredes del canal del margen derecho.
Asentamiento	1+536	Se encontró asentamiento de una losa de la base.
Vegetación	1+500 – 1+550	A lo largo del tramo se encontró presencia de densa capa de vegetación en B2 y T2 del margen derecho.
Residuos sólidos	1+500 – 1+550	Se encontró excesiva presencia de basura en los márgenes y base del canal, debido a los vertimientos de residuos que realizan los habitantes que habitan cerca del canal.

Fuente: Autores (2016).

Asada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal.

El estado de este tramo, se pueden observar en las figuras 105, 106, 107 y 108 en el recorrido se encontró daños como socavación en las juntas del T1 y la base, excesiva presencia de basura, y densa capa de vegetación en B2 y T2 y entre las juntas de las losas de T1 en ambos márgenes del canal, asentamiento de la base del canal.



Figura 105. Basura en base del canal.

Fuente: Autores (2016).

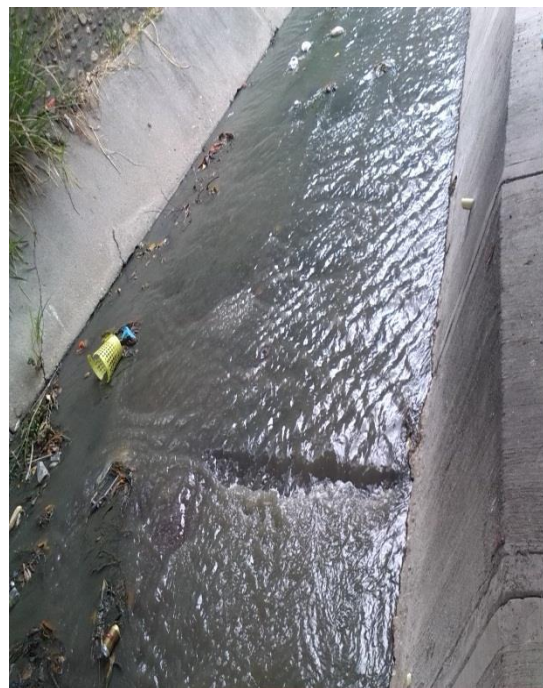


Figura 106. Asentamiento en una de las losas de la base del canal.

Fuente: Autores (2016).



Figura 107. Basura, sedimentos y vegetación.

Fuente: Autores (2016).



Figura 108. Socavación en la losa del margen derecho. Vegetación sedimentos y basura.

Fuente: Autores (2016).

TRAMO 32**K 1+550 – K 1+600**

En el recorrido y observación del tramo 32, se encontraron los siguientes daños: Deficiencia en juntas, socavación, residuos sólidos, capa de vegetación. (ver tabla 33).

Tabla 33.

Descripción del estado actual del canal, tramo 32.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Socavación	1+550 – 1+600	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 a lo largo de este tramo en ambos márgenes, se ve mayormente afectado el margen derecho.
Deficiencia en las juntas	1+550 – 1+600	Se presenta deficiencia en las juntas de T1 y B2 del margen derecho y erosión entre las losas de T1 margen derecho.
Fractura y Asentamiento	1+572	Se encontró fractura y asentamiento de la base, cerca al margen izquierdo.
Vegetación	1+500 – 1+550	A lo largo del tramo se encontró presencia de densa capa de vegetación en B2 y T2 del margen derecho.
Sedimentación	1+550 – 1+600	Se encontró sedimentación en la curva del tramo.
Residuos sólidos	1+550 – 1+600	Se encontró excesiva presencia de basura en los márgenes y base del canal, debido a los vertimientos de residuos que realizan los habitantes que habitan cerca del canal.

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal (2016).

El estado de este tramo, se pueden observar en las figuras 109, 110, 111 y 112 en el recorrido se encontró daños como socavación en las juntas del T1 y la base, excesiva presencia de basura, y densa capa de vegetación en B2 y T2 y entre las juntas de las losas de T1 en ambos márgenes del canal, asentamiento de la base del canal.



Figura 109. Margen derecho con presencia de socavación.

Fuente: Autores (2016).



Figura 110. Socavación.

Fuente: Autores (2016).



Figura 111. Vegetación y basura. Fuente: Autores (2016).



Figura 112. Espesa. Fuente: Autores (2016).

TRAMO 33**K 1+600 – K 1+620.75**

En el recorrido y observación del tramo 33, se encontraron los siguientes daños:

Deficiencia en juntas, socavación, residuos sólidos, capa de vegetación. (ver tabla 34).

Tabla 34.

Descripción del estado actual del canal, tramo 33.

DAÑO	ABSCISA AFECTADA	OBSERVACIONES
Socavación	1+600 – 1+620.75	Se presenta socavación en las juntas entre la base y T1 a lo largo de este tramo en ambos márgenes, se ve mayormente afectado el margen derecho.
Deficiencia en las juntas	1+600 – 1+620.75	Se presenta deficiencia en las juntas de T1 y B2 del margen derecho y erosión entre las losas de T1 margen derecho.
Vegetación	1+600 – 1+620.75	A lo largo del tramo se encontró presencia de densa capa de vegetación en B2 y T2 del margen derecho.
Fractura y Asentamiento	1+608.6 – 1+620.75	Se encontró fractura y asentamiento de la base, cerca al margen izquierdo.
Residuos sólidos	1+600– 1+620.75	Se encontró excesiva presencia de basura en los márgenes y base del canal, debido a los vertimientos de residuos que realizan los habitantes que habitan cerca del canal.

Fuente: Autores, basada en la observación directa en el recorrido a lo largo del canal (2016).

El estado de este tramo, se pueden observar en las figuras 113, 114, 115 y 116 en el recorrido se encontró daños como socavación en las juntas del T1 y la base, excesiva presencia de basura, y densa capa de vegetación en B2 y T2 y entre las juntas de las losas de T1 en ambos márgenes del canal, asentamiento de la base del canal.



Figura 113. Sedimentación y vegetación.

Fuente: Autores (2016).



Figura 114. Material de concreto en base.

Fuente: Autores (2016).



Figura 115. Fin del canal revestido.

Fuente: Autores (2016).



Figura 116. Fin del canal revestido.

Fuente: Autores (2016).

De lo encontrado en el recorrido de inspección a lo largo del cauce del río Chiquito, y de acuerdo a las coordenadas tomadas en campo se genera un mapa que describe la ubicación de los tramos a lo largo del canal, las distancias entre los tramos, sus coordenadas planas de inicio y fin de cada tramo de origen Magna sirgas y un perfil topográfico del cauce del río chiquito, ver figura 117.

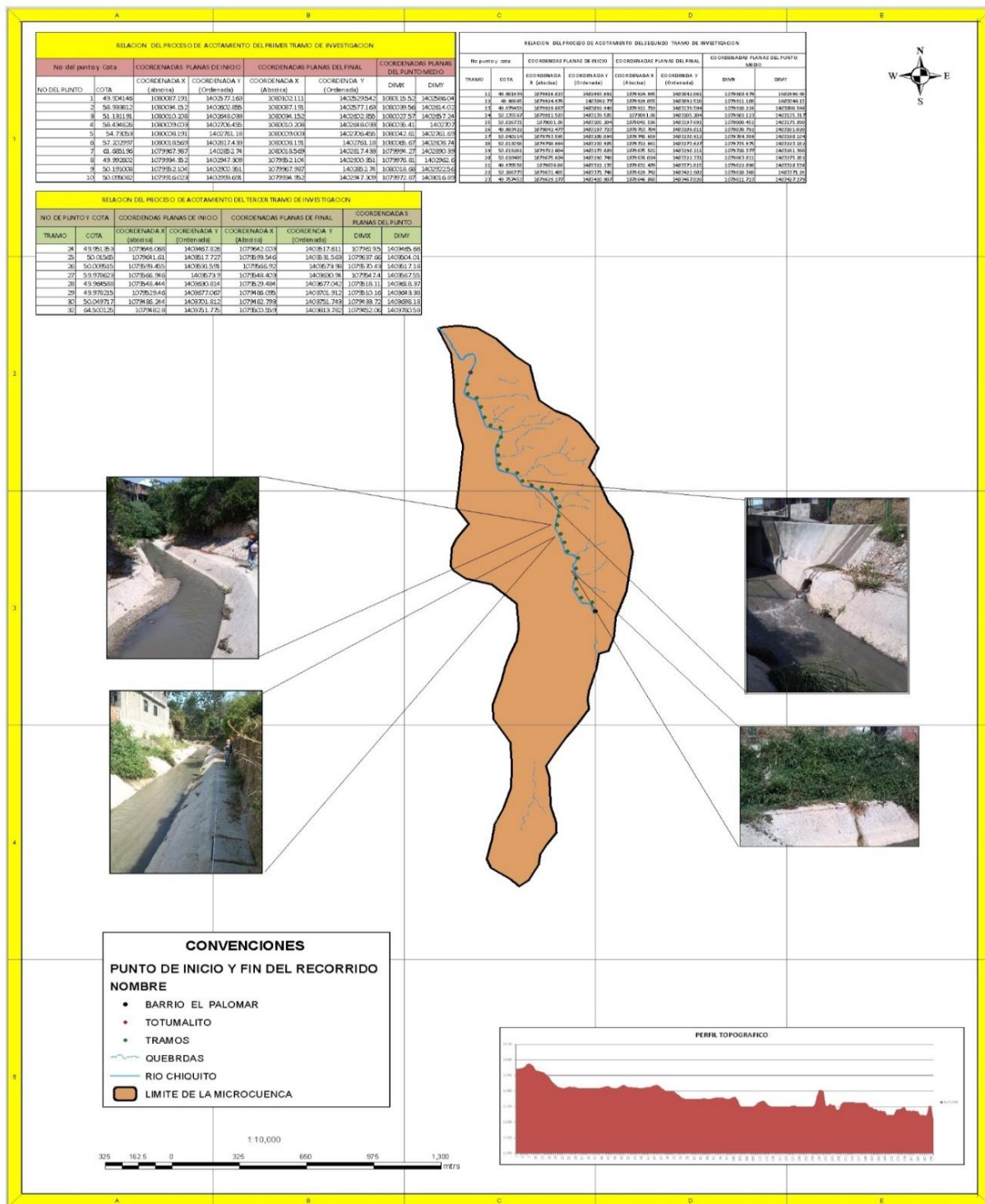


Figura 117.Descripción de coordenadas de los tramos analizados.

Fuente. Autores (2016).

5.2. Aplicar el método racional para calcular el caudal que proviene de la microcuenca del río Chiquito para el periodo de retorno recomendado en la Tabla D.4.2 del título D del RAS 2000.

Para el cálculo del caudal del río Chiquito se implementa el método racional el cual estima el caudal a partir de la precipitación en el cual se abarcan todas las abstracciones en un solo coeficiente llamado coeficiente de escorrentía estimado sobre las características morfométricas de la cuenca es importante aclarar que este método se usa para cuencas con una área superficial menor a 10km².

La expresión para implementar el método racional en el cálculo de caudal es:

$$Q = \frac{C.I.A}{360}$$

Donde:

Q= caudal máximo [m³/seg]

C= coeficiente de escorrentía

I = intensidad de lluvias de diseño

A= área de la cuenca

El municipio de Ocaña se encuentra dividido en tres cuencas hidrográficas según la información geográfica de Plan De Ordenación Y Manejo De La Cuenca Hidrográfica Del Río Algodonal (2010) y la cual se puede ver en la figura 118 que se presenta a continuación. La ciudad de Ocaña se encuentra bajo la influencia de la cuenca hidrográfica Algodonal parte alta, la microcuenca del río Chiquito al igual que la del río Tejo .

La microcuenca hidrográfica del río Chiquito es tributaria del río Tejo y a su vez drena sus aguas a la cuenca del Algodonal

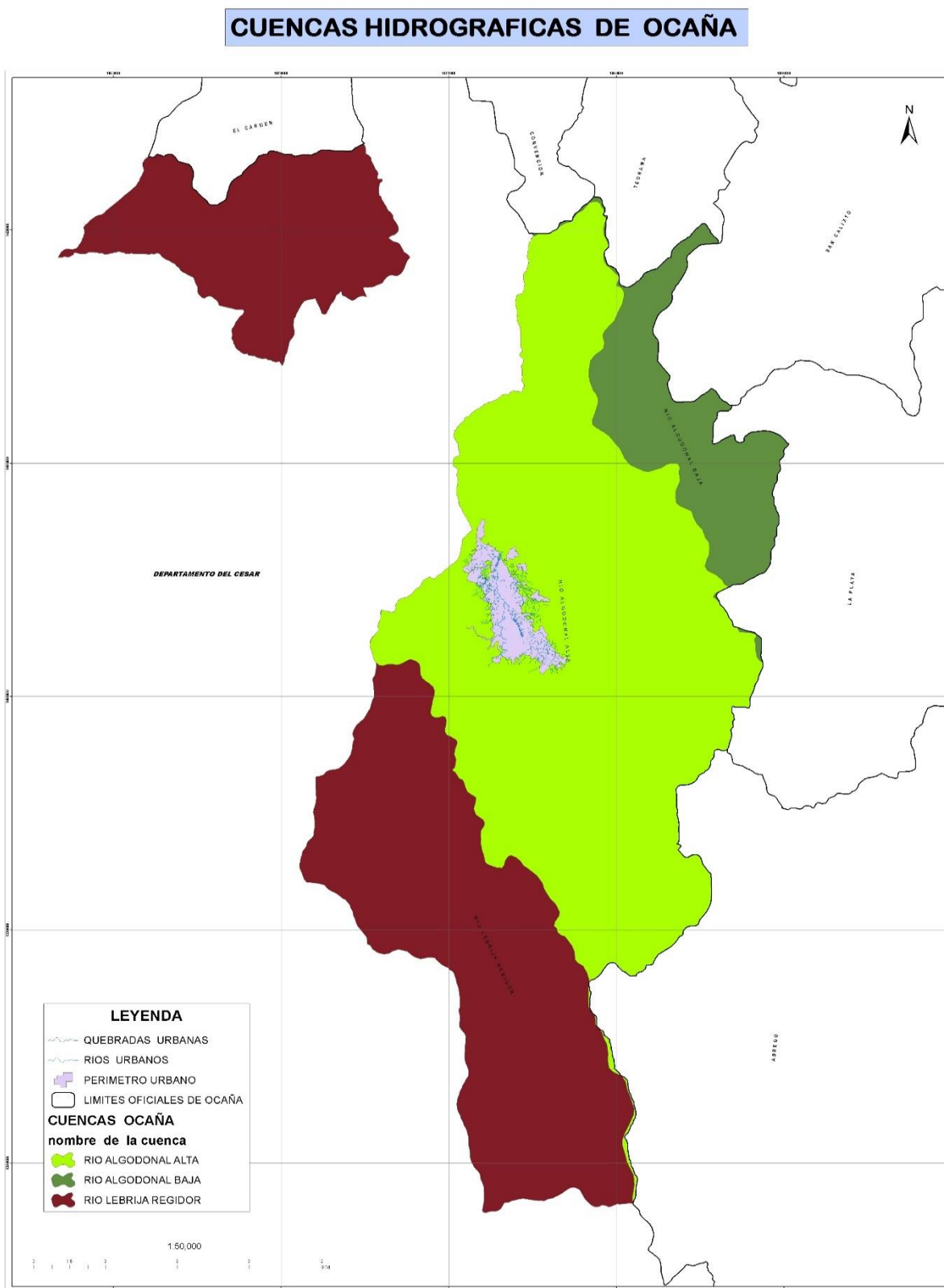


Figura 118. Cuencas hidrográficas de Ocaña
Fuente. Autores (2016).

Delimitacion De La Microcuenca Del Rio Chiquito

Para realizar el proceso de la delimitación automática de la microcuenca del río Chiquito se gestionó un DEM (Modelo digital de elevación) a 30*30mtrs en tamaño de pixel el cual se obtuvo del departamento de Geología de los Estados Unidos, luego de realizar la descarga se procedió a re proyectarlo dado que el (DEM) descarga bajo un sistema de referencia geográfico WGS84 y debe ser re proyectado usando el sistema de referencia proyectado Magna Sirgas Colombia Bogotá.

Una vez re proyectado el DEM se realizó un proceso denominado FILL para corregir errores en la información de este raster e iniciar el proceso de delimitación de la microcuenca del río chiquito.

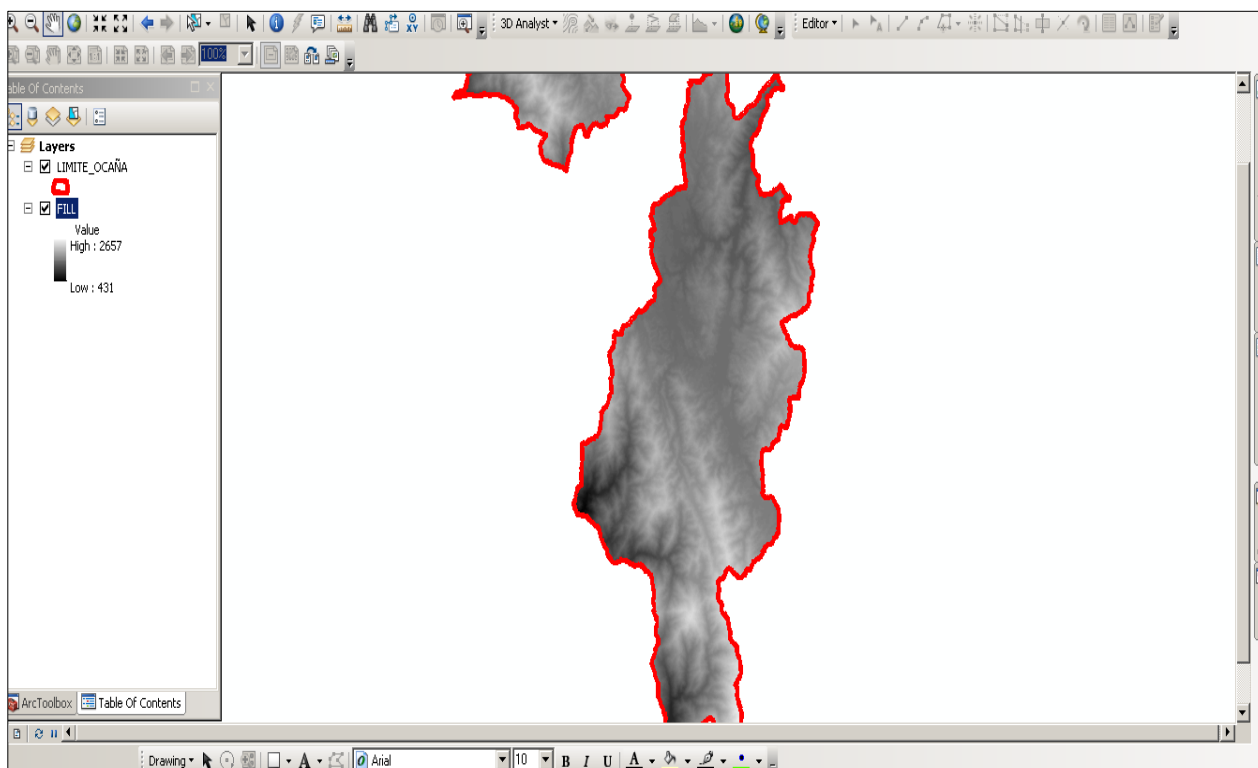


Figura 119. fill del Modelo Digital de Elevación correspondiente al Municipio de Ocaña.

Fuente. Autores (2016).

Posterior a el fill mediante el uso de la herramienta Hydrology de Arctoolbox se generó un modelo raster de dirección de flujo, seguido de una dirección de flujo obteniendo como resultados los dos raster que se muestran en las figuras 120 y 121.

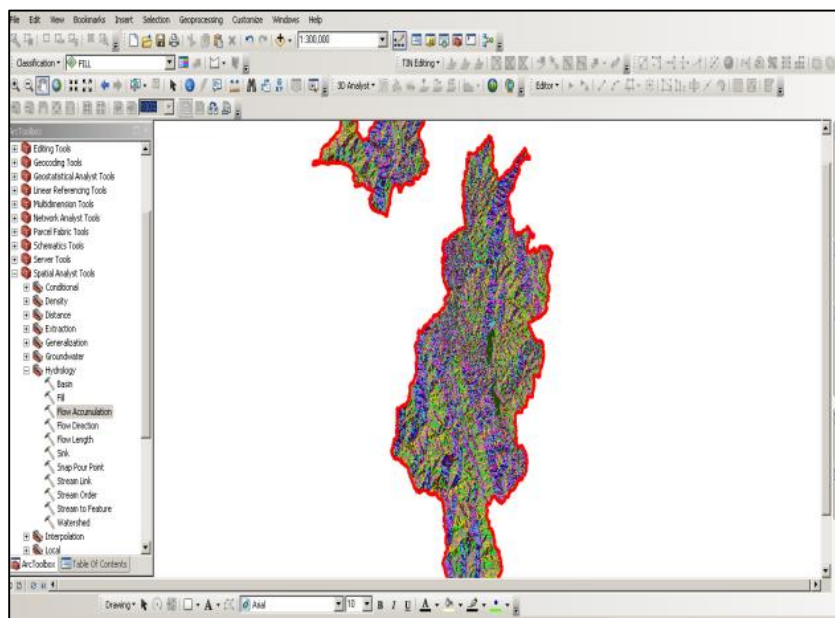


Figura 120. Resultado del procesamiento inicial del DEM con la herramienta Hydrology > flow Direction y Flow Accumulation. Fuente. Autores (2016).

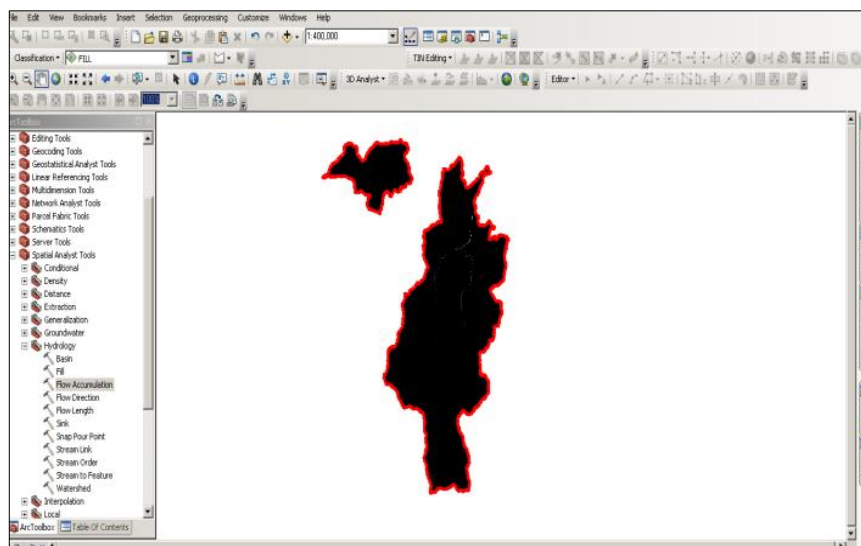


Figura 121. Resultado del procesamiento inicial del DEM con la herramienta Hydrology > flow Direction y Flow Accumulation. Fuente. Autores (2016).

Luego se le asignó un punto de desfogue o drenaje sobre la capa raster de acumulación de flujos el cual se asignó en el lugar geográfico donde confluye el rio tejo y el chiquito en las coordenadas X: 1084229.48662 Y: 1410143.09194 a partir de este punto geográfico se obtuvo la cuenca del rio tejo en formato raster GRID , a partir de este punto de control o de drenaje se delimitan las microcuencas existentes dentro del perímetro urbano oficial de la ciudad de Ocaña y de esta manera poder realizar el estudio hidrológico a nivel de microcuenca

La microcuenca del rio chiquito tiene un área superficial de: 138.35Ha lo que en términos de km^2 corresponde a 1.38km^2 y un perímetro de 7.08km lo que permite establecer que la microcuenca del rio chiquito es muy pequeña según la clasificación del (IDEAM 2010), a continuación se muestran las figuras 122 y 123 que muestran la delimitación de la microcuenca.



Figura 122. Delimitación de la microcuenca del rio chiquito dentro del perímetro urbano de la ciudad

Fuente: Google Earth Pro (2016).

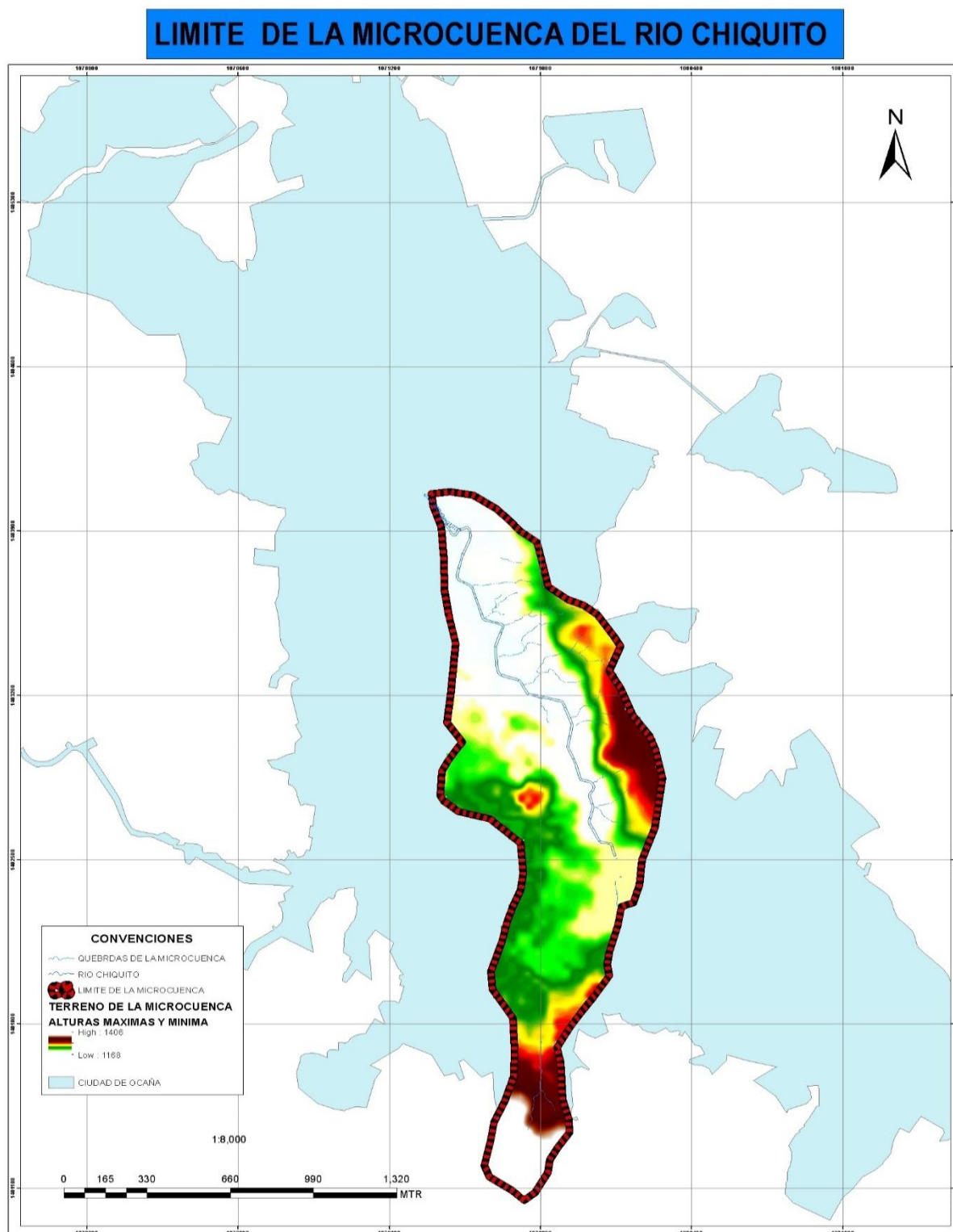


Figura 123. Mapa de la delimitación de la microcuenca del río chiquito dentro del perímetro urbano de la ciudad de Ocaña.
Fuente. Autores (2016).

La longitud del cauce principal de esta microcuenca es de 4.13 km lo que lo clasifica como un drenaje corto esta característica influye en el tiempo de concentración y en la mayoría de los índices morfométricos el cálculo se obtuvo a partir del archivo Shp oficial del Plan básico de Ordenamiento territorial, revisión del 2015 “red hídrica” esta longitud coincide con la realizada mediante los waypoints de punto GPX .

Índice de Gravelius (K_f) (coeficiente de forma)

Este índice se calcula a partir de la relación entre el área superficial de microcuenca y la longitud de esta, la longitud de la cuenca se determina a partir de la cota más alta hasta el punto de drenaje o desfogue.

$$K_f = L'' / L$$

L'' = ancho promedio de la microcuenca

L = longitud de la cuenca

A : área superficial de la microcuenca

El ancho promedio L'' se estimó como:

$$L'' = A/L$$

Luego:

$$K_f = L'' / L = (A/L) / L$$

$$K_f = A/L^2$$

Para esta microcuenca el índice de Gravelius es de 0.23, y basados en este resultado y según la clasificación del cuadro 2, la microcuenca del río Chiquito presenta un valor de forma de ligeramente achatada.

Tabla 35.

Clasificación según el coeficiente de forma.

Clases de valores de forma	
Rangos de K_f	Clases de Forma
.01 - .18	Muy poco achatada
.18- .36	Ligeramente achatada
.36-.54	Moderadamente achata

Fuente: Instituto nacional de ecología (2004)

Entre más próximo este el valor del coeficiente de forma (K_f) a 1, mayor susceptible es la microcuenca o cuenca a concentrar el escurrimiento de una lluvia intensa formando fácilmente creciente.

Pendientes del terreno

Para determinar las pendientes del terreno de la microcuenca del río chiquito se llevó a cabo un proceso basado en un software SIG en el cual se reclasificó un DEM (Modelo Digital De Elevación), con una resolución espacial de 12*12m el cual fue adquirido desde la página del departamento de geología de los estados unidos, como resultado se generó la temática pendientes del terreno, la microcuenca del río chiquito presenta pendientes complejas con rangos que oscilan desde el 0 – 5.4% hasta el 86.55% sus mayores pendientes se presentan al costado oriental del territorio donde se localiza el cerro cristo rey . (Ver figura 124).

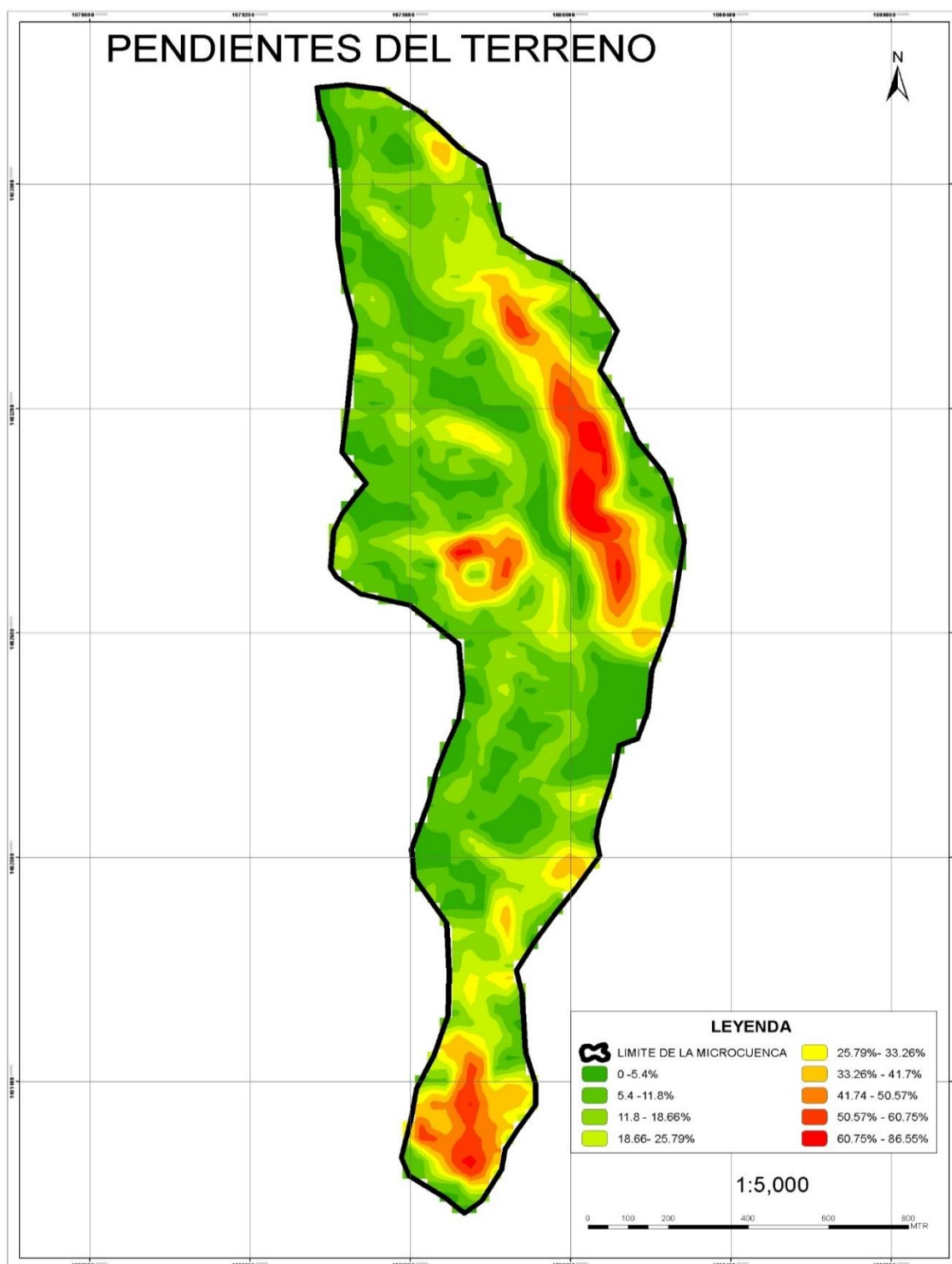


Figura 124. Mapa pendiente del terreno.
Fuente: Autores (2016)

Calculo de la pendiente media de la microcuenca.

Para este cálculo se implementó el método de Horton desarrollado mediante el software SIG ArcGIS 10.3 licencia académica de la universidad francisco de paula Santander, para lo cual se usó como insumo un DEM (modelo digital de Elevación con una resolución de 30m) y el limite oficial de la microcuenca del rio chiquito. (Ver figura 125).

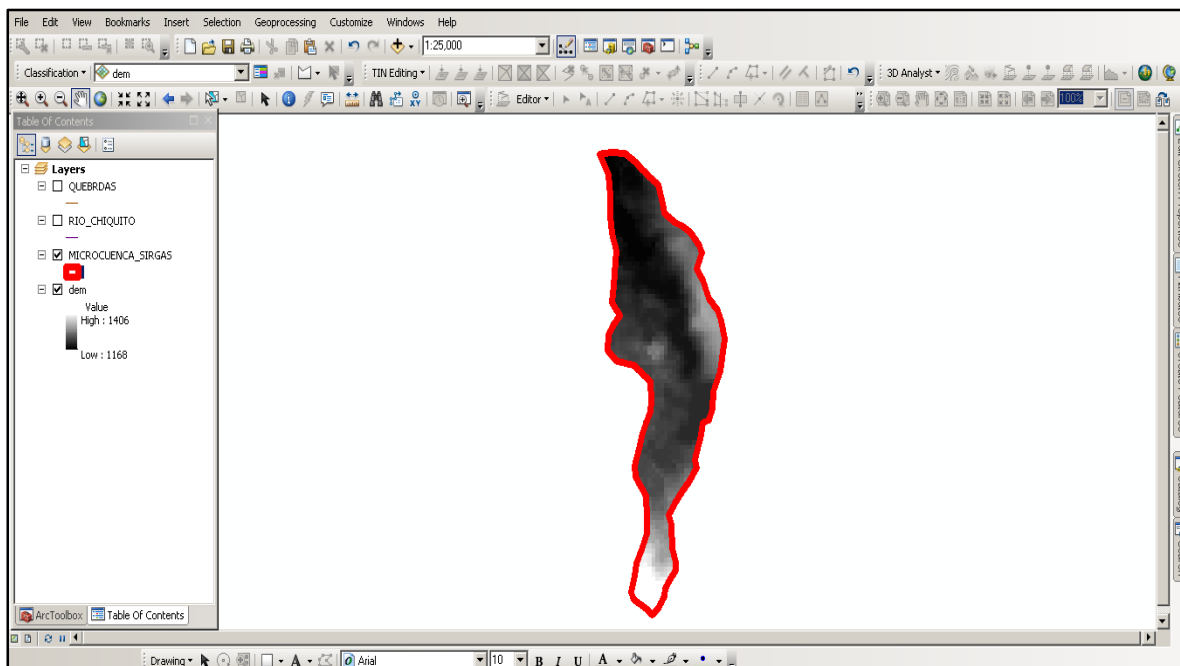


Figura 125. Interfaz de trabajo del software ArcGIS 10.3 con la visualización del DEM y el archivo SHP del límite de la microcuenca.

Fuente: Autores (2016).

El proceso para la determinación de la pendiente media se dividió en tres pasos: Creación del mapa de pendientes, interpolar el mapa de pendientes y determinación de la pendiente media. Como resultado de la modelación en SIG se obtienen que la pendiente media de la microcuenca del rio chiquito es de 18.66% .

La longitud del Cauce principal de la microcuenca del rio Chiquito es de 4.13km con una longitud de drenajes de 7.86 km, en las figura 126 y 127 se aprecia de mejor forma

los lugares donde se presentan las mayores pendientes dentro de la microcuenca de río chiquito.

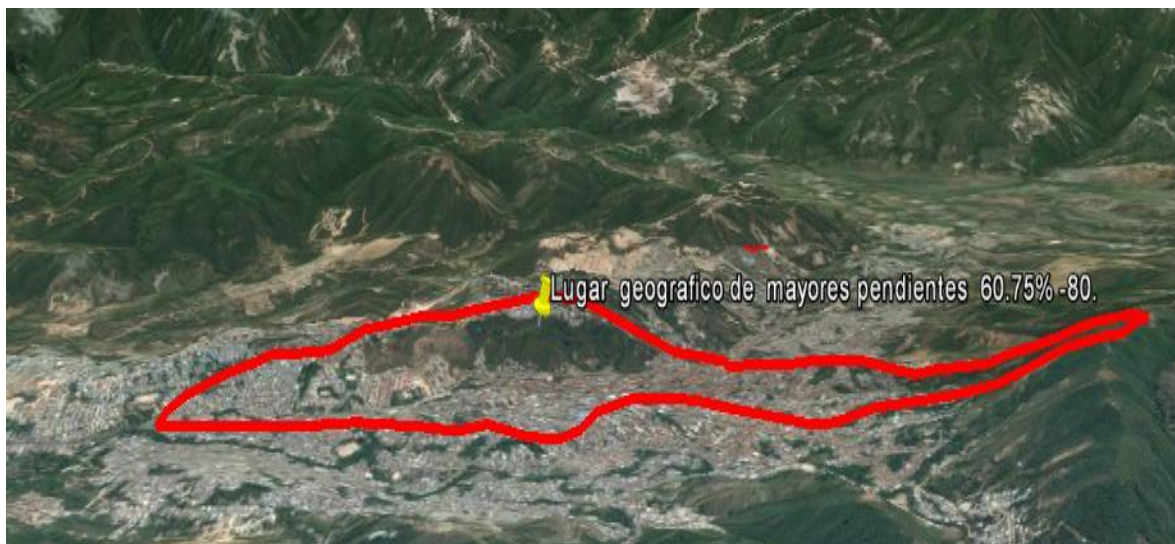


Figura 126. visualización de la cuenca del río chiquito que permite ver de mejor manera los lugares con mayor rango de pendientes en la microcuenca.

Fuente: Google Earth Pro (2016).

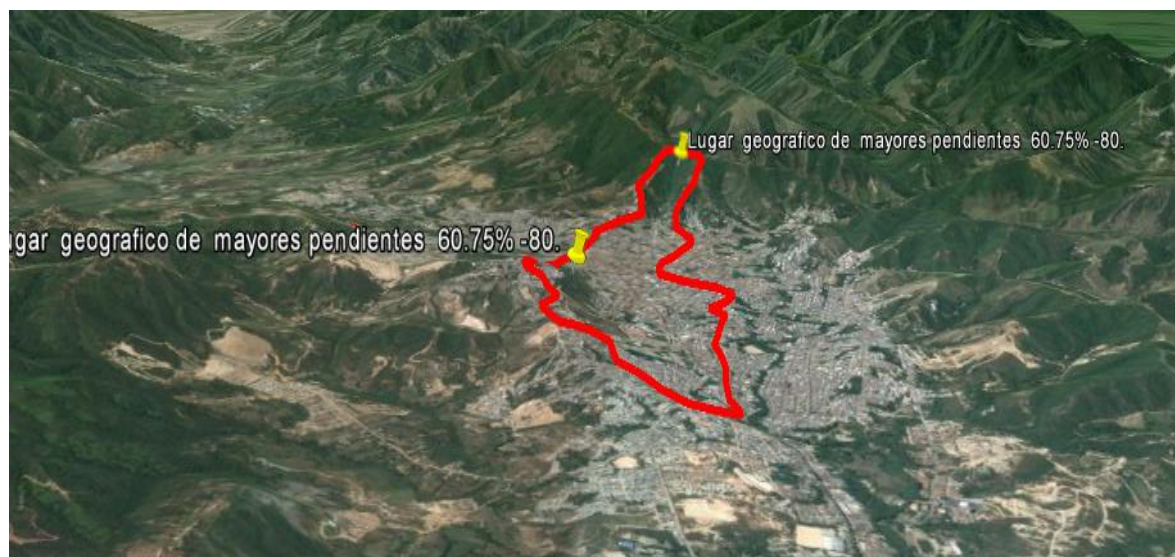


Figura 127. El sur de la microcuenca también presenta pendientes elevadas al igual que un pequeño sector al costado occidental de esta microcuenca.

Fuente: Google Earth Pro (2016).

Precipitaciones máximas promedio de en la microcuenca del rio chiquito

Para el desarrollo del cálculo de caudal se solicitaron los datos meteorológicos de precipitación de los últimos 20 años para la ciudad de Ocaña al IDEAM, estos datos corresponden a las estaciones ubicadas en el municipio de Abrego, Norte de Santander Claras y Rio de Oro, Cesar, los datos entregados por el IDEAM se relacionan en las figuras 128 y 129.

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES																																	
SISTEMA DE INFORMACION										VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)																							
NACIONAL AMBIENTAL										ESTACION : 16055040 ABREGO CENTRO ADMO																							
0805 N	TIPO EST	CP	DEPTO	NORTE SANTANDER	FECHA-INSTALACION	1969-JUL	LONGITUD	7313 W	ENTIDAD	01																							
IDEAM	MUNICIPIO	ABREGO	FECHA-SUSPENSIION	ELEVACION	1430 m. s. n. m	REGIONAL	08	SANTANDERES	CORRIENTE	ALGODONAL																							
***** AÑO EST ENT ENERO * FEBRE *																																	
MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *																							
***** 1969 2 01											1969	2	01																				
3	197.9	196.4	3	145.4	89.0	55.6	1287.3	3	1971	2	01	45.8	6.4	25.8	3	118.4	243.7	26.2	4.5	195.2	248.0	259.0	109.3										
9.1	.0	41.8	3	124.5	3	26.1	104.5	74.0	140.4	153.1	139.1	18.5	147.0	978.1	3	1974	2	01	1.1	3	7.7	15.3	70.7										
314.2	78.8	37.9	142.2	226.0	143.5	76.3	.7	1114.4	3	1975	2	01	.0	14.6	86.3	92.0	263.3	68.1	98.1	141.3													
258.4	237.2	134.7	134.1	1528.1	1976	2	01	.0	1.5	3	6.9	46.8	160.9	34.7	18.8	69.7	60.6	187.1	21.3	.8													
609.1	3	1977	1	01	71.1	3	147.4	26.9	8	42.6	192.7	60.8	81.9	138.0	67.7	215.8	83.0	.5	1128.4	3	1978	2	01	.2	2.6								
3	116.8	208.9	216.2	82.8	72.1	148.2	119.8	143.3	44.5	6.2	1161.6	3	1979	2	01	2.9	22.0	58.7	221.4	238.6	179.3												
120.6	128.2	190.7	171.6	46.4	5.0	1385.4	1980	2	01	4.7	11.4	6.8	39.0	160.7	66.9	28.9	195.2	178.8	144.2														
93.6	21.5	951.7	1981	2	01	.0	42.8	41.1	135.2	245.6	165.3	55.4	238.3	155.0	271.1	47.4	94.9	1492.1	1982	2	01												
4.0	18.6	3	11.3	100.2	299.9	51.9	58.0	50.1	165.2	145.0	24.6	2.0	930.8	3	1983	2	01	.0	49.7	19.7	283.4												
222.5	3	176.6	113.1	85.0	135.4	149.9	20.2	4.3	1259.8	3	1984	2	01	4.5	16.1	44.0	118.6	3	78.7	23.2	165.8	181.9											
291.4	3	137.9	59.1	.2	3	1121.4	3	1985	2	01	2.3	28.2	8.7	54.1	119.8	77.1	118.5	158.7	228.2	116.5	68.1	43.5											
1023.7	1986	1	01	3.1	8	26.8	8	29.4	8	109.3	8	183.3	8	76.1	8	65.4	8	134.1	8	167.1	8	152.6	8	46.7	8	22.7	8	1016.6	1987	2	01	8.2	3.6
23.6	98.1	102.6	50.0	59.2	120.0	323.7	118.0	43.3	41.6	991.9	1988	2	01	.0	.4	10.9	95.0	179.8	178.2														
93.8	384.8	249.0	181.6	86.1	3	25.9	1485.5	3	1989	2	01	11.4	32.6	27.9	13.6	174.8	46.0	3	10.8	204.4	308.5	142.8											
44.5	58.9	1076.2	3	1990	2	01	7.2	6.5	14.4	136.0	89.5	59.4	190.8	128.4	104.4	250.0	94.0	20.9	1101.5	1991	2												
01	.0	2.5	8.3	177.4	183.5	115.6	18.2	35.3	179.1	145.9	71.0	3.0	.0	936.8	3	1992	2	01	50.3	1.7	.1	62.5											
176.4	100.0	45.3	77.7	116.5	92.1	103.2	7.1	832.9	1993	2	01	23.2	87.5	69.8	85.9	220.7	55.7	80.5	56.3														
216.1	144.8	63.1	.0	1103.6	1994	2	01	26.6	53.4	17.4	3	93.0	149.3	38.6	23.1	3	58.3	123.5	158.5	196.2	5.1												
843.0	3	1995	2	01	16.0	.0	21.1	240.6	143.3	97.7	193.2	301.6	206.7	195.6	3	33.8	3	4.6	1454.2	3	1996	1	01	.7	3.6								
29.5	129.5	171.2	211.5	106.8	310.6	3	192.2	169.7	8	78.0	8	12.8	8	1416.1	3	1997	1	01	15.0	.0	9.0	99.7	8	158.7	8	90.9	8						
28.5	6.2	3	131.0	52.6	10.7	.0	602.3	3	1998	2	01	14.6	27.9	63.2	74.4	147.0	79.7	133.0	115.3	336.1	246.6												
48.1	31.8	3	1317.7	3	1999	1	01	.0	36.4	29.1	118.6	158.8	52.1	55.1	100.3	307.3	203.3	80.3	28.6	1169.9	2000	1											
01	12.0	13.2	.4	102.4	224.2	73.8	77.6	8	37.1	200.8	8	108.0	50.7	3	45.5	945.7	3	2001	1	01	3.3	.0	62.4	48.9									
120.9	32.5	79.2	2.3	227.9	151.2	64.2	18.5	811.3	2002	1	01	2.1	6.6	28.2	91.9	134.7	127.6	3.5	50.4														
187.3	144.4	15.3	20.8	812.8	2003	1	01	2.4	1.2	32.4	166.1	29.8	246.4	57.6	271.6	276.6	238.3	91.6	17.1														
1431.1	2004	1	01	1.1	22.0	4.6	164.3	129.5	63.7	135.0	77.6	251.9	136.8	88.4	15.9	1090.8	2005	1	01	33.5	23.9												
64.9	3	84.5	227.0	184.8	110.7	68.1	129.2	217.2	145.4	28.0	1317.2	3	2006	1	01	20.9	8	26.7	8	35.8	8	116.6	8	176.5	8	109.4	8						
50.3	109.8	270.8	154.8	134.9	7.8	1214.3	2007	1	01	2.2	.4	36.5	70.2	290.0	22.0	80.0	310.8	221.8	329.4														
57.3	6.8	1407.4	2008	1	01	.1	13.5	9.4	64.1	199.0	27.0	231.8	268.9	232.7	214.0	123.3	15.8	3	1399.6	3	2009	1											
01	21.4	9.0	43.8	54.8	226.2	114.9	15.1	159.9	107.4	97.6	140.2	16.5	1006.8	2010	1	01	.0	3	17.4	71.3	133.5												
138.4	132.3	167.4	237.3	260.5	106.4	197.4	109.3	1571.2	3	2011	1	01	9.2	11.2	40.8	163.4	241.2	125.4	173.2	210.2													
220.6	210.7	156.8	29.6	1592.3	2012	1	01	.0	.8	27.0	253.9	139.5	3	22.8	25.4	232.7	163.5	220.6	81.3	3.7													
1171.2	3	2013	1	01	.0	24.4	15.7	41.8	57.5	57.7	9.5	114.4	153.3	172.7	3	66.9	24.3	738.2	34														

Figura 128. Datos meteorológicos de precipitación en la estación de Abrego.

Fuente: IDEAM (2016).

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES															VALORES TOTALES MENSUALES										
SISTEMA DE INFORMACION																									
FECHA DE PROCESO : 2016/04/12																									
NACIONAL AMBIENTAL																									
ESTACION : 16050060 RIO DE ORO																									
LATITUD 0817 N																									
TIPO EST PM																									
DEPTO CESAR																									
FECHA-INSTALACION 1976-AGO																									
LONGITUD 7323 W																									
ENTIDAD 01 IDEAM																									
MUNICIPIO RIO DE ORO																									
FECHA-SUSPENSION																									
ELEVACION 1200 m.s.n.m																									
REGIONAL 08																									
SANTANDERES																									
CORRIENTE DE ORO*****																									
A#O EST ENT ENERO * FEBRE * MARZO * ABRIL * MAYO * JUNIO * JULIO * AGOST * SEPTI * OCTUB * NOVIE * DICIE * VR ANUAL *																									

															1976	201	01								
68.0	142.0	71.0	172.0	72.0	31.5	3	99.5	222.0	29.0	.0	382.0	3	1977	2	01	15.0	2.0	44.0	42.0	188.0	177.0	158.0	205.0		
76.0	9.0	448.0	3	1979	2	01	.0	11.0	14.0	142.0	352.0	171.0	120.0	173.0	180.0	245.0	35.0	9.0	9.0	1452.0	1980	2	1980	2	
01	58.0	2.0	4.0	93.0	204.0	70.0	71.0	217.0	210.0	140.0	130.0	13.0	1212.0	1981	2	01	10.0	49.0	50.0	193.0	266.0	206.0	86.0	99.0	
234.0	188.0	22.0	15.0	1054.1	1983	2	01	3.0	27.0	5.0	174.0	115.0	96.0	132.0	173.0	157.2	83.0	28.5	.3	994.0	1984	2	01	.4	
49.0	27.6	217.3	204.0	21.0	1.0	860.5	1987	2	01	3.3	.2	19.6	91.8	3	177.8	47.0	48.8	77.0	219.0	118.6	186.4	21.5	61.1	146.3	
107.0	47.0	1127.5	3	1988	2	01	1.0	1.0	5.0	52.0	114.0	178.0	115.0	353.0	226.0	74.0	106.0	102.0	1327.0	1989	2	01	63.0		
01	67.0	68.0	41.4	54.2	104.0	186.1	110.3	10.9	892.9	1991	2	01	.0	30.0	49.5	172.8	279.8	67.7	9.4	216.1	152.1	82.1	.2	1156.2	
1317.3	1993	2	01	10.8	4.5	89.0	99.8	263.0	55.9	88.0	175.5	194.0	104.0	97.0	10.0	1191.5	1994	2	01	4.0	5.1	1.0	48.0	97.0	47.0
226.0	263.0	366.0	170.0	68.0	68.0	2317.0	1996	2	01	17.0	4.0	61.0	190.0	220.0	307.0	215.0	174.0	120.0	94.0	115.0	102.0	1619.0	1997	2	
01	35.0	47.0	64.0	59.0	148.0	130.0	332.0	203.0	237.0	162.0	51.0	21.0	1489.0	1999	2	01	14.0	38.0	142.0	96.0	71.0	108.0	89.0	143.0	
212.0	215.0	45.0	50.0	1319.0	2001	1	01	53.0	16.0	107.0	87.0	159.0	27.0	159.0	71.0	157.0	41.0	8.0	40.0	925.0	2002	1	01	3.0	
65.0	100.0	157.0	122.0	69.0	220.0	240.0	217.0	138.0	11.0	1343.0	2004	1	01	1.0	39.0	5.0	89.0	63.0	16.0	158.0	74.0	150.0	129.0	143.0	
188.0	31.0	1132.0	2006	1	01	43.0	12.0	51.0	117.0	168.0	72.0	84.0	88.0	252.0	248.0	80.0	12.0	1227.0	2007	1	01	.0	77.0	163.0	
01	.0	.0	77.0	163.0	115.0	65.0	123.0	223.0	106.0	132.0	17.0	16.0	1037.0	2008	1	01	.0	2.0	37.0	244.0	120.0	73.0	193.0	251.0	
85.0	61.0	86.0	12.6	723.6	2010	1	01	.0	16.0	41.0	3	79.0	141.0	144.0	184.0	179.5	127.0	37.0	273.0	1306.5	3	2011	1		
01	16.0	14.0	30.0	193.0	150.0	141.0	90.0	122.0	155.0	115.0	94.0	36.6	1156.6	2012	1	01	4.0	.0	58.0	126.0	120.0	14.0	32.0	230.0	
69.0	175.0	75.0	3.0	906.0	2013	1	01	.0	5.0	17.0	5.0	17.0	5.0	135.0	29.0										

Figura 129. Datos meteorológicos de precipitación en la estación de Abrego.

Fuente: IDEAM (2016).

Basados en la información meteorológica entregada por el IDEAM se filtraron los datos meteorológicos de los archivos y mediante el método de Isoyetas se generó el mapa de precipitación máxima multianual sobre la microcuenca del rio chiquito del año 2001 al año 2015 y como resultado se obtuvo que se presentan dos zonas bien delimitadas en cuanto a precipitación máxima anual, la zona norte de la microcuenca en donde se localiza del rio chiquito con el rio tejo presenta una precipitación máxima promedio de 1280mm frente a los 1200 mm que se precipitan en la mayoría de la microcuenca. (Ver figura 130).

En términos prácticos para entender la precipitación sobre la microcuenca del rio chiquito tenemos que el área donde se presentan los 1280mm/año corresponde a unos 8.4 Ha y la zona donde se presentan los 1200mm/año tiene una superficie aproximada de 130.06 Ha.

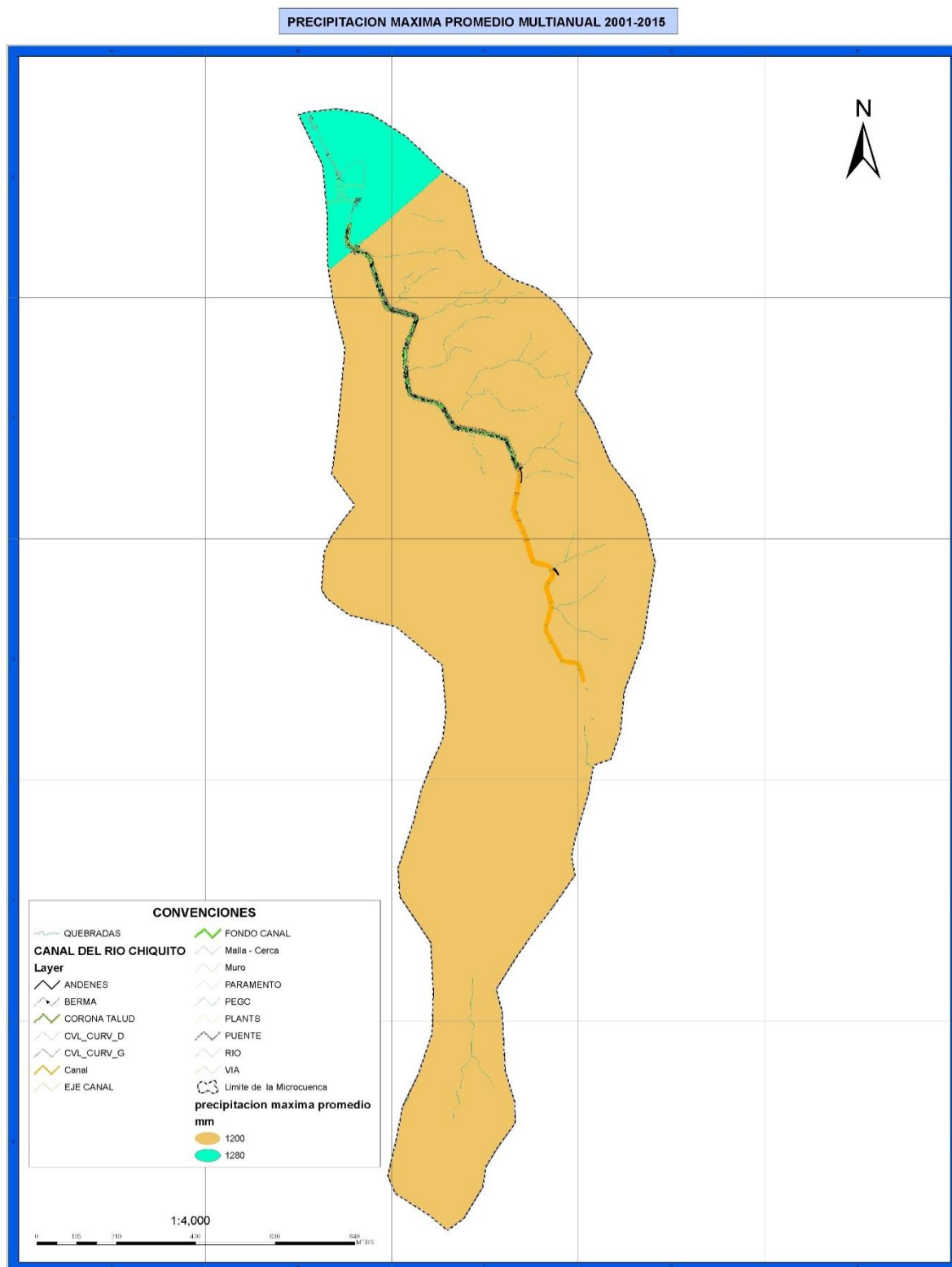


Figura 130. Precipitación máxima promedio Multianual 2001 – 2015.

Fuente: Autores (2016).

Coefficiente de Escorrentía

De acuerdo al análisis morfométrico e hidrológico realizado a la microcuenca del río chiquito mediante el Sistema de Información Geográfica y lo encontrado en la misma, procedemos a dar el el valor al coeficiente de escorrentía de 0.6, tomado de la tabla D.4.5 del Título D del RAS 2000, dicho valor corresponde al tipo de superficie de laderas con baja vegetación, ver tabla 36.

Tabla 36.

Coefficientes de escorrentía.

Tipo de Superficie	c
Cubiertas	0.75-0.95
Pavimentos asfálticos y superficies de concreto	0.7-0.95
vías adoquinadas	0.7-0.85
Zonas comerciales o industriales	0.6-0.95
Residencial, con casas contiguas, predominio de zonas duras	0.75
Residencia multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras entre estos	0.60-0.75
Residencia unifamiliar, con casas contiguas y predominio de jardines	0.40-0.60
Residencial, con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados	0.45
Residencial con predominio de zonas verdes y parques - cementerios	0.3
Laderas sin vegetación	0.6
Laderas con vegetación	0.3
Parques recreacionales	0.20-0.35

Fuente: Título D, RAS 2000

Periodos de retorno para la microcuenca del río chiquito

Dando cumplimiento al objetivo seleccionamos el periodo de retorno recomendado en el título D del RAS 2000, en el capítulo D.4 titulado “Redes de sistema de alcantarillado pluvial” procedemos inicialmente a determinar el nivel de complejidad del sistema, basados en la tabla D.4.1, (ver tabla 37). Del cual se asume un nivel de complejidad medio alto, dado a que la información pluviográfica fue obtenida a nivel regional.

Tabla 37.*Nivel de complejidad del Sistema.*

Nivel de complejidad del sistema	Obtención mínima de curvas IDF
Bajo y medio	Sintética
Medio alto	Información pluviografica regional
Alto	Información pluviografica local

Fuente: Titulo D RAS 2000

Asignado el nivel de complejidad del sistema, se determina el grado de protección según el nivel de complejidad mostrado en la Tabla D.4.3, ver tabla 38, en el que se establece que para un nivel de complejidad Medio alto el grado de protección es igual o mayor al aceptable.

Tabla 38.*Grado de protección según el nivel de complejidad.*

Nivel de complejidad del sistema	Grado de protección igual o mayor al:
Bajo	Mínimo
Medio	Mínimo
Medio alto	Aceptable
Alto	Recomendado

Fuente: Titulo D, RAS 2000

Luego de establecer el grado de protección, vamos a la tabla D.4.2, ver tabla 39 en la que de acuerdo a las características del área de drenaje y según el grado de protección se determina el periodo de retorno para el canal, tomando como característica un área de drenaje con zona montañosa (alta velocidad) o a media ladera que drenan áreas mayores a 1000 Ha, y con un grado de protección aceptable el valor del periodo de retorno corresponde a 25 años, es importante mencionar que el área de drenaje de la microcuenca del río Chiquito es de 138.35 Ha, este valor es representativamente bajo comparado con la característica descrita en la tabla, de acuerdo a esto y los parámetros mencionados, se toma el periodo de retorno de 25 años para el cálculo del caudal de precipitación.

Tabla 39.
Periodo de retorno según el grado de protección.

Características del área de drenaje	Mínimo (años)	Aceptable (años)	Recomendado (años)
Tramos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores a 2 ha	2	2	3
Tramos iniciales en zonas comerciales o industriales, con áreas tributarias menores de 2 ha	2	3	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias mayores de 10 ha	2	3	5
Canales abiertos en zonas planas y que drenan áreas mayores de 1000 ha	10	25	25
Canales abiertos en zonas montañosas (alta velocidad) o a media ladera, que drenan áreas mayores a 1000ha	25	25	50

Fuente: Título D. RAS 2000.

Determinación de la duración de la lluvia.

Para poder obtener entonces la intensidad del diseño , se hizo necesario conocer la duración de la denominada lluvia asociada , al aplicar el método racional nos permite suponer que la duración de la lluvia será entonces igual al tiempo de concentración de la microcuenca del rio chiquito , el tiempo de concentración se toma como el tiempo que dura una gota de agua en llevar acabo el trayecto desde el punto más alejado de ella hasta el punto de consideración

Para este cálculo se usó la ecuación de KIRPICH , la cual es una de las varias expresiones que son usadas para calcular el tiempo de concentración de una cuenca , subcuenta o microcuenca:

$$TC = 0.000323 * \left\{ \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}} \right\}$$

Esta expresión la llevamos al software libre HecRas 4.0. y para el valor del periodo de retorno establecido se obtuvo un caudal máximo de la microcuenca es de $15\text{m}^3/\text{seg}$. Y dado que el canal del Rio chiquito actualmente es de uso combinado, transporta aguas lluvias y aguas residuales, por esta razón se realizó un aforo directo en el canal, en el tramo 23. Mediante el método de flotador, los resultados obtenidos se relacionan en la tabla 40.

Tabla 40.*Calculo del caudal de aguas residuales.*

AFORO	HORA	DISTANCIA (m)	TIEMPO (seg)			TIEMPO PROMEDIO	VELOCIDAD (m/s)	BASE (m)	Z	Y (m)	AREA (M2)	Q (M3/S)	Q(L/S)
			T1	T2	T3								
1	8:40am	10	12.9	11.9	12.8	12.5233333	0.79850945	2.1	1	0.07	0.1519	0.1212936	121.29359
2	11:00am	10	13.6	13.3	13.5	13.4933333	0.74110672	2.1	1	0.06	0.1296	0.0960474	96.047431
3	1:45pm	10	13.2	12.1	13.5	12.9333333	0.77319588	2.1	1	0.06	0.1296	0.1002062	100.20619
4	6:00pm	10	13.7	13.9	16.2	14.6166667	0.68415051	2.1	1	0.06	0.11853	0.0810889	81.08894

Fuente: Autores, basado en datos tomados en campo (2016).

5.3. Realizar una modelación de la sección transversal del canal a través del software HEC-RAS.

Parámetros hidráulicos del modelo HEC-RAS.

Estimación del coeficiente de rugosidad.

El canal del río Chiquito es artificial, revestido en concreto, pero por motivo de afectaciones como la pérdida parcial de revestimiento, el fuerte desgaste de la losa de la base y las densas capas de suelo y vegetación que cubren algunas paredes del canal a lo largo de cauce hace muy variable e incierto el valor del coeficiente de Manning, por este motivo se realiza un análisis a través de SIG que permite determinar el tipo de suelo que cubre las paredes del canal, dichos suelos se describen en la tabla 41, con sus respectivos diámetros de partículas.

Por el motivo ya mencionado para la determinación del coeficiente de rugosidad n de Manning fue necesario dividir la longitud del cauce del canal en 60 secciones para el manejo del Software HEC – RAS, en el que para cada sección se calculó 9 coeficientes a partir de las fórmulas descritas en la tabla 42, que dieron como resultados los valores de coeficiente que se encuentran en las tablas 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48 y 49 de los cuales se obtuvo un coeficiente n de Manning promedio para la modelación de cada sección del canal.

Tabla 41.*Diámetros de suelos presentes en el canal.*

SUELO 1			SUELO 2			SUELO 3			SUELO 4			SUELO 5		
D50	D65	D90	D50	D65	D90	D50	D65	D90	D50	D65	D90	D50	D65	D90
0.7	1.5	10	0.5	1.5	25	0.9	1.8	7	0.9	2.8	10	0.9	2	10

Fuente: Autores (2016).

Tabla 42.*Calculo de n Manning.*

AUTOR	ECUACIÓN	Sec. 1	Sec. 2	Sec.3	Sec.4	Sec. 5
Strickler, 1923	$n = 0,047 * D50^{1/6}$	0.04428747	0.04428747	0.04428747	0.04428747	0.04428747
	$n = 0,039 * D50^{1/6}$	0.03674918	0.03674918	0.03674918	0.03674918	0.03674918
	$n = \frac{D90^{1/6}}{26,5}$	0.05538865	0.05538865	0.05538865	0.05538865	0.05538865
Meyer- Peter y Muller, 1948	$n = 0,038 * D90^{1/6}$	0.05577637	0.05577637	0.05577637	0.05577637	0.05577637
Raudkivi, 1976	$n = 0,0411 * D65^{1/6}$	0.04397343	0.04397343	0.04397343	0.04397343	0.04397343
Simons y Senturk, 1976	$n = 0,0389 * D50^{1/6}$	0.03665495	0.03665495	0.03665495	0.03665495	0.03665495
Bray, 1979	$n = 0,0593 * D50^{0,179}$	0.05563233	0.05563233	0.05563233	0.05563233	0.05563233
Posada, 1998	$n = 0,0487 * D50^{1/6}$	0.04588936	0.04588936	0.04588936	0.04588936	0.04588936
PROMEDIO		0.04679397	0.04679397	0.04679397	0.04679397	0.04679397

“Tabla 42” “Continuación”

Sec. 6	Sec. 7	Sec. 8	Sec. 9	Sec. 10	Sec. 11	Sec. 12	Sec. 13	Sec. 14
0.04428747	0.04428747	0.04618188	0.04618188	0.04618188	0.04618188	0.04618188	0.04618188	0.04618188
0.03674918	0.03674918	0.03832113	0.03832113	0.03832113	0.03832113	0.03832113	0.03832113	0.03832113
0.05538865	0.05538865	0.05219198	0.05219198	0.05219198	0.05219198	0.05219198	0.05219198	0.05219198
0.05577637	0.05577637	0.05255733	0.05255733	0.05255733	0.05255733	0.05577637	0.05577637	0.05577637
0.04397343	0.04397343	0.04533016	0.04533016	0.04533016	0.04533016	0.0487942	0.0487942	0.0487942
0.03665495	0.03665495	0.03822288	0.03822288	0.03822288	0.03822288	0.03822288	0.03822288	0.03822288
0.05563233	0.05563233	0.05819211	0.05819211	0.05819211	0.05819211	0.05819211	0.05819211	0.05819211
0.04588936	0.04588936	0.04785229	0.04785229	0.04785229	0.04785229	0.04785229	0.04785229	0.04785229
0.04679397	0.04679397	0.04735622	0.04735622	0.04735622	0.04735622	0.0481916	0.0481916	0.0481916

“Tabla 42” “Continuación”.

Sec.15	Sec.16	Sec. 17	Sec. 18	Sec. 19	Sec. 20	Sec. 21	Sec. 22
0.04618188	0.04618188	0.04618188	0.04428747	0.04428747	0.04428747	0.04428747	0.04428747
0.03832113	0.03832113	0.03832113	0.03674918	0.03674918	0.03674918	0.03674918	0.03674918
0.05219198	0.05219198	0.05219198	0.05538865	0.05538865	0.05538865	0.05538865	0.05538865
0.05577637	0.05577637	0.05577637	0.05577637	0.05577637	0.05577637	0.05577637	0.05577637
0.0487942	0.0487942	0.0487942	0.04397343	0.04397343	0.04397343	0.04397343	0.04397343
0.03822288	0.03822288	0.03822288	0.03665495	0.03665495	0.03665495	0.03665495	0.03665495
0.05819211	0.05819211	0.05819211	0.05563233	0.05563233	0.05563233	0.05563233	0.05563233
0.04785229	0.04785229	0.04785229	0.04588936	0.04588936	0.04588936	0.04588936	0.04588936
0.0481916	0.0481916	0.0481916	0.04679397	0.04679397	0.04679397	0.04679397	0.04679397

“Tabla 42” “Continuación”

Sec. 55	Sec. 56	Sec. 57	Sec. 58	Sec. 59	Sec. 60
0.04618188	0.04618188	0.04618188	0.04618188	0.04618188	0.04618188
0.03832113	0.03832113	0.03832113	0.03832113	0.03832113	0.03832113
0.05538865	0.05538865	0.05538865	0.05538865	0.05538865	0.05538865
0.05577637	0.05577637	0.05577637	0.05577637	0.05577637	0.05577637
0.04613319	0.04613319	0.04613319	0.04613319	0.04613319	0.04613319
0.03822288	0.03822288	0.03822288	0.03822288	0.03822288	0.03822288
0.05819211	0.05819211	0.05819211	0.05819211	0.05819211	0.05819211
0.04785229	0.04785229	0.04785229	0.04785229	0.04785229	0.04785229
0.04825856	0.04825856	0.04825856	0.04825856	0.04825856	0.04825856

Fuente: Autores (2016).

Modelación en SIG con la extensión HEC-GeoRAS.

La modelación en SIG con la extensión HEC-GeoRAS, consiste en un conjunto de procesos que conllevan a definir la geometría del eje del río, las márgenes, las estructuras presentes y las zonas susceptibles a la inundación.

Para correr el modelo de la simulación con un periodo de retorno a 25 años se elaboró en el software SIG un TIN (modelo tridimensional del terreno) de la microcuenca del río chiquito a partir de las curvas de nivel extraídas del DEM (modelo digital de elevación a 30 m de resolución), y posteriormente digitalizar sobre el TIN la sección del río y las secciones de corte del río chiquito, la digitalización del río chiquito se basó en las coordenadas tomadas en campo mediante antena GPS y las que luego fueron re proyectadas a un sistema de referencia proyectado para exportar los archivos al software HecRas 4.0

Para definir la geometría del tramo del canal en estudio se hace uso de la topografía del terreno, a partir de ésta se genera un modelo digital de elevación del terreno (MDT) o TIN, como se muestra en la tabla 50.

Tabla43.*Batimetría canal generada a partir del modelo digital de terreno TIN.*

TRAMO	A1	A2	L	S
1-2	1184.975	1184.507	10	4.68
2-3	1184.507	1184.460	10	0.47
3-4	1184.460	1183.421	35	2.97
4-5	1183.421	1183.116	10	3.05
5-6	1183.116	1182.814	10	3.02
6-7	1182.814	1182.199	31	1.98
7-8	1182.199	1182.017	96	0.19
8-9	1182.017	1181.857	10	1.60
9-10	1181.857	1181.476	10	3.81
10-11	1181.476	1180.030	55	2.63
11-12	1180.030	1179.377	64	1.02
12-13	1179.377	1178.390	23	4.29
13-14	1178.390	1177.823	10	5.67
14-15	1177.823	1176.670	10	11.53
15-16	1176.670	1174.765	37	5.15
16-17	1174.765	1171.982	33	8.43
17-18	1171.982	1168.378	34	10.60
18-19	1168.378	1166.033	25	9.38
19-20	1166.033	1165.397	10	6.36
20-21	1165.397	1164.840	10	5.57
21-22	1164.840	1161.803	38	7.99
22-23	1161.803	1159.555	79	2.85
23-24	1159.555	1156.584	103	2.88
24-25	1156.584	1156.296	10	2.88
25-26	1156.296	1156.003	10	2.93
26-27	1156.003	1153.534	44	5.61
27-28	1153.534	1151.934	24	6.67
28-29	1151.934	1151.871	10	0.63
29-30	1151.871	1151.737	10	1.34
30-31	1151.737	1149.506	62	3.60
31-32	1149.506	1147.000	70	3.58
32-33	1147.000	1145.054	214	0.91
33-34	1145.054	1143.786	37	3.43
34-35	1143.786	1140.317	46	7.54
35-36	1140.317	1138.756	41	3.81

“Tabla 43” “Continuación”

36-37	1138.756	1135.879	40	7.19
37-38	1135.879	1133.236	79	3.35
38-39	1133.236	1133.154	10	0.82
39-40	1133.154	1132.987	10	1.67
40-41	1132.987	1131.479	79	1.91
41-42	1131.479	1129.153	31	7.50
42-43	1129.153	1129.054	10	0.99
43-44	1129.054	1128.876	10	1.78
44-45	1128.876	1126.356	131	1.92
45-46	1126.356	1124.000	78	3.02
46-47	1124.000	1123.101	34	2.64
47-48	1123.101	1121.567	122	1.26
48-49	1121.567	1119.321	77	2.92
49-50	1119.321	1117.101	28	7.93
50-51	1117.101	1115.289	135	1.34
51-52	1115.289	1115.128	10	1.61
52-53	1115.128	1114.982	10	1.46
53-54	1114.982	1113.560	130	1.09
54-55	1113.560	1113.421	10	1.39
55-56	1113.421	1113.329	10	0.92
56-57	1113.329	1111.489	30	6.13
57-58	1111.489	1109.678	70	2.59
58-59	1109.678	1108.109	65	2.41
59-60	1108.109	1106.526	54	2.93
60-61	1106.526		109	1015.1615

Fuente: Autores (2016).

Una vez se asignó el sistema de referencia de coordenadas, se crearon las geometrías de cada uno de los tramos del río chiquito basados en la geo referenciación realizada de manera anticipada y trasladando los archivos CAD del levantamiento topográfico del canal del río.

Como resultado del proceso se obtuvieron las zonas potencialmente inundables a un periodo de retorno de 25 años, para el desarrollo de esta temática se descargó una imagen del software libre **RUSO SAS PLANET** versión 2016, la imagen se re proyectó al sistema magna sirgas y sobre esta se importaron las capas del modelo a 25 años, corrido mediante la implementación del software **HECRAS 4.1**, ver figura 131.

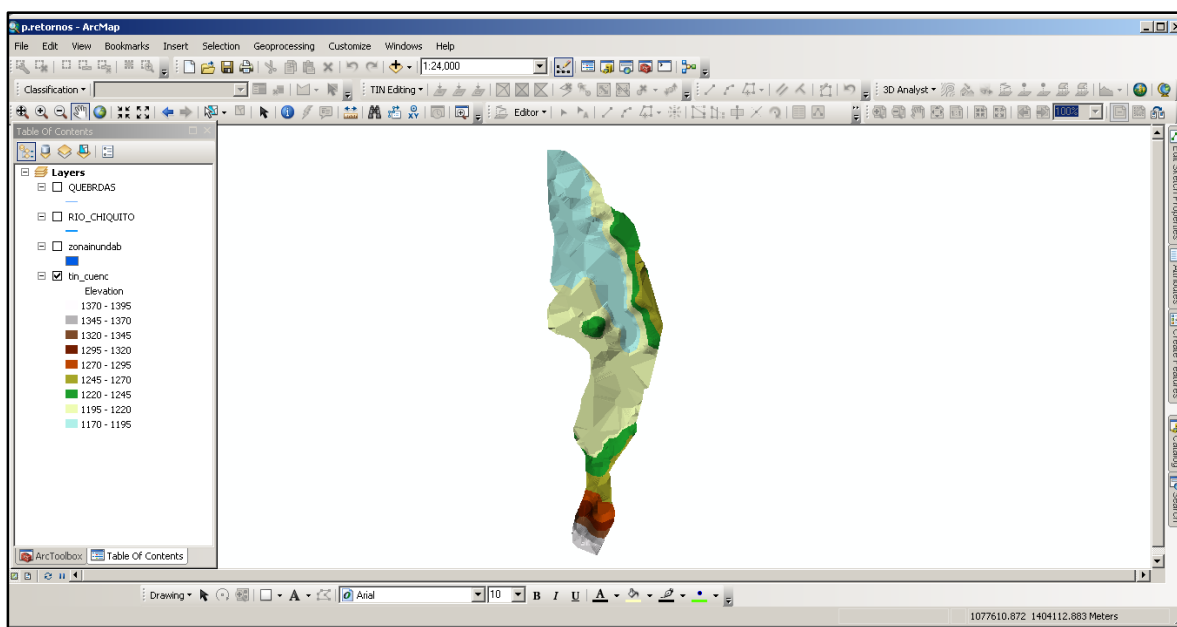


Figura 131. Modelo 3D del terreno de la microcuenca del río chiquito.

Fuente: Autores (2016).

De los 1.38km^2 que presenta el área superficial de la microcuenca del río chiquito un total aproximado de 0.2566km^2 son potencialmente inundables en diferentes grados a un periodo de retorno de 25 años, estas zonas inundables se discriminan por áreas en Ha entregado que 13.97Ha presentan una susceptibilidad media esta superficie corresponde a las ubicadas más a las zonas media de la microcuenca y con alturas intermedias, las zonas

de menor susceptibilidad se ubican hacia las menores pendientes y la ronda del río chiquito ver figuras 132, 133 y 134.

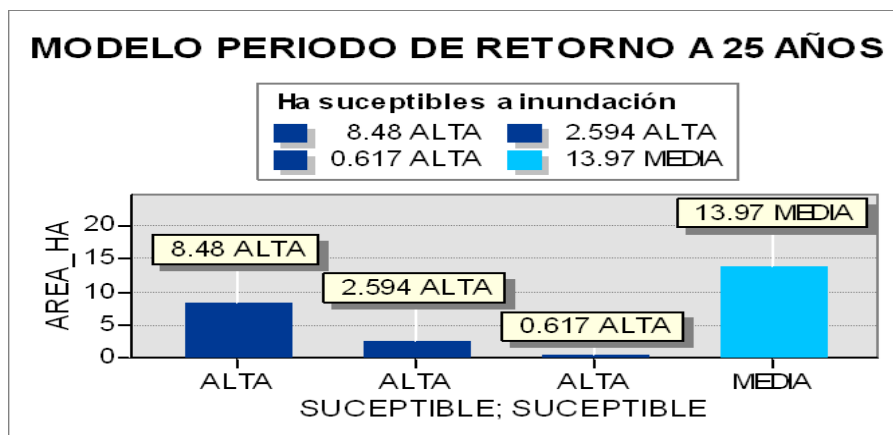


Figura 132. Grafico áreas susceptibles a inundaciones.

Fuente: Autores (2016).



Figura 133. Visualización zonas inundables de la microcuenca.

Fuente: Google Earth Pro (2016).

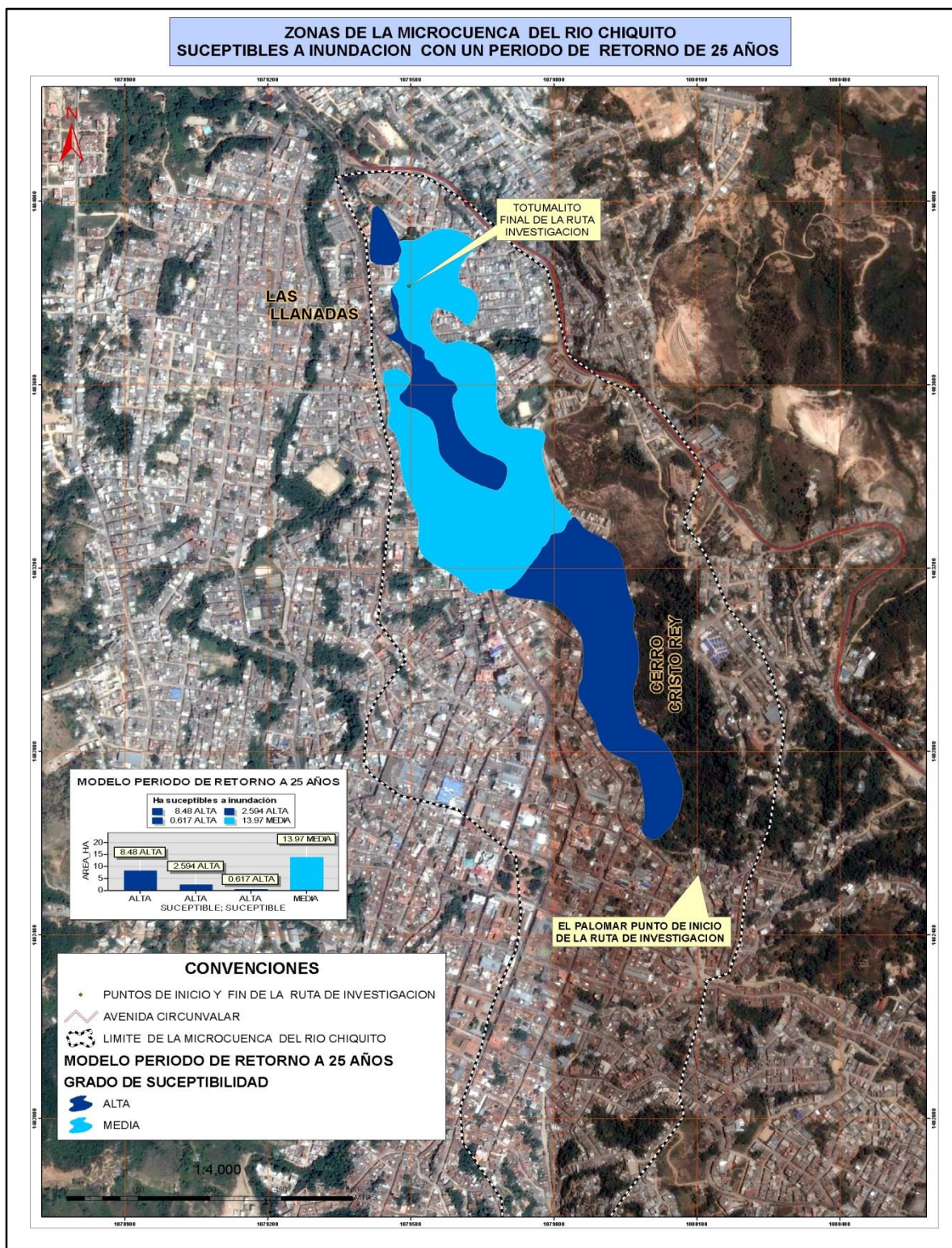


Figura 134. Zonas de la microcuenca del río Chiquitos susceptibles a inundaciones. Fuente: Autores (2016).

Según lo establecido por los estudios en campo por el IDEAM y la digitalización de información a partir del mapa de riesgos y amenazas por inundación se elaboró la temática de cota máxima de inundación para la microcuenca del río Chiquito, se calcula la Cota máxima de inundación de acuerdo al decreto No 1449 de 1977

Según el Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres (2012), en el plan municipal de la gestión del riesgo del municipio de Ocaña, el 9,2% del casco urbano de Ocaña presenta inundaciones de carácter periódico, este fenómeno ocurre gracias a que se presentan precipitaciones por encima de lo normal mayores a 15mm diarios de lluvia con un periodo de tres días lo cual permite un aumento del caudal de los ríos, para el periodo de retorno de 25 años se calculó un área de inundación de 43.7 Ha dentro de los límites geográficos de la microcuenca, siendo la cota máxima de inundación de 241,25m desde la zona de protección del recurso hídrico del río Chiquito

El procedimiento se repite para un periodo de retorno de 100 años, para el cual se presenta un área de inundación de 65.14 Ha dentro de los límites de la microcuenca del río Chiquito. Siendo la cota máxima de inundación de 279,71m desde la zona de protección del recurso hídrico del río Chiquito, de estos datos se genera la figura 135.

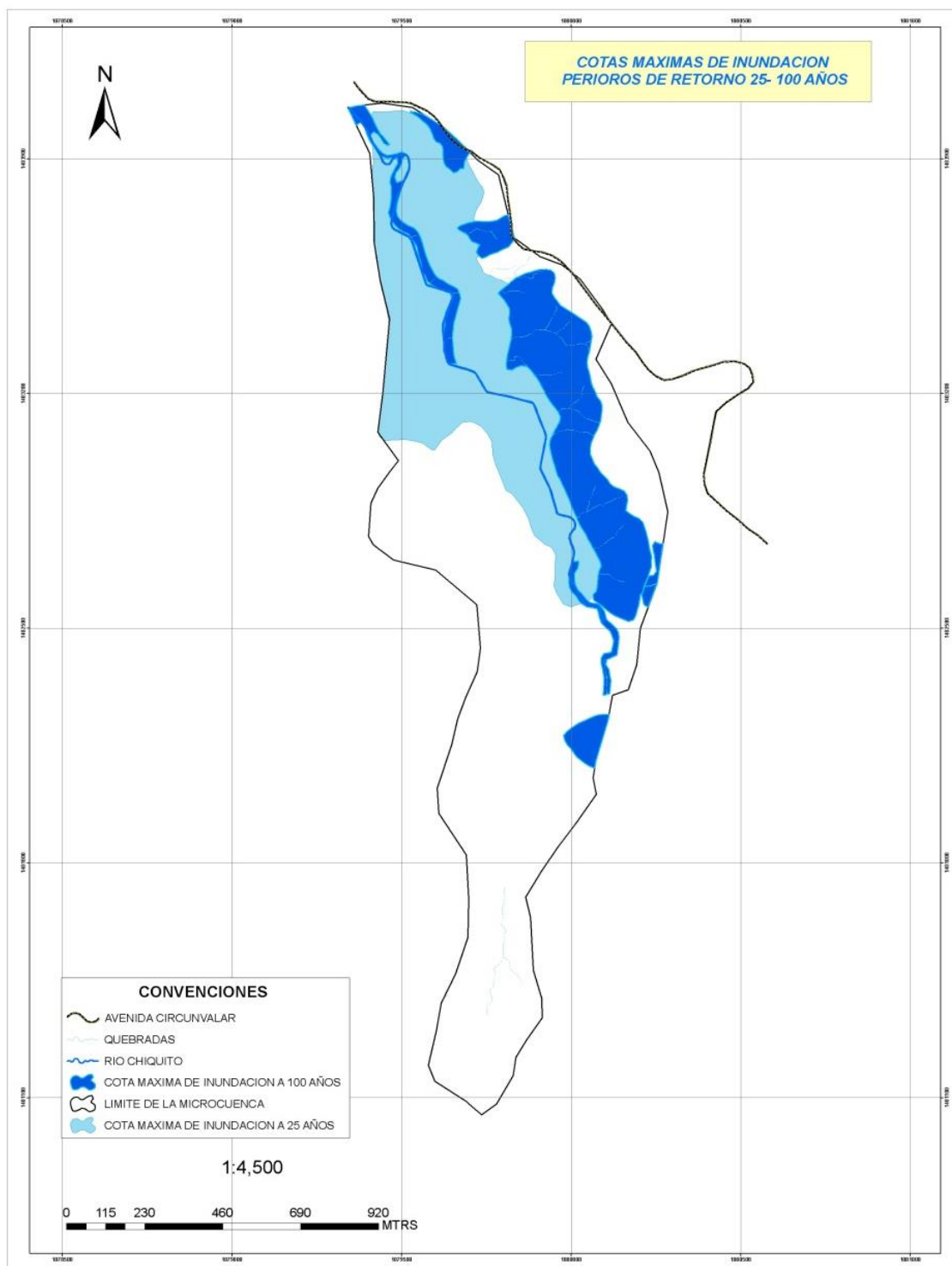


Figura 135. Cotas máximas de inundación periodo de retorno 25-100 años.
Fuente: Autores (2016).

5.4. Evaluar el funcionamiento hidráulico del canal revestido, verificando su capacidad actual.

El canal del río Chiquito tiene una longitud de 1681.77m de los cuales en un tramo de 1481.99m se localizaron un total de 11 puntos de recepción hídrica hacia el río Chiquito siendo el principal tributario de este cuerpo hídrico la quebrada El Tejar la cual tributa sus aguas en la coordenada plana X: 1080097.036 Y: 1402408.368 por el barrio El Palomar según la base urbana del PBOT, Modificación y ajuste del 2015.

Entre el tramo 11 y el 23 drenan sus aguas al río Chiquito un total de 11 corrientes o quebradas 10 de ellas sobre el costado oriental del río, el primer drenaje tributa sus aguas al río Chiquito en entre el tramo 10 y el 11 del recorrido es importante aclarar que la escorrentía superficial del drenaje se realiza con fuerza dado que desciende del denominado Cerro de Cristo Rey ingresando por el barrio La Popa. A la altura de la coordenada plana X: 1079931.50142 Y: 1403075.59926 con una altura elipsoidal de 1180.14mt, ver figura 135 y tabla 44.



Figura 136. Puntos geográficos en los cuales el río Chiquito recibe sus tributarios. Fuente: Google Earth Pro (2016).

Tabla 44.
Puntos geográficos de los tributarios del río Chiquito.

RELACION GEOESPACIAL DE LOS PUNTOS DONDE SE LOCALIZAN LOS DREJAES TRIBUTARIOS AL RIO CHIQUITO							
INFORMACION DE REFERENCIA		COORDENADAS DEL PUNTO INICIAL		COORDENADAS DEL PUNTO FINAL		COORDENADAS DEL PUNTO MEDIO	
PUNTO DE INGRESO DEL TRIBUTARIO	LOGITUD DEL TRAMO	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA X	COORDENADA Y	DIMX	DIMY
1	326.356556	1080097.036	1402408.368	1080013.032	1402723.728	1079923.78	1402362.22
2	109.572838	1080013.032	1402723.728	1080014.265	1402833.294	1079823.04	1402725.87
3	250.665586	1080014.265	1402833.294	1079939.59	1403072.578	1079801.32	1402766.84
4	36.874111	1079939.59	1403072.578	1079924.887	1403106.394	1079718.65	1402976.51
5	158.389569	1079924.887	1403106.394	1079790.529	1403190.27	1079795.45	1402899.06
6	74.073337	1079790.529	1403190.27	1079742.501	1403246.663	1079639.65	1403061.78
7	159.935742	1079742.501	1403246.663	1079634.615	1403364.731	1079567.09	1403086.38
8	138.931895	1079634.615	1403364.731	1079660.826	1403501.168	1079460.8	1403398.12
9	81.288454	1079660.826	1403501.168	1079586.494	1403534.07	1079710.25	1403612.84
10	145.91081	1079586.494	1403534.07	1079535.271	1403670.694	1079440.86	1403479.47
11	97.069432	1080097.036	1402408.368	1080098.948	1402505.419	1080169.09	1402406.95

Fuente: Autores (2016).

A partir de los datos obtenidos mediante la batimetría y los tramos en que se dividió el canal para la modelación en el Software HEC-RAS, y teniendo en cuenta la variación de la sección transversal del canal a lo largo del mismo, se calcularon los siguientes parámetros hidráulicos, ver tabla 52.

Tabla 45.
Parámetros hidráulicos de la modelación.

TRAMO	S	n Manning	A (m ²)	P (m)	RH (m)	T (m)	DH (m)	g	V (m/s)	No. Froude	Efecto Gravedad	Q (m ³ /s)
1-2	0.0432	0.01878	6.53	8.82	0.74036281	8.2	0.7403628	9.81	1.21692955	1.7764253	R. Supercritico	7.9465499
2-3	0.0292	0.01878	6.53	8.82	0.74036281	8.2	0.7403628	9.81	1.07689479	2.7281618	R. Supercritico	7.032123
3-4	0.0251	0.01878	6.53	8.82	0.74036281	8.2	0.7403628	9.81	0.9935594	2.5286667	R. Supercritico	6.4879429
4-5	0.0491	0.01878	6.53	8.82	0.74036281	8.2	0.7403628	9.81	0.99125744	2.6273302	R. Supercritico	6.4729111
5-6	0.0119	0.01878	6.53	8.82	0.74036281	8.2	0.7403628	9.81	0.9935594	1.7395553	R. Supercritico	6.4879429
6-7	0.0088	0.01878	6.53	8.82	0.74036281	8.2	0.7403628	9.81	0.97655998	1.4960728	R. Supercritico	6.3769367
7-8	0.0170	0.01878	6.53	8.82	0.74036281	8.2	0.7403628	9.81	1.10992	2.0809156	R. Supercritico	7.2477776
8-9	0.0171	0.01878	6.53	8.82	0.74036281	8.2	0.7403628	9.81	0.97888552	2.0882471	R. Supercritico	6.3921225
9-10	0.0312	0.01878	6.53	8.82	0.74036281	8.2	0.7403628	9.81	1.1123464	2.8190794	R. Supercritico	7.263622
10-11	0.0263	0.01878	6.53	8.82	0.74036281	8.2	0.7403628	9.81	1.23512345	2.5858432	R. Supercritico	8.0653561
11-12	0.0159	0.01878	6.53	8.82	0.74036281	8.2	0.7403628	9.81	1.00084635	2.0148379	R. Supercritico	6.5355267
12-13	0.0274	0.01878	6.53	8.82	0.74036281	8.2	0.7403628	9.81	1.032673	2.6422518	R. Supercritico	6.7433547
13-14	0.1057	0.01878	6.53	8.82	0.74036281	8.2	0.7403628	9.81	1.00863312	2.188316	R. Supercritico	6.5863743
14-15	0.0917	0.01878	6.53	8.82	0.74036281	8.2	0.7403628	9.81	1.03216648	2.8324494	R. Supercritico	6.7400471
15-16	0.0463	0.01878	6.53	8.82	0.74036281	8.2	0.7403628	9.81	1.00121275	2.4358634	R. Supercritico	6.5379193
16-17	0.0969	0.01878	6.53	8.82	0.74036281	8.2	0.7403628	9.81	1.00763257	2.9685064	R. Supercritico	6.5798407
17-18	0.0300	0.01878	6.53	8.82	0.74036281	8.2	0.7403628	9.81	1.00993243	4.5154673	R. Supercritico	6.5948588
18-19	0.0234	0.01878	6.53	8.82	0.74036281	8.2	0.7403628	9.81	1.00263679	5.2280288	R. Supercritico	6.5472182

"Tabla 45" "Continuación"

19-20	0.0297	0.01878	6.53	8.82	0.74036281	8.2	0.7403628	9.81	1.00953583	4.0958201	R. Supercritico	6.592269
20-21	0.0245	0.01878	6.53	8.82	0.74036281	8.2	0.7403628	9.81	1.00191232	4.6404611	R. Supercritico	6.5424875
21-22	0.0231	0.01878	6.53	8.82	0.74036281	8.2	0.7403628	9.81	1.00129435	4.2904643	R. Supercritico	6.5384521
22-23	0.0278	0.01878	6.53	8.82	0.74036281	8.2	0.7403628	9.81	1.09008646	2.6599555	R. Supercritico	7.1182646
23-24	0.0292	0.01878	6.53	8.82	0.74036281	8.2	0.7403628	9.81	1.01864234	2.728769	R. Supercritico	6.6517345
24-25	0.0177	0.01878	6.53	8.82	0.74036281	8.2	0.7403628	9.81	0.9452372	2.1233258	R. Supercritico	6.1723989
25-26	0.0304	0.01878	6.53	8.82	0.74036281	8.2	0.7403628	9.81	0.9854724	2.7836179	R. Supercritico	6.4351348
26-27	0.0200	0.01878	6.53	8.82	0.74036281	8.2	0.7403628	9.81	1.00095474	3.921336	R. Supercritico	6.5362345
27-28	0.0198	0.01878	6.53	8.82	0.74036281	8.2	0.7403628	9.81	1.00558235	3.9169539	R. Supercritico	6.5664527
28-29	0.0210	0.01878	6.53	8.82	0.74036281	8.2	0.7403628	9.81	1.00095482	3.8370188	R. Supercritico	6.536235
29-30	0.0253	0.01878	6.53	8.82	0.74036281	8.2	0.7403628	9.81	1.0076335	2.4824295	R. Supercritico	6.5798468
30-31	0.0333	0.01878	6.53	8.82	0.74036281	8.2	0.7403628	9.81	1.2346734	2.9124074	R. Supercritico	8.0624173
31-32	0.0355	0.01878	8.41	9.12	0.92214912	8.35	0.9221491	9.81	1.12752346	3.1201093	R. Supercritico	9.4824723
32-33	0.0286	0.01878	8.41	9.12	0.92214912	8.35	0.9221491	9.81	1.21217523	2.8130131	R. Supercritico	10.194394
33-34	0.0403	0.01878	8.41	9.12	0.92214912	8.35	0.9221491	9.81	1.19275235	3.3422584	R. Supercritico	10.031047
34-35	0.0287	0.01878	8.41	9.12	0.92214912	8.35	0.9221491	9.81	1.00967523	4.5101589	R. Supercritico	8.4913687
35-36	0.0389	0.01878	8.41	9.12	0.92214912	8.35	0.9221491	9.81	1.16275235	3.2846987	R. Supercritico	9.7787472
26-37	0.0278	0.01878	8.41	9.12	0.92214912	8.35	0.9221491	9.81	1.15327523	4.5175265	R. Supercritico	9.6990447
37-33	0.0327	0.01878	8.41	9.12	0.92214912	8.35	0.9221491	9.81	1.12327526	3.0114617	R. Supercritico	9.4467449
33-39	0.0328	0.01878	8.41	9.12	0.92214912	8.35	0.9221491	9.81	1.11243752	3.0149543	R. Supercritico	9.3555996
39-40	0.0120	0.01878	8.41	9.12	0.92214912	8.35	0.9221491	9.81	1.00892752	1.8251394	R. Supercritico	8.4850805
40-41	0.0198	0.01878	8.41	9.12	0.92214912	8.35	0.9221491	9.81	1.00879275	2.3417339	R. Supercritico	8.483947
41-42	0.0731	0.01878	8.41	9.12	0.92214912	8.35	0.9221491	9.81	1.2752346	2.5008332	R. Supercritico	10.724723
42-43	0.0234	0.01878	8.41	9.12	0.92214912	8.35	0.9221491	9.81	1.19274035	1.9299384	R. Supercritico	10.030946
43-44	0.0199	0.01878	8.41	9.12	0.92214912	8.35	0.9221491	9.81	1.09623428	2.3507497	R. Supercritico	9.2193303
44-45	0.0196	0.01878	8.41	9.12	0.92214912	8.35	0.9221491	9.81	1.09635375	2.331711	R. Supercritico	9.2203351
45-46	0.0287	0.01878	8.41	9.12	0.92214912	8.35	0.9221491	9.81	1.2752346	2.8188454	R. Supercritico	10.724723
46-47	0.0240	0.01878	8.41	9.12	0.92214912	8.35	0.9221491	9.81	1.12527523	2.5789887	R. Supercritico	9.4635647

“Tabla 45” “Continuación”

47-48	0.0246	0.01878	8.41	9.12	0.92214912	8.35	0.9221491	9.81	1.32565235	2.0120655	R. Supercritico	11.148736
48-49	0.0279	0.01878	11.5	11.32	1.01590106	9.2	1.0159011	9.81	1.2367854	2.9141749	R. Supercritico	14.223032
49-50	0.0336	0.01878	11.5	11.32	1.01590106	9.2	1.0159011	9.81	1.3249659	2.0433689	R. Supercritico	15.237108
50-51	0.0227	0.01878	11.5	11.32	1.01590106	9.2	1.0159011	9.81	1.26924365	1.9688371	R. Supercritico	14.596302
51-52	0.0245	0.01878	11.5	11.32	1.01590106	9.2	1.0159011	9.81	1.42468989	2.1030236	R. Supercritico	16.383934
52-53	0.0169	0.01878	11.5	11.32	1.01590106	9.2	1.0159011	9.81	1.23121644	2.2672807	R. Supercritico	14.158989
53-54	0.0110	0.01878	11.5	11.32	1.01590106	9.2	1.0159011	9.81	1.32463601	1.8281642	R. Supercritico	15.233314
54-55	0.0078	0.01878	11.5	11.32	1.01590106	9.2	1.0159011	9.81	1.11986524	1.5383379	R. Supercritico	12.87845
55-56	0.0125	0.01878	11.5	11.32	1.01590106	9.2	1.0159011	9.81	1.21954762	1.9530381	R. Supercritico	14.024798
56-57	0.0130	0.01878	11.5	11.32	1.01590106	9.2	1.0159011	9.81	1.33058024	4.4222666	R. Supercritico	15.301673
57-58	0.0169	0.01878	11.5	11.32	1.01590106	9.2	1.0159011	9.81	1.194622	2.7503462	R. Supercritico	13.738153
58-59	0.0103	0.01878	11.5	11.32	1.01590106	9.2	1.0159011	9.81	1.18653491	2.7050052	R. Supercritico	13.645151
59-60	0.0100	0.01878	11.5	11.32	1.01590106	9.2	1.0159011	9.81	1.15325269	2.9425934	R. Supercritico	13.262406

Fuente: Autores (2016).

Esta tabla describe el comportamiento del canal en sus diferentes secciones, manteniendo un área y variando la velocidad de acuerdo a la pendiente del mismo, también muestra parámetros geométricos de las secciones, y datos que se requieren para el cálculo de caudal, teniendo así una capacidad en su primera sección que oscila entre los 8 m³/s, ampliando su sección aguas abajo variando su capacidad, de 11 m³/s, y por último en la sección final del canal, ubicado entre las carreras 26 y 27 del barrio Totumalito tiene su capacidad máxima de 18.9843 m³/s, manteniendo a lo largo del canal medianas velocidades y un constante régimen de flujo Super crítico, dando cumplimiento a lo establecido en el numeral D.6.8.4 del RAS 2000.

Capítulo 6: Conclusiones

En el canal del río Chiquito se encontraron diversos daños, tales como pérdida del sello en las juntas, desgaste del material de revestimiento, agrietamientos en losas, rupturas y asentamiento de la base, pérdida parcial de la estructura en algunos tramos y socavación, además de factores que no cuentan como daño pero si inciden en el funcionamiento de la obra hidráulica, como la presencia de densas capas de vegetación, escombros, basuras y material de arrastre, estas anomalías se encontraron a lo largo de los 1.68km estudiados, estos representan agentes potenciales de problemas en la dinámica de flujo de la escorrentía dentro del canal, los problemas de sedimentación que se presentan en casi todas las curvas del canal causan disminución del flujo hídrico y la vegetación que bordea algunos tramos sirve como aliviadero natural de la velocidad de descarga, lo cual en una intensa lluvia (tormenta) por varios días puede ser determinante para probables inundaciones.

Dentro de la evaluación del estado físico de la estructura se determinó que los daños que más afectan el canal son socavación, desgaste del revestimiento y deficiencias en las juntas, estas anomalías se encontraron a lo largo del canal, representando el 96.97%, 72.73% y 96.97% respectivamente, además de la vegetación que se encuentra en el 100% de los tramos analizados.

Como se puede apreciar en los datos de la modelación en el Software HEC-RAS acerca de las zonas susceptibles a inundación de la microcuenca del río Chiquito con un periodo de retorno de 25 años, se determinó que esta corresponde a la zona que se encuentra directamente bajo el cerro tutelar de CRISTO REY, es en este sector donde se localizan la mayor parte

de drenajes naturales los cuales drenan sus aguas a la corriente principal de la microcuenca del río Chiquito”, la otra zona con gran potencial inundable es la zona de pendientes más bajas de la microcuenca. Los barrios más afectados por estas potenciales inundaciones serían los barrios : Urbanización Alejandría, la Popa (entre la carrera 17 y la calle 12), Costado occidental de la comuna 2 de Cristo Rey, Betania, Hacaritama, El Playón, El Tope hasta la carrera 27, Totumalito, Sesquicentenario, Los Alpes, El Uvito.

Mediante los datos obtenidos por la batimetría y la modelación del software Hec-Ras, se estimó la capacidad hidráulica del canal por tramos, arrojando un resultado de $8 \text{ m}^3/\text{s}$ en su primera sección, aguas abajo con la ampliación de la sección su capacidad aumenta a $11 \text{ m}^3/\text{s}$ y al finalizar el canal revestido sobre el tramo 33, tiene una capacidad de $19 \text{ m}^3/\text{s}$, trabajando con medianas velocidades y bajo un régimen de flujo super crítico.

Capítulo 7: Recomendaciones

Debido al estado físico descrito de la estructura hidráulica analizada se recomienda que la empresa de acueducto y alcantarillado de la ciudad de Ocaña en conjunto con la alcaldía municipal y las autoridades ambientales deberían aunar esfuerzos en la elaboración de un programa efectivo de mantenimiento y mejoras del canal del río Chiquito.

La información obtenida en este proyecto es un importante insumo que sirve de base para que otros profesionales o estudiantes realicen nuevas investigaciones en cuanto al funcionamiento hidráulico del canal del río Chiquito, realizándose ensayos de resistencia del concreto de las losas y estudios de suelos para determinar el tipo y la capacidad portante del suelo de soporte de la estructura, que permita complementar la información ya existente.

Referencias

- Alcaldía Municipal de Ocaña. (2015). *Plan básico de ordenamiento territorial ajuste, modificación del 2015*. Recuperado de <http://ocana-nortedesantander.gov.co/apc-aa-files/61643230666336653165633566373234/acuerdo-001-2015-pbot.pdf>
- Chow, T.V.(1994). *Hidráulica de canales abiertos*. Santafé de Bogota, Colombia:McGRAW-HILL
- Código Nacional del Agua. (2007). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*. Recuperado de <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/publicaciones/publicaciones/principal.pdf>
- Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres CMGRD (2012). *Estrategia Municipal para la Respuesta a Emergencias Ocaña*. Recuperado de http://ocana-nortedesantander.gov.co/apc-aa-files/38343339653963383637363461323363/_estrategia_municipal_a_la_respuesta_y_emergencias_de_ocaa_ns.pdf_.pdf
- CORPONOR. (2010). *Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Algodonal*. Recuperado de http://corponor.gov.co/publica_recursos/pomca/algodonol/PLAN_DE_ORDENACION_Y_MANEJO_CUENCA_RIO_ALGODONAL.pdf
- ESPO SA. (1993). *memorias de cálculo sistemas maestros interceptor río Tejo; interceptor izquierdo río Chiquito; interceptor derecho río Chiquito; colector pluvial río Chiquito; colector pluvial el Tejar; colector pluvial san Cayetano; sistema principal Hatillo – filipote y PTAR Hatillo*.
- Hernández, S, & Macea, F. (2014). *Investigación para el desarrollo de sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) en la ciudad de Bogotá* (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.
- IDEAM. (2010). *Nuevos escenarios de cambio climáticos para Colombia 2011 – 2100*. Recuperado de http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022964/documento_nacional_dep_amental.pdf
- IDEAM.(2010). *Zonificación y codificación de cuencas hidrográficas e hidrológicas de Colombia*. Recuperado de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022655/MEMORIASMAPAZONIFICACIONHIDROGRAFICA.pdf>

- IGAC, IDEAM & DANE. (2011). *Reporte final de áreas afectadas por inundaciones 2010-2011*. Recuperado de http://www.dane.gov.co/files/noticias/Reunidos_presentacion_final_areas.pdf
- Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales, IDEAM. (2007). *Modelo institucional del IDEAM sobre el efecto climático de los fenómenos El Niño y La Niña en Colombia*. Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/440517/Modelo+Institucional+El+Ni%C3%B1o+-+La+Ni%C3%B1a.pdf/232c8740-c6ee-4a73-a8f7-17e49c5edda0>
- Instituto Nacional de Ecología. (2004). *Análisis morfométricos de cuencas de estudio del parque nacional Pico de Tancitaro*. Recuperado de http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/morfometria_pico_tancitaro.pdf
- Jimeno, M. & Reichel-Dolmatoff, G. (1912-1994). *Caribe Colombia*. Recuperado de <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/geografia/carcol/culanf.htm>
- Ministerio de desarrollo económico. (2000). *Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS-2000 Título D Sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y pluviales*. Recuperado de http://cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/6._Sistemas_de_recoleccion_de_aguas.pdf
- Ministerio de desarrollo económico. (2000). *Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS-2000 Título A Aspectos generales de los sistemas de agua potable y saneamiento básico*. Recuperado de http://cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/3._presentaciondocumento_tecnico.pdf
- Ministerio de Transporte. (2012). *Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria (pavimentada y en afirmado)*. Recuperado de <https://dirinfra.mintransporte.gov.co/pvr2/images/stories/documentos/pavimentos1.pdf>
- Sedano Cruz R. (2012). *Gestión integrada del riesgo de inundaciones en Colombia* (Tesis de Master). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.
- Universidad Nacional de Colombia. (2016). *Reseña histórica del laboratorio de hidráulica en la facultad de minas*. Recuperado de http://minas.medellin.unal.edu.co/departamentos/geocienciasymedioambiente/http://www.medellin.unal.edu.co/~egeoma/index.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=12

Apéndices

Apéndice A. Línea base.

LÍNEA BASE DEL RECONOCIMIENTO EN CAMPO DE LAS AFECTACIONES AL CANAL DEL RÍO CHIQUITO , JUNTO CON SU LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL DAÑO								
TRAMO		PUNTO DE INICIO		PUNTO FINAL		PUNTO MEDIO		DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS DAÑOS ENCONTRADOS EN EL RECORRIDO POR EL CANAL DE RÍO CHIQUITO
No DEL TRAMO	LONGITUD DEL TRAMO (MTRS)	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA X	COORDENADA Y	COORDENADA X	COORDENADA Y	DAÑOS
1	49,904146	1080087,191	1402577,163	1080102,111	1402529,542	1080115,525	1402586,04	OBSTRUCCIÓN, AGRIETAMIENTOS, DESGASTE DEL REVESTIMIENTO, VEGETACIÓN , DEFICIENCIA EN JUNTAS,SOCAVACIÓN Y CONEXIONES DOMICILIARIAS
2	58,933812	1080034,152	1402602,855	1080087,191	1402577,163	1080039,56	1402614,019	AGRIETAMIENTOS, DESGASTE DEL REVESTIMIENTO, VEGETACIÓN, DEFICIENCIA DE JUNTAS, DESPLAZAMIENTO DE JUNTAS, SOCAVACIÓN, RESIDUOS SÓLIDOS, RUPTURA DEL CANAL Y CONEXIONES DOMICILIARIAS
3	51,131191	1080010,208	1402648,033	1080034,152	1402602,855	1080027,572	1402657,236	OBSTRUCCIÓN, AGRIETAMIENTOS , RUPTURA DEL CANAL, EROSIÓN DEL REVESTIMIENTO, PRESENCIA DE VEGETACIÓN HERACIA-ARBUSTIVA, EROSIÓN EN JUNTAS, SOCAVACIÓN Y DESECHOS SÓLIDOS , CONEXIONES ERRADAS
4	58,434626	1080009,003	1402706,455	1080010,208	1402648,033	1080035,408	1402707	OBSTRUCCIÓN, EROSIÓN DEL REVESTIDO, VEGETACIÓN, DEFICIENCIA DE JUNTAS, DESPLAZAMIENTO DE JUNTAS,

								SOCAVACION, RESIDUOS SOLIDOS, CONEXIONES DOMICILIARIAS
5	54,73053	1080008,1 91	1402761,18	1080009,003	1402706,455	1080042,606	1402761,691	OBSTRUCCION, DESGASTE DEL REVESTIMIENTO, VEGETACION, DEFICIENCIA DE JUNTAS, SOCAVACION
6	57,202997	1080018,5 69	1402817,433	1080008,191	1402761,18	1080065,667	1402808,744	OBSTRUCCION, DESGASTE DE REVESTIDO, VEGETACION, DEFICIENCIA DE JUNTAS, RESIDUOS SOLIDOS
7	61,685196	1079967,9 87	1402852,74	1080018,569	1402817,433	1079994,269	1402890,392	OBSTRUCCION , DESGASTE DE REVESTIDO, VEGETACION , DEFICIENCIAS DE JUNTAS, DESPLAZAMIENTO DE LAS JUNTAS, SOCAVACION , RESIDUOS SOLIDOS
8	49,992602	1079934,9 52	1402947,309	1079952,104	1402900,351	1079976,814	1402962,6	OBSTRUCCION , DESGASTE DE REVESTIDO, VEGETACION , DEFICIENCIA EN JUNTAS, DESPLAZAMIENTO DE LAS JUNTAS, SOCAVACION , RESIDUOS SOLIDOS
9	50,191008	1079952,1 04	1402900,351	1079967,987	1402852,74	1080018,68	1402922,561	OBSTRUCCION , DESGASTE DE REVESTIDO, VEGETACION , DEFICIENCIA DE JUNTAS, DESPLAZAMIENTO DE LAS JUNTAS, SOCAVACION , RESIDUOS SOLIDOS
10	50,095082	1079916,0 23	1402993,691	1079934,952	1402947,309	1079972,865	1403016,889	DISCONTINUIDAD EN EL TALUD, DESGASTE DEL REVESTIMIENTO, VEGETACION, DEFICIENCIA DE JUNTAS, DESPLAZAMIENTO DE LAS JUNTAS, SOCAVACION, RESIDUOS SOLIDOS
11	49,981934	1079916,0 23	1402993,691	1079924,995	1403042,861	1079900,679	1402996,49	DESGASTE DEL REVESTIDO, VEGETACION, DEFICIENCIA EN JUNTAS, DESPLAZAMIENTO DE LAS JUNTAS, SOCAVACION, RESIDUOS

								SOLIDOS
12	49,98665	1079924,9 76	1403042,77	1079929,855	1403092,518	1079911,108	1403044,13	AGRIETAMIENTOS, DESGASTE DEL REVESTIDO, VEGETACION, DESPLAZAMIENTO DE JUNTAS, SOCAVACION Y RESIDUOS SOLIDOS
13	49,979459	1079929,6 67	1403092,949	1079911,719	1403139,594	1079918,226	1403088,546	OBSTRUCCION , AGRIETAMIENTOS, DESGASTE DEL REVESTIMIENTO, VEGETACION, DESPLAZAMIENTO EN JUNTAS, SOCAVACION Y RESIDUOS SOLIDOS
14	50,135567	1079911,5 03	1403139,505	1079891,06	1403185,284	1079902,123	1403135,317	AGRIETAMIENTOS, DESGASTE DEL REVESTIDO, VEGETACION, DESPLAZAMIENTOS DE LAS ADJUNTAS, SOCAVACION Y RESIDUOS SOLIDOS
15	50,026731	1079891,0 6	1403185,284	1079842,596	1403197,691	1079888,452	1403175,098	AGRIETAMIENTOS, DESGASTE DEL REVESTIMIENTO, VEGETACION, DEFICIENCIA Y DESPLAZAMIENTOS DE LAS JUNTAS, SOCAVACION Y RESIDUOS SOLIDOS
16	49,983422	1079842,4 77	1403197,723	1079793,784	1403209,011	1079838,792	1403181,828	AGRIETAMIENTOS, DESGASTE DEL REVESTIMIENTO, VEGETACION, DEFICIENCIA Y DESPLAZAMIENTOS DE LAS JUNTAS, SOCAVACION Y RESIDUOS SOLIDOS
17	50,040214	1079793,5 95	1403208,894	1079748,659	1403230,912	1079784,389	1403190,104	AGRIETAMIENTOS, DESGASTE DEL REVESTIMIENTO, VEGETACION, DEFICIENCIA Y DESPLAZAMIENTOS DE LAS JUNTAS, SOCAVACION Y RESIDUOS SOLIDOS
18	50,013058	1079748,6 64	1403230,905	1079722,661	1403273,627	1079735,975	1403223,182	AGRIETAMIENTOS, DESGASTE DEL REVESTIMIENTO, VEGETACION, DEFICIENCIA Y DESPLAZAMIENTOS DE LAS ADJUNTAS, SOCAVACION Y

								PRESENCIA DE RESIDUOS SOLIDOS
19	50,019281	1079722,6 84	1403273,609	1079675,501	1403290,211	1079718,377	1403261,368	AGRIETAMIENTOS, DESGASTE DEL REVESTIMIENTO, VEGETACION, DEFICIENCIA Y DESPLAZAMIENTOS DE LAS JUNTAS, SOCAVACION Y RESIDUOS SOLIDOS
20	50,020485	1079675,6 04	1403290,749	1079636,814	1403322,331	1079663,011	1403275,282	AGRIETAMIENTOS, DESGASTE DEL REVESTIMIENTO, VEGETACION, DEFICIENCIA Y DESPLAZAMIENTOS DE LAS JUNTAS, SOCAVACION Y RESIDUOS SOLIDOS
21	49,970556	1079636,8 6	1403322,135	1079631,479	1403371,815	1079622,098	1403320,536	AGRIETAMIENTOS, DESGASTE DEL REVESTIMIENTO, VEGETACION, DEFICIENCIA Y DESPLAZAMIENTOS DE LAS JUNTAS, SOCAVACION Y RESIDUOS SOLIDOS
22	50,186773	1079631,4 85	1403371,746	1079629,742	1403421,902	1079618,368	1403371,29	AGRIETAMIENTOS, DESGASTE DEL REVESTIMIENTO, VEGETACION, DEFICIENCIA Y DESPLAZAMIENTOS DE LAS JUNTAS, SOCAVACION Y RESIDUOS SOLIDOS
23	49,757453	1079629,2 77	1403420,987	1079646,068	1403467,826	1079611,723	1403427,279	AGRIETAMIENTOS, DESGASTE DEL REVESTIMIENTO, Y DESPLAZAMIENTOS DE LAS JUNTAS, SOCAVACION Y RESIDUOS SOLIDOS
24	49,951353	1079646,0 68	1403467,826	1079642,003	1403517,611	1079619,497	1403465,656	DESGASTE DEL REVESTIMIENTO Y JUNTAS, SOCAVACION Y RESIDUOS SOLIDOS, CONEXIONES DOMICILIARIAS
25	50,01565	1079641,6 1	1403517,727	1079593,546	1403531,563	1079637,661	1403504,009	DESGASTE DEL REVESTIMIENTO Y JUNTAS, SOCAVACION Y RESIDUOS SOLIDOS, CONEXIONES DOMICILIARIAS

26	50,009515	1079593,4 55	1403531,591	1079566,92	1403573,98	1079570,428	1403517,176	DESGASTE DEL REVESTIMIENTO Y JUNTAS, SOCAVACION Y RESIDUOS SOLIDOS, CONEXIONES DOMICILIARIAS
27	59,978623	1079566,9 46	1403573,9	1079548,403	1403630,94	1079547,398	1403567,545	DESGASTE DEL REVESTIMIENTO Y JUNTAS, SOCAVACION Y RESIDUOS SOLIDOS, VEGETACION
28	49,964588	1079548,4 44	1403630,814	1079529,484	1403677,042	1079518,114	1403618,374	DESGASTE DEL REVESTIMIENTO Y JUNTAS, SOCAVACION Y RESIDUOS SOLIDOS, VEGETACION
29	49,978215	1079529,4 6	1403677,067	1079486,095	1403701,912	1079510,16	1403643,38	EROSION DEL REVESTIMIENTO Y JUNTAS, SOCAVACION Y PRESENCIA DE RESIDUOS SOLIDOS, VEGETACION
30	50,049717	1079486,2 44	1403701,812	1079482,793	1403751,743	1079433,72	1403698,182	DESGASTE DEL REVESTIMIENTO Y JUNTAS, SOCAVACION, RESIDUOS SOLIDOS Y VEGETACION
32	64,500125	1079482,8	1403751,775	1079500,559	1403813,782	1079452,055	1403760,581	DESGASTE DEL REVESTIMIENTO Y JUNTAS, SOCAVACION, RESIDUOS SOLIDOS, VEGETACION Y ASENTAMIENTO DE LOSA

Apéndice B. Registro fotográfico “Seguimiento al daño localizado en el tramo 24”

En la visita realizada el 29 de marzo del 2016, se encontró daño de desprendimiento de losa de T1 margen derecho. (Figura 1).



Figura 1. Daño del margen derecho tramo 24

Fuente: Autores (2016)

Tras la ocurrencia de una precipitación el día 8 de abril del año en curso, se realizó una nueva visita el día 9 de abril, encontrándose la pérdida total de la losa desprendida (Figura 2).



Figura 2. Avance 1, daño tramo 24

Fuente: Autores (2016)

Nuevamente en la madrugada del día 7 de mayo de 2016, se presentó una precipitación que trajo como resultado la pérdida de la sección en el margen derecho y el colapso del muro de contención, (ver figura 3).



Figura 3. Colapso del muro de contención

Fuente: Autores (2016)

Se obtienen los siguientes resultados:

Daños y afectaciones	% afectación
Obstrucciones	30.30
Agrietamientos	39.39
Rotura del canal	36.36
Desgaste de revestimiento	72.73
Socavación	96.97
Vegetación	100.00
Deficiencia de sello	96.97
Separación de juntas	12.12
Conexiones domiciliarias	24.24
Residuos solidos	72.73

Fuente: Autores (2016)

Generando un gráfico que describe los daños y el porcentaje que representa a lo largo de la estructura.

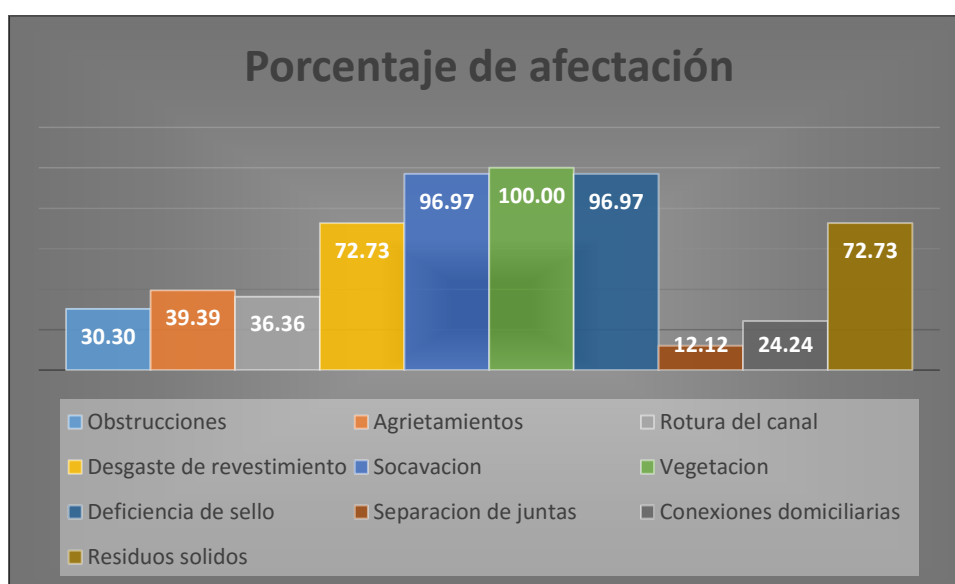


Gráfico descripción cuantitativa de los daños del canal
Fuente: Autores (2016).