



**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA, HIDRÁULICA Y SANITARIA
DE UNA CUENCA. CASO QUEBRADA CHACAÍTO DEL
MUNICIPIO CHACAO ESTADO MIRANDA
TOMO I**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO
presentado ante la
UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
como parte de los requisitos para optar al título de
INGENIERO CIVIL

REALIZADO POR: Br. González López, Ninoska Alexandra
Br. Mirabetty Álvarez, Jesús Alfredo

PROFESOR GUÍA: Ing. Ochoa Iturbe, José

FECHA: Junio 2015

DEDICATORIA

*A Dios Todopoderoso, por ayudarnos a alcanzar con éxito las metas planteadas
A nuestros padres y hermanas por su apoyo y amor incondicional*

AGRADECIMIENTO

Deseamos agradecer a nuestro Profesor Guía **Ing. José Ochoa Iturbe** por su orientación y apoyo incondicional para lograr con feliz término la elaboración de este Trabajo Especial de Grado y cumplir con los requisitos académicos de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Católica Andrés Bello, para optar al título de Ingeniero Civil.

Queremos también agradecerle profundamente a **Carmen Julia López** por su apoyo, esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, experiencia, paciencia y motivación logró que se llevara a cabo el desarrollo de este Trabajo Especial de Grado.

Al Ing. **Roberto Centeno** quien nos aportó en todo momento información relacionada con la investigación documental y realizó los enlaces necesarios para el estudio de campo.

Al personal de Protección Civil y Ambiente de Chacao (IPCA), especialmente a los Sres. **Roberto Perdomo** y **Fidel Reverón**, quienes nos acompañaron y guiaron durante el estudio de campo realizado en la Quebrada Chacaíto.

Al personal del Laboratorio de Sanitaria de la UCAB, especialmente a los Sres. **Douglas Sánchez** y **Luis Quiaro**, por su dedicación y contribución en la realización de los estudios sanitarios.

A todos muchas gracias.

Índice General

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	ix
RESUMEN	x
CAPÍTULO 1 – INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del Problema	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Alcance y Limitaciones	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos	4
CAPÍTULO 2 - MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Cuencas Hidrográficas.....	5
2.2. Ciclo Hidrológico.....	12
2.3. Balance Hidrológico	13
2.4. Estimación del Caudal	13
2.4.1. Factores que influyen en el Esgurrimiento.....	14
2.4.2. Variables que Caracterizan el Esgurrimiento.....	18
2.5. Sección de Río	19
2.6. Modelos Hidrológicos.....	20
2.6.1. Correlación de Estaciones.....	22
2.6.2. Método de Clark	23
2.7. Riesgo	24
2.8. Calidad de Agua	24
2.8.1. Características Físicas:.....	25
2.8.2. Características Químicas	26
2.8.3. Características Microbiológica	28
CAPÍTULO 3 – MARCO METODOLÓGICO	31
3.1. Tipo de Investigación	31

3.2. Enfoque de la Investigación	31
3.3. Diseño de la Investigación	32
3.4. Población y Muestra	32
3.5. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos	33
3.5.1. Observación Directa:	33
3.5.2. Revisión y Selección de Documentos:.....	35
3.6. Técnicas para el Análisis de la Información	35
3.6.1. Métodos de Correlación.....	35
3.6.2. Método de Gumbel y Comparación con Curvas	35
3.6.3. Método de Clark	36
3.6.4. Método de Muskingum.....	36
3.7. Determinación de Caudales y Perfiles de Superficie	36
3.8. Muestreo Sanitario de la Quebrada Chacaíto	37
3.8.1. Tomas y Preservación de Muestras	37
3.8.2. Puntos de Toma Seleccionados.....	39
3.9. Medición de Parámetros Hidráulicos	45
CAPÍTULO 4 – ANÁLISIS DE RESULTADOS	47
4.1. Caracterización de la Cuenca de la Quebrada Chacaíto	47
4.1.1. Definición del Área de Influencia de la Cuenca	47
4.1.2. Ubicación Geográfica de la Cuenca.....	47
4.1.3. Hidrografía	49
4.1.4. Vegetación y Uso del suelo	49
4.1.5. Quebrada Chacaíto	50
4.2. Muestreo Sanitario de la Cuenca de la Quebrada Chacaíto	52
4.2.1. Tipo de Muestras Tomadas.....	52
4.2.2. Medición de Parámetros Hidráulicos.....	53
4.2.3. Medición de Parámetros Físicos, Químicos y Microbiológicos	54
4.3. Caracterización Hidrológica e Hidráulica de la Quebrada Chacaíto	61
4.3.1. Obtención de Datos	61
4.3.2. Método de Estimación de Correlación Lineal	61
4.3.3. Método de Estimación de Langbein	62
4.3.4. Método Gumbel	63
4.3.5. Aplicación de los Métodos Clark y Muskingum	63
4.4. Determinación de Caudales y Perfiles de Superficie	66

4.5. Identificación de los Factores de Riesgos	79
CAPÍTULO 5 – CONCLUSIONES	82
CAPÍTULO 6 – RECOMENDACIONES	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
GLOSARIO DE TÉRMINOS	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Patrón de Drenaje Dendrítico. _____	6
Figura 2: Patrón de Drenaje Subdendrítico. _____	7
Figura 3: Patrón de Drenaje Paralelo. _____	7
Figura 4: Patrón de Drenaje Subparalelo. _____	8
Figura 5: Patrón de Drenaje Radial. _____	8
Figura 6: Patrón de Drenaje Rectangular. _____	9
Figura 7: Patrón de Drenaje Reticular o Enrejado. _____	9
Figura 8: Patrón de Drenaje en Forma de Pluma o Pinado. _____	10
Figura 9: Patrón de Drenaje Anular. _____	10
Figura 10: Patrón de Drenaje Desordenado. _____	11
Figura 11: Ciclo Hidrológico. _____	12
Figura 12: Mapa de Quebradas Vertiente Sur del Parque Nacional Waraira Repano. _____	34
Figura 13: Sitio de Referencia de la Toma 1. _____	39
Figura 14: Sitio de Referencia de la Toma 2. _____	40
Figura 15: Sitio de Referencia de la Toma 3. _____	41
Figura 16: Sitio de Referencia de la Toma 4. _____	42
Figura 17: Sitio de Referencia de la Toma 5. _____	43
Figura 18: Sitio de Referencia de la Toma 6. _____	44
Figura 19: Ubicación de la Cuenca de la Quebrada Chacaíto. _____	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Número más probable (NMP) para diversas combinaciones de Resultados Positivos. _____	29
Tabla 2: Coordenadas de Puntos de Toma. _____	45
Tabla 3: Parámetros Hidráulicos de la Cuenca de la Quebrada Chacaíto. _____	53
Tabla 4: Parámetros Físicos, Químicos y Microbiológicos de la Cuenca de la Quebrada Chacaíto. ____	55
Tabla 5: Método de Correlación Gráfica para la estación Chacaíto. _____	62
Tabla 6: Puntos de la Sección de la Toma 1. _____	68
Tabla 7: Cálculo del Caudal de la Toma 1. _____	68
Tabla 8: Perfil de Superficie de la Toma 1. _____	68
Tabla 9: Puntos de la Sección de la Toma 2. _____	70
Tabla 10: Cálculo del Caudal de la Toma 2. _____	70
Tabla 11: Perfil de Superficie de la Toma 2. _____	70
Tabla 12: Puntos de la Sección de la Toma 3. _____	71
Tabla 13: Cálculo del Caudal de la Toma 3. _____	72
Tabla 14: Perfil de Superficie de la Toma 3. _____	72
Tabla 15: Puntos de la Sección de la Toma 4. _____	73
Tabla 16: Cálculo del Caudal de la Toma 4. _____	73
Tabla 17: Perfil de Superficie de la Toma 4. _____	74
Tabla 18: Puntos de la Sección de la Toma 5. _____	75
Tabla 19: Cálculo del Caudal de la Toma 5. _____	75
Tabla 20: Perfil de Superficie de la Toma 5. _____	76
Tabla 21: Puntos de la Sección de la Toma 6. _____	77
Tabla 22: Cálculo del Caudal de la Toma 6. _____	77
Tabla 23: Perfil de Superficie de la Toma 6. _____	78
Tabla 24: Matriz de Riesgo de las Secciones Evaluadas. _____	81

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Variación de Caudal. _____	54
Gráfico 2: Variación de los Coliformes Fecales. _____	56
Gráfico 3: Variación de la DQO. _____	57
Gráfico 4: Variación de la DBO _{5,20} . _____	57
Gráfico 5: Variación del O.D. _____	58
Gráfico 6: Variación de pH. _____	58
Gráfico 7: Variación de la Turbiedad. _____	59
Gráfico 8: Variación del Color Real. _____	59
Gráfico 9: Variación del Color Aparente. _____	60
Gráfico 10: Sección de la Toma 1 con Perfiles de Superficie. _____	69
Gráfico 11: Sección de la Toma 2 con Perfiles de Superficie. _____	71
Gráfico 12: Sección de la Toma 2 con Perfiles de Superficie. _____	72
Gráfico 13: Sección de la Toma 4 con Perfiles de Superficie. _____	74
Gráfico 14: Sección de la Toma 5 con Perfiles de Superficie. _____	76
Gráfico 15: Sección de la Toma 6 con Perfiles de Superficie. _____	78

**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**“CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA, HIDRÁULICA Y SANITARIA DE UNA
CUENCA. CASO QUEBRADA CHACAÍTO DEL MUNICIPIO CHACAO, ESTADO
MIRANDA”**

Realizado por:
González López, Ninoska Alexandra y Mirabetty Álvarez, Jesús Alfredo
Tutor: Ing. Ochoa José
Fecha: Junio 2015

RESUMEN

El objetivo general del presente trabajo de investigación se basó en el estudio, análisis y caracterización desde el punto de vista hidrológico, hidráulico y sanitario de la Cuenca de la Quebrada Chacaíto ubicada en la vertiente sur del Parque Nacional Waraira Repano, entre los Municipios Libertador del Distrito Capital y Chacao del Estado Miranda. Este cuerpo de agua ha sido afectado progresivamente desde los tiempos de los primeros asentamientos de la ciudad hasta la actualidad y a pesar de los numerosos colectores de aguas residuales que se encuentran en sus adyacencias, muchas descargas de agua de lluvia y residuales se siguen haciendo directamente en ella, afectando significativamente su situación sanitaria, hidráulica e hidrológica. El soporte teórico fundamental estuvo enfocado en los conceptos relacionados con la caracterización y comportamiento de la cuenca, así como lo referente a las técnicas y herramientas para su análisis hidrológico, hidráulico y sanitario. Metodológicamente es un estudio de carácter cuantitativo ya que se recopiló, manipuló y analizó los datos obtenidos. El estudio corresponde al tipo de investigación aplicada, bajo el diseño de un proyecto factible, con apoyo en una investigación de campo. La recolección de datos se realizó mediante el método de estudio de campo y los resultados permitieron conocer el estado actual de la Quebrada Chacaíto, describir sus características, identificar los principales riesgos existentes y definir las acciones que mitiguen o eliminen el impacto desfavorable causado por los referidos riesgos, considerando la información que fue posible obtener para el desarrollo del presente trabajo.

Palabras Claves: Cuenca Hidrográfica – Quebrada – Recursos Naturales - Climatología

CAPÍTULO 1 – INTRODUCCIÓN

Uno de los efectos significativos en la calidad del agua, son las diferentes características naturales de una cuenca, como son la morfología, cobertura vegetal, naturaleza y uso del suelo. Sus pendientes pronunciadas generan erosión en la capa superficial del suelo o en los márgenes de ríos o arroyos, introduciendo residuos, sedimentos y nutrientes que incrementan la contaminación del agua, lo que hace necesario conocer el comportamiento de esta área geográfica para optimizar sus recursos naturales y minimizar riesgos posibles. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el agua está contaminada cuando su composición se encuentra alterada, de tal forma que no reúne las condiciones necesarias para ser utilizada para el consumo beneficioso de los seres vivos, por lo que su recuperación y uso sólo se podrá realizar mediante tratamientos de descontaminación.

Las características de las cuencas varían de acuerdo con la zona en que se encuentre, es por ello que en su caracterización inciden una gran diversidad de factores, los cuales deben ser considerados para la identificación de los problemas y el diseño de sus soluciones.

1.1. Planteamiento del Problema

Una cuenca hidrográfica es un área delimitada por una divisoria de agua, que al haber precipitación, se produce escorrentía tanto superficial como subterránea de acuerdo con las condiciones climáticas y características físicas de la zona. Esta escorrentía recorre una red de drenaje hasta llegar al punto de salida del cauce principal de la cuenca, que puede ser río, lago o mar.

La principal cuenca de Caracas, capital de la República Bolivariana de Venezuela, es la del Río Guaire, que es utilizado como la vía de desagüe de aguas residuales de la ciudad, donde convergen algunas quebradas provenientes del Parque Nacional Waraira Repano, entre las que se encuentra la Quebrada Chacaíto, ubicada en la vertiente sur del Parque.

En el Parque Nacional Waraira Repano, se ha registrado gran cantidad de deslizamientos de tierra

e inundaciones ocasionadas por lluvias, tanto en su vertiente norte como en su vertiente sur, originando grandes pérdidas humanas y materiales, lo que ha hecho imprescindible la realización de estudios hidrológicos e hidráulicos que contribuyan con la toma de decisiones y la mitigación de posibles daños que pudieran ocasionar estos fenómenos.

La Quebrada Chacaíto nace en la parte alta del macizo rocoso a una altura de 2400 msnm y está ubicada entre los Municipios Libertador del Distrito Capital y Chacao del Estado Miranda. Esta quebrada ha sido afectada progresivamente desde los tiempos de los primeros asentamientos de la ciudad hasta la actualidad, ya que muchas descargas de agua de lluvia y residuales se siguen realizando directamente en ella sin tratamientos previos, debido a que los numerosos colectores de aguas residuales que se encuentran en sus adyacencias presentan un avanzado estado de deterioro. Aunado a esto, las personas ubicadas en sus inmediaciones descargan desechos líquidos y sólidos, afectando progresivamente la calidad de este cuerpo de agua dulce y sus cauces, modificando así sus secciones, velocidades y niveles de agua, lo que genera problemas de salud, malos olores, mayor contaminación en las poblaciones cercanas y en su descarga, así como situaciones de riesgo ante posibles inundaciones.

Es por ello que en este trabajo de investigación se identificaron y analizaron los factores hidrológicos, hidráulicos y sanitarios de la Quebrada Chacaíto, con la finalidad de caracterizarlos y proponer medidas para la recuperación sanitaria y de protección ante los riesgos de inundaciones.

1.2. Antecedentes

De los estudios realizados en las Quebradas ubicadas en el Parque Nacional Waraira Repano, se tiene conocimiento de un trabajo hidrológico e hidráulico realizado en el año 2006 por el Instituto de Mecánica de Fluidos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela, bajo la coordinación del Ingeniero José Luis López denominado “Impacto y Prevención de Inundaciones y Aludes Torrenciales en el Valle de Caracas”, así como un estudio sanitario realizado en los años 2008 – 2009 a la Quebrada Sebucán por el Ingeniero Vidal Barrera, denominado “Evaluación y diagnóstico de

la calidad de las aguas de las quebradas del Municipio Chacao. Caso Estudio: Quebrada Sebucán”.

1.3. Alcance y Limitaciones

La vertiente Sur del Parque Nacional Waraira Repano cuenta, entre muchas otras, con las Quebradas: Sebucán, Los Palos Grandes, Pajaritos, Lamedero, Seca/Quintero, Blandín y Chacaíto. Este trabajo se limitó a la identificación, análisis y caracterización de los factores hidrológicos, hidráulicos y sanitarios de la *Quebrada Chacaíto* ubicada entre el Municipio Chacao del Estado Miranda y el Municipio Libertador del Distrito Capital, cuyos tributarios son Ávila, Chapellín, San Antonio y Cuño. De igual manera se realizó el estudio del drenaje de sus aguas, que pasan por las Urbanizaciones Ávila, Chapellín, El Bosque, Chacaíto, Bello Monte, Country Club, Pedregal y La Florida, hasta desembocar en el margen Norte del Río Guaire, a la altura de la Avenida Guaicaipuro de El Rosal, Caracas.

Entre las limitaciones que se presentaron para la realización de este Trabajo Especial de Grado, se pueden mencionar:

- a. La obtención de los permisos por parte del Municipio Chacao del Estado Miranda para acceder a la Quebrada Chacaíto. La referida autorización se obtuvo finalmente del Instituto de Protección Civil y Ambiente de Chacao (IPCA).
- b. El acceso a tramos de la Quebrada Chacaíto, ya que el curso de la quebrada se encuentra dentro de propiedades privadas, cuyos permisos estuvieron supeditados a sus dueños. El permiso para acceder a estas propiedades se logró gracias a los trámites realizado por los funcionarios del Instituto de Protección Civil y Ambiente de Chacao (IPCA).
- c. La inexistencia de datos pluviométricos e hidrométricos de la Cuenca, ya que la Estación Chacaíto era la encargada del registro de esta información y la misma se encuentra inoperativa desde hace más de 10 años.
- d. El no contar con planos topográficos detallados de la zona en estudio.

- e. El tiempo para la elaboración de este trabajo especial de grado no permitió realizar una caracterización sanitaria completa de la Cuenca de la Quebrada Chacaíto en las épocas de lluvia y sequía, por lo que sólo se efectuaron dos muestreos puntuales a manera de fijar la metodología respectiva.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Realizar un diagnóstico que permita identificar, analizar y caracterizar los factores hidrológicos, hidráulicos y sanitarios en la cuenca objeto de estudio. Caso Quebrada Chacaíto.

1.4.2. Objetivos Específicos

1. Describir las características principales de una cuenca.
2. Identificar el área de influencia de la cuenca objeto de estudio.
3. Analizar las principales características hidrológicas, hidráulicas y sanitarias que presenta la cuenca objeto de estudio.
4. Identificar y priorizar los principales riesgos que representan los factores hidrológicos, hidráulicos y sanitarios sobre la Quebrada Chacaíto.
5. Señalar acciones que mitiguen o eliminen el impacto desfavorable de los factores hidrológicos, hidráulicos y sanitarios sobre la quebrada.

CAPÍTULO 2 - MARCO TEÓRICO

2.1. Cuencas Hidrográficas

La unidad territorial natural que capta la precipitación por donde transita el escurrimiento y la escorrentía hasta un punto de salida en el cauce principal, es lo que se conoce como *cuenca hidrográfica*. El concepto de cuencas hidrográficas cubre varias connotaciones: una *natural* como áreas geográficas constituidas por recursos naturales que interactúan entre sí, haciendo que las aguas fluyan y formen una unidad autónoma o diferenciada, desembocando o no en un río; y una *funcional* donde se definen como la unidad de planificación territorial, válidas para el manejo del mayor o menor porcentaje acuífero de un territorio con respecto a otro.

Escobar (2003) en el Tercer Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas, señala que “la cuenca no es sólo un ámbito geográfico, ella acoge una población humana que aprovecha los recursos que hay en ella, ese uso genera a menudo conflictos en un escenario que es social y económico y que requiere también mecanismos de concertación. En este sentido, la cuenca debe ser considerada como una unidad de planificación, en ella los habitantes deben ser los actores protagónicos y sus organizaciones comunitarias deben constituirse en la base del desarrollo local”.

Para Monsalve, G. (1995), “una hoyo o cuenca hidrográfica se puede concebir como un área definida topográficamente, drenada por un curso de agua o un sistema conectado de cursos de agua, tal que todo el caudal efluente es descargado a través de una salida simple”.

De esta manera, se puede decir que una cuenca hidrográfica es aquella área limitada por una divisoria de agua o parte-aguas que, por efecto de la pendiente natural del terreno, ocasiona el escurrimiento de la precipitación hacia un mismo punto, generándose así una sola desembocadura. Sin embargo, esto sólo ocurre a nivel superficial, ya que hay flujos subterráneos que trascienden sus cuencas.

Las cuencas hidrográficas pueden clasificarse de acuerdo con su comportamiento de la siguiente forma:

1. Conforme a la evacuación de las aguas, se subdividen en:

a. Cuencas Exorreicas:

Son aquellas que desembocan fuera del territorio, es decir, fuera del parte-agua o divisoria de agua, ya sea a una corriente o al mar.

b. Cuencas Endorreicas:

Son aquellas en la cual los ríos dentro de la cuenca desembocan a un lago dentro de la divisoria de aguas.

2. En base al patrón de drenaje que presentan los ríos, éstos se pueden clasificar en:

a. Patrón de Drenaje Dendrítico:

Este patrón se presenta cuando la corriente principal con sus afluentes primarios y secundarios se va agrupando libremente en todas direcciones generando la apariencia de un árbol ramificado. Esto indica que la pendiente inicial del área era más bien plana y está compuesta de materiales uniformes, tal como se muestra en la Figura 1.

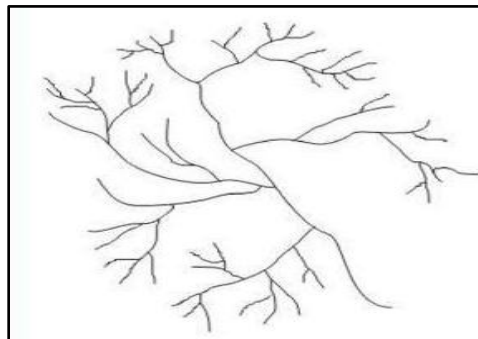


Figura 1: Patrón de Drenaje Dendrítico.
(Fuente: Ruales Gloria. Hidrografía)

b. Patrón de Drenaje Subdendrítico:

Se diferencia del drenaje dendrítico en que los ríos se presentan de forma paralela, como se observa en la Figura 2.

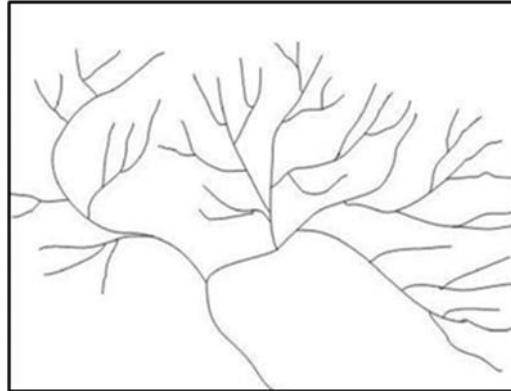


Figura 2: Patrón de Drenaje Subdendrítico.
(Fuente: Ruales Gloria. Hidrografía)

c. Patrón de Drenaje Paralelo:

Es aquella composición de ríos que tienen una dirección y un comportamiento paralelo, lo que genera que las corrientes desemboquen en distintos puntos. Este comportamiento es definido por la pendiente, ya que a mayor valor de ésta más paralelos serán, tal como se muestra en la Figura 3.

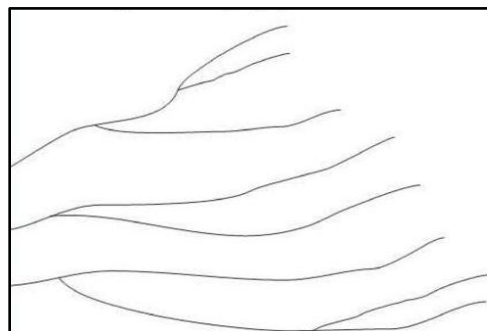


Figura 3: Patrón de Drenaje Paralelo.
(Fuente: Ruales Gloria. Hidrografía)

d. Patrón de Drenaje Subparalelo:

Se diferencia del drenaje paralelo en que éstos desembocan a un colector común, como se aprecia en la Figura 4.

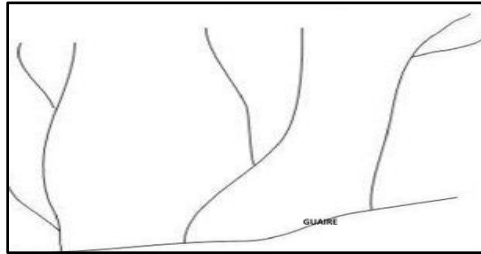


Figura 4: Patrón de Drenaje Subparalelo.
(Fuente: Ruales Gloria. Hidrografía)

Generalmente, tanto el Drenaje Paralelo como el Drenaje Subparalelo se forman en zonas montañosas, como por ejemplo en el Parque Nacional Waraira Repano.

e. Patrón de Drenaje Radial:

Se presentan en formaciones cónicas tipo cerro o volcán, donde los cauces se inician en un punto alto común para luego separarse en forma circular, tal como se observa en la Figura 5. Este tipo de drenaje es típico en las montañas que terminan en forma de pico definido y que tienden a tener su base redondeada.

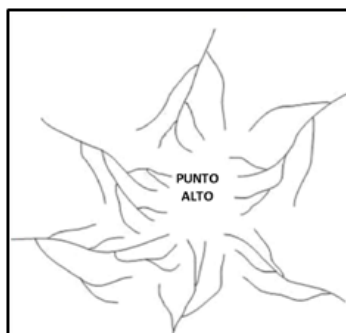


Figura 5: Patrón de Drenaje Radial.
(Fuente: Ruales Gloria. Hidrografía)

f. Patrón de Drenaje Rectangular:

Se presenta cuando los afluentes principales y tributarios generan entre sí ángulos rectos, formando un esquema regular, como se observa en la Figura 6.



Figura 6: Patrón de Drenaje Rectangular.

(Fuente: <http://es.scribd.com/doc/5581866/PATRONES-DE-DRENAJE#scribd>)

g. Patrón de Drenaje Reticular o Enrejado:

Las corrientes que siguen las depresiones junto con las que siguen las pendientes opuestas se combinan para formar un sistema de enrejado, diferenciándose del patrón rectangular por poseer afluentes cortos, como se puede observar en la Figura 7.

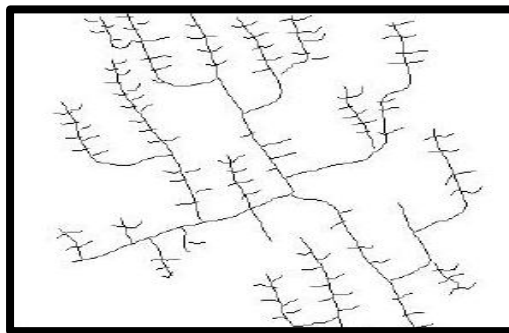


Figura 7: Patrón de Drenaje Reticular o Enrejado.

(Fuente: <http://es.scribd.com/doc/5581866/PATRONES-DE-DRENAJE#scribd>)

h. Patrón de Drenaje en Forma de Pluma o Pinado:

Este patrón se caracteriza por poseer afluentes paralelos entre sí, cortos y densos, que al combinarse generan la apariencia de las ramas de los pinos, tal como se visualiza en la Figura 8.

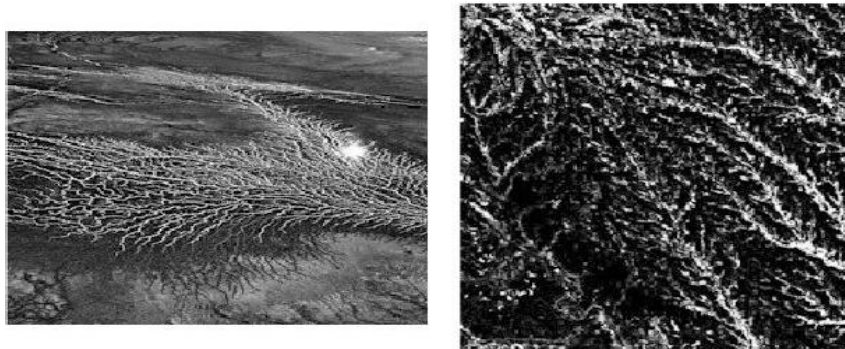


Figura 8: Patrón de Drenaje en Forma de Pluma o Pinado.

(Fuente: <http://es.scribd.com/doc/5581866/PATRONES-DE-DRENAJE#scribd>)

i. Patrón de Drenaje Anular:

Se originan alrededor de domos de materiales resistentes y en ocasiones por alguna modificación del drenaje radial. Este drenaje es menos denso que el drenaje radial. En la Figura 9 se observa el drenaje anular.

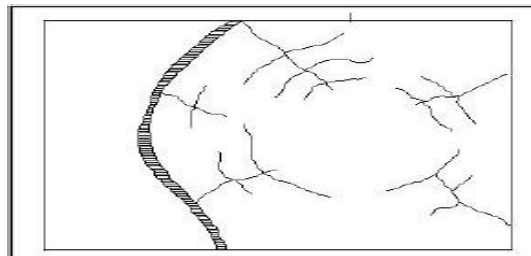


Figura 9: Patrón de Drenaje Anular.

(Fuente: <http://es.scribd.com/doc/5581866/PATRONES-DE-DRENAJE#scribd>)

j. Patrón de Drenaje Desordenado:

Esta forma corresponde a drenajes no integrados, inmaduros e irregulares en los que no existe control tectónico, áreas sin pendientes o que estén cubiertas por sedimentos glaciales, pueden confundirse con el desarrollo de un patrón de drenaje superficial. En la Figura 10 se observa el patrón de drenaje desordenado.

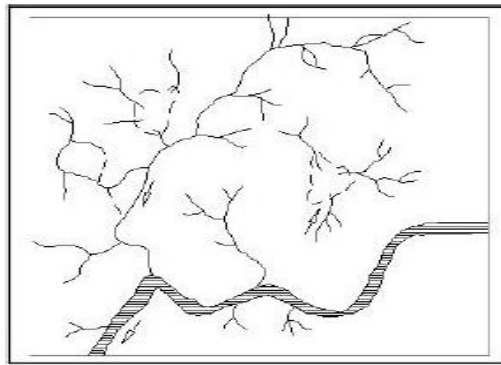


Figura 10: Patrón de Drenaje Desordenado.

(Fuente: <http://es.scribd.com/doc/5581866/PATRONES-DE-DRENAJE#scribd>)

Las cuencas hidrográficas igualmente se pueden subdividir en tres grandes zonas que guardan entre sí una conexión hidrológica, las cuales son:

- a. Zona Alta o Cabecera: es la zona más alta de la cuenca, con la temperatura más baja. Su estabilización es nula, con mayor cantidad de precipitación y una alta producción de sedimentos líquidos y sólidos. Las acciones que aquí se realicen influyen en el resto de la cuenca.
- b. Zona Media o Zona de Amortiguamiento: funciona como conexión entre las zonas alta y baja, presentando la mayor cantidad de acciones productivas que ejercen presión hacia la parte alta. Su estabilización es baja, lo que produce una mayor cantidad de sedimentos líquidos y sólidos.

- c. Zona Baja o Cono de Deyección: es la última parte de la cuenca ubicada en la zona de pie de monte de los valles torrenciales, donde la pendiente de las laderas enlaza con una zona llana, favoreciendo la sedimentación de los materiales erosionados en las zonas superiores.

2.2. Ciclo Hidrológico

El ciclo hidrológico no tiene ni un principio ni un fin específico, es considerado un ciclo con procesos continuos e intermitentes del movimiento de agua existente entre la atmósfera y la superficie terrestre. En este ciclo se contemplan todos los estados posibles del agua (gaseoso, líquido y sólido) y la conexión entre ellos. En la Figura 11 se muestra un esquema del ciclo hidrológico.

Si el ciclo se empezara a analizar desde la superficie terrestre, es ahí donde ocurre la evaporación, causada por la radiación solar y el viento, formando el vapor de agua que se eleva a la atmósfera donde se condensa en forma de nubes y precipita cayendo en la superficie terrestre, donde es una parte interceptada por las plantas, otra fluye superficialmente por las corrientes y otra es infiltrada (corrientes subterráneas).

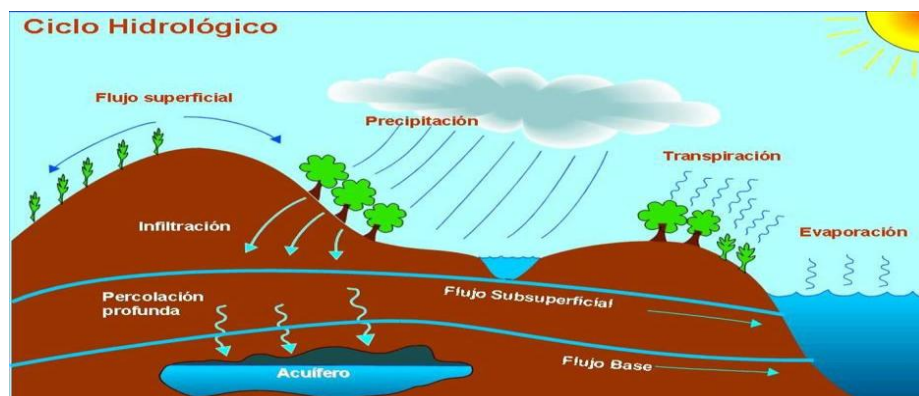


Figura 11: Ciclo Hidrológico.
(Fuente Allen Bateman 2007)

2.3. Balance Hidrológico

El balance hidrológico es el cálculo que conecta las ganancias de agua que se obtienen de las precipitaciones ocurridas con las pérdidas ocasionadas por la evaporación, la toma o consumo de agua y la infiltración que ocurre en la cuenca. Este conocimiento permite determinar los períodos de excesos o déficit de agua que ocurrirían en la zona. El objetivo principal de este balance es determinar la evapotranspiración que contempla la evaporación de la superficie de agua y la transpiración de las plantas y animales.

2.4. Estimación del Caudal

El caudal puede definirse como el volumen de agua que circula por el cauce de un río en un lugar y tiempo determinado. Básicamente representa el volumen hidráulico de la escorrentía de una cuenca hidrográfica y está constituido por el escurrimiento, es decir, por el exceso de agua proveniente de la precipitación que no se retiene y que circula sobre la superficie terrestre o por debajo ésta, hasta llegar a una corriente. Esto se genera en el momento en que la precipitación supera el índice de saturación del suelo y empiezan a fluir varias corrientes hasta formar un cauce principal. Durante este proceso, el agua va tomando los diferentes tipos de escurrimientos: Superficial, Subsuperficial y Subterráneo.

El escurrimiento superficial es la porción de la precipitación que en forma de lámina circula sobre la superficie del suelo y que con el efecto de la gravedad va hacia los arroyos, canales, ríos, lagos u océanos como corriente superficial, siguiendo caminos variables e interconectados debido principalmente a depresiones y vegetación en la tierra. Entre los factores que inciden en el escurrimiento superficial se pueden mencionar: la intensidad y duración de la precipitación, la permeabilidad de la superficie del suelo, el tipo de vegetación, la extensión de la cuenca hidrográfica considerada y la pendiente de la superficie del suelo.

El Ecurrimiento Subsuperficial es la parte de la precipitación que se infiltra en el suelo sin llegar al nivel freático y se descarga desde la zona no saturada por medio de un drenaje lateral durante e inmediatamente después de la lluvia, descargándose directamente a los cauces fluviales o lagos.

Ecurrimiento Subterráneo está constituido por la parte del flujo que se forma principalmente por percolación en altas profundidades (acuíferos a presión atmosférica o estratos profundos de suelo con presencia del nivel freático) o por el aporte de precipitaciones en cuencas confinadas entre capas de suelo impermeables y bajo presión superior a la atmosférica.

2.4.1. Factores que influyen en el Ecurrimiento

Entre los factores más importantes que influyen en el escurrimiento se pueden mencionar los de naturaleza climática, de naturaleza fisiográfica y de naturaleza humana.

a. Factores de Naturaleza Climática:

Entre los factores climáticos más importantes se encuentran la temperatura y la precipitación. La duración e intensidad de la precipitación determinan el volumen total de agua en una cuenca. La intensidad de lluvia es la cantidad de lluvia que cae en un determinado tiempo, la cual es medida en milímetros por hora. A mayor intensidad de la precipitación se podrá provocar la colmatación de los poros superficiales del suelo, reduciendo la infiltración y produciendo la esorrentía superficial. Las lluvias de baja intensidad y larga duración saturan la capacidad de retención del suelo. Estas capacidades están relacionadas con las precipitaciones anteriores, ya que estando el suelo saturado es más rápido la generación de esorrentía.

La intensidad es mayor al principio de la tormenta y va disminuyendo a medida que la duración de la lluvia se alargue. La lámina o profundidad acumulada va aumentando a medida que la lluvia se prolongue, por lo que a menor duración de la lluvia, más intensidad y menos agua acumulada.

Dependiendo de la orientación de una cuenta con relación a los puntos cardinales, habrá mayor o menor exposición solar, ya que cuando se encuentra ubicada de Norte a Sur sobre

el eje del cauce principal, existe una menor cantidad de horas de sol diarias, disminuyendo la evaporación; si la ubicación es de Este a Oeste, hay una mayor exposición solar, incrementando la temperatura y con ella un mayor paso de agua al ambiente.

La temperatura es una medida del calor o energía térmica que influye en forma directa sobre la vida y sus niveles altos descomponen rápidamente la materia orgánica, haciendo que el suelo pierda la capacidad de absorción de agua, resultando un mayor escurrimiento. Se puede afirmar que la temperatura depende de la radiación solar. El termómetro es el instrumento de fiabilidad que se utiliza para medir esa cantidad de energía. Esta medición debe realizarse a 1.5 metros del suelo en una caseta o lugar ventilado y protegido de la influencia directa de los rayos de sol. El resultado de ello se expresa en escala centígrada o en grados Celsius o en escala Fahrenheit. No obstante, son tres factores del clima que hacen funcionalmente variar la temperatura, ellos son la altitud, latitud y proximidad al mar, además hay que agregarle la influencia de los cambios térmicos a los movimientos de rotación y traslación de la tierra.

Al presentarse variación de la temperatura en el ambiente, se afecta el escurrimiento que se genera en una cuenca ya que a mayor temperatura, mayor será el paso de agua al ambiente (evaporación) al originarse excitación en sus moléculas. En los sitios donde se presenten bajas temperaturas, los cuerpos de agua tienden a congelarse por la baja interacción entre sus moléculas.

b. Factores de Naturaleza Fisiográfica:

Determinados por las características físicas de la cuenca, entre las que se encuentran:

- Área: La variación del escurrimiento se ve condicionando a las condiciones en que se encuentre la superficie o terreno de la cuenca (tipo de suelo, vegetación, etc.). De allí la importancia de delimitar su área, la cual se realiza trazando una línea imaginaria que tiene por nombre divisoria de agua, donde se unen los puntos más altos y se encierra el área de confluencia de las vertientes.

- Forma y Pendiente Media de la Cuenca: La geología del terreno es la encargada de caracterizar la forma que tendrá la cuenca. Para cuencas de igual superficie y formas diferentes, la geología influirá en su comportamiento hidrológico. Esta característica también afecta directamente la longitud y las pendientes de los ríos que las drenan y por ende la respuesta a una precipitación.
- Permeabilidad: La capacidad que tienen los materiales de dejar que lo atraviesen cualquier flujo sin que altere molecularmente su estructura. El movimiento del agua a través de la superficie del suelo hacia adentro del mismo producido por las fuerzas gravitacionales y capilares se conoce como infiltración. Muchos factores alteran la tasa de infiltración, incluyendo la condición de la superficie del suelo, su cubierta vegetal y las propiedades del suelo, tales como la porosidad, conductividad hidráulica y el contenido de humedad presente en el suelo.
- Geología: La gran variedad que puede presentarse en los diferentes tipos de suelo y la morfología del terreno, hace que el escurrimiento sea diferente, independientemente de la distancia entre los puntos arbitrarios de estudio. Debido a esto se ha generalizado el comportamiento de las cuencas de acuerdo con sus pendientes, secciones y tipo de material de fondo que tienen los cauces, para generar más fácil los posibles cálculos del escurrimiento.
- Textura del Suelo: La naturaleza del suelo afecta de varias formas el escurrimiento. Las propiedades físicas del suelo son las que inciden en la hidrología e hidráulica, ya que modifican las corrientes. La textura del suelo influye en la velocidad de infiltración en el suelo. Las texturas arenosas tienen velocidades de infiltración rápidas y las texturas arcillosas originan más encharcamientos en las cuencas al ser más impermeables.

Jiménez (1986), en su libro de Hidrología Básica I, presenta la clasificación hidrológica de los suelos según la permeabilidad, de acuerdo con lo propuesto por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos:

Los Suelos Tipo A son de escurrimiento bajo y tienen capacidades de infiltración cuando están completamente húmedos. Están conformados principalmente de arenas y/o gravas profundas muy bien ordenadas. Estos suelos tienen alta velocidad de trasmisión del agua.

Los Suelos Tipo B tienen capacidades de infiltración moderadas cuando están completamente húmedos, son suelos medianamente profundos y drenados, con textura de sus agregados que varían entre moderada y moderadamente fina. Están caracterizados porque tienen velocidad media de trasmisión del agua.

Los Suelo Tipo C son suelos de bajas capacidades de infiltración cuando están húmedos. Contienen una capa que impide el movimiento del agua hacia abajo de suelos con textura fina o moderadamente fina. Tiene baja velocidad de trasmisión del agua.

Los Suelo Tipo D son suelos con alto potencial de escurrimiento que tienen bajas capacidades de infiltración cuando están completamente húmedos. Son arcillosos con alta expansividad y nivel freático, con capas de arcillas compactas cerca de la superficie o capas delgadas de suelo cerca de material impermeable. Estos suelos tienen velocidades de trasmisión del agua muy baja.

- Vegetación: El escurrimiento se ve afectado por la intercepción de la vegetación, cuando la fuerza de succión de las plantas es mayor a la del suelo, o por el ascenso dentro de la planta por capilaridad hasta los poros de las hojas, lugar donde se evapora una parte del agua y la otra es usada para el crecimiento de la planta.
- Densidad de Drenaje: El sistema de drenaje está compuesto por el cauce principal y los tributarios al él. La red de drenaje trata de considerar las corrientes perennes y las intermitentes (cauces que sólo llevan agua durante la época de lluvia). La densidad de drenaje es un índice que permite tener conocimiento de la complejidad y desarrollo de drenaje de la cuenca. Se calcula dividiendo la longitud total de las corrientes entre el área total de la cuenca.

c. Factores Humanos:

Relacionados con las actividades humanas, donde la alteración del ambiente por parte del hombre hace que se modifique la naturaleza de las cuencas. Como ejemplo de estos factores de naturaleza humana se pueden mencionar los asentamientos de ciudades que se hacen cerca de ríos para la fácil obtención del recurso hídrico. Esto provoca que su cauce sea alterado y no se desarrolle normalmente (cambio de cauce, embaulamiento, entre otros).

2.4.2. Variables que Caracterizan el Escurrimiento

Entre las variables que influyen en el escurrimiento se pueden mencionar:

a. Coeficiente de Escorrentía:

Es la relación existente entre la precipitación que circula superficialmente y la precipitación total, considerando que la parte superficial es menor que la precipitación total al descontar la evaporación y las abstracciones por infiltración. Los coeficientes de escurrimiento dependen de las características del terreno, uso y manejo del suelo y condiciones de infiltración, entre otros.

b. Tiempo de Concentración:

Es el tiempo necesario para que la partícula de agua hidráulicamente más alejada alcance el punto de desagüe de la cuenca.

c. Período de Retorno:

Es el intervalo de recurrencia promedio entre los eventos que igualan o exceden una magnitud específica.

d. Profundidad:

Es la altura de agua que alcanza un río con respecto de un punto de referencia (datum). Este se mide en metro o centímetros y se representa con la letra h.

2.5. Sección de Río

Los canales naturales incluyen todos los cursos de agua que existen de manera natural en la Tierra, los cuales varían de tamaño desde pequeños arroyuelos en zonas montañosas hasta quebradas, arroyos, ríos y sus desembocaduras al mar. Las corrientes subterráneas que transportan agua con superficie libre también son consideradas canales naturales.

Las propiedades hidráulicas de un canal natural por lo general son muy irregulares. En algunos casos pueden hacerse suposiciones empíricas razonablemente consistentes con las observaciones y experiencias reales, de tal modo que las condiciones de flujo en esos canales se vuelvan manejables mediante el tratamiento analítico de la hidráulica teórica.

Cuando se habla de sección de un canal se refiere a la sección transversal de un canal tomada en forma perpendicular a la dirección del flujo, por lo general las secciones naturales son muy irregulares y a menudo varían desde aproximadamente una parábola hasta un trapecio.

Según su localidad, el río puede dividirse en tres grandes grupos: de montaña, intermedios y de planicie:

- Los de montañas, como su nombre lo indica, se encuentran en los cauces de montaña, tienen pendientes altas y sección transversal tipo “V”. Están en proceso de degradación, poseen altas velocidades y son muy irregulares.
- Los ríos intermedios se presentan en valles amplios y tienen pendientes relativamente bajas. La erosión de los márgenes ha reemplazado a la erosión del fondo, son estables y la sección transversal en cada tramo es capaz de transportar la carga de sedimentos en todo su recorrido.
- Los ríos de planicie se encuentran en valles amplios y planicies cuyas pendientes son muy bajas, formando depósitos naturales de sedimentos a lo largo de las márgenes. Los ríos de planicie no tienen rápidos o caídas y cerca de ellos pueden haber lagos con forma de cuerno o herradura, que son restos de meandros abandonados en forma natural.

Según su geometría, el río puede dividirse en rectos y meandrosos. Los ríos rectos normalmente se presentan en pequeños tramos y son transitorios, ya que con cualquier irregularidad en la forma del cauce, en su alineamiento, con la formación de bancos, o bien alguna obstrucción temporal, se originan alteraciones locales que producen flujos transversales que inician la formación de curvas o meandros. Estos tipos de ríos regularmente se originan en tramos con pendientes pronunciadas donde se pueden alcanzar altas velocidades.

El río de tipo meandroso, es una curva descrita por el curso de un río cuya ondulación es pronunciada, formándose con mayor facilidad en los ríos de las llanuras aluviales con pendientes muy escasas. Los sedimentos suelen depositarse en la parte convexa del meandro y la erosión en la parte cóncava debido a la fuerza centrífuga predominante.

Existen varias explicaciones en la formación de meandros en ríos, entre los que se mencionan la causa de la rotación de la Tierra o la estabilidad de circulación de flujo secundario. La teoría de mínima variancia considera que en un río meandroso se producen simultáneamente erosión y depósito de sedimentos hasta lograr un equilibrio.

2.6. Modelos Hidrológicos

Los modelos permiten simular el comportamiento de un sistema real y obtener mediante la operación del mismo, las respuestas o datos de un determinado impulso o entradas al sistema. En hidrología e hidráulica se usan modelos físicos y matemáticos.

Los modelos físicos son de gran importancia para el diseño hidráulico en los laboratorios de hidráulica y los Modelos Matemáticos son ecuaciones o algoritmos matemáticos que representan un fenómeno físico. Estos modelos son más versátiles que los anteriores y pueden fácilmente cambiar los valores de variables o parámetros.

La dificultad de éstos radica en hacer simplificaciones del fenómeno físico real para lograr su representación matemática. El potencial de los computadores y el hecho de tener cada día mejores

datos en tiempo-espacio, hacen de los modelos matemáticos una herramienta más confiable que se acerca cada vez más al mundo real.

Los modelos matemáticos se pueden agrupar de varias formas, algunas clasificaciones se presentan a continuación:

- Determinísticos: son aquellos en los que las funciones que relacionan las entradas y las salidas, definen el comportamiento del sistema sin que se tenga en cuenta la ley o distribución de probabilidad alguna. Dada una función de entrada, sus variables y parámetros se obtiene una función de salida perfectamente definida. Este tipo de modelo se divide en lineales y no lineales.
- Estadístico/Estocástico: Son modelos en los cuales las relaciones entre las variables están gobernadas por leyes de probabilidad, tanto en relación con su magnitud (correlaciones) como en su secuencia en el tiempo (modelo estocástico de generación de series de tiempo).

Los modelos hidrológicos de simulación son un instrumento de predicción basado en procesos de hidrología y erosión. Estos modelos son herramientas valiosas para evaluar el efecto de prácticas de manejo sobre ambiente, escurrimiento, producción de sedimentos, erosión y productividad. La importancia de los modelos radica, entre otros aspectos, en la predicción de fenómenos a largo plazo de manera instantánea, también permite obtener relaciones de causa-efecto, sin haber realizado cambios en los sistemas reales.

Debido a que los modelos hidrológicos son una representación simplificada e incompleta de la realidad, es importante a la hora de elegir un modelo considerar el objetivo para el que fue creado, la exactitud de la respuesta, las rutinas y subrutinas que los componen y las variables de entrada que utiliza, estas últimas son las más difíciles debido a la disponibilidad de datos, al costo y tiempo que lleva hacer el levantamiento.

La mayor limitante de los modelos hidrológicos está representada por las técnicas de medición de los fenómenos del mundo real, para lo cual se diseñaron modelos de simulación de diferentes tipos que

proveen métodos de extrapolación cuantitativa o de predicción, permitiendo simular situaciones de un sistema hidrológico real cuando los datos son insuficientes.

2.6.1. Correlación de Estaciones

La correlación es un método estadístico que permite evaluar y demostrar la relación lineal existente entre dos o más variables y cuantificar la intensidad de dicha relación, es decir, mide la dependencia de una variable con respecto a otra variable independiente. Con este método se grafican las variables en dos dimensiones: si no existe ninguna correlación, se presenta una nube de puntos dispersos en el gráfico, mientras que si las variables están correlacionadas, la nube de punto tiende a una línea recta conocida como Recta de Regresión, que es la línea que mejor representa al conjunto de puntos, cuya ecuación general es la siguiente:

$$y = a + bx$$

Donde:

y = variable independiente (causa)

a = ordenada en el origen

b = pendiente de la recta

x = variable dependiente (efecto)

El parámetro estadístico que permite calcular la fuerza de la relación lineal entre dos variables se denomina Coeficiente de Correlación Lineal, cuyo resultado es un valor que oscila entre menos uno (-1) y más uno (+1). Cuando el valor del coeficiente esté cercano o sea igual a cero (0), indica que existe mayor debilidad o ausencia de correlación entre las variables, mientras que si el valor es cercano a +1 ó -1, la relación entre las dos variables es lineal y se representa con la Recta de Regresión. La fórmula para obtener el parámetro de correlación es:

$$r = \frac{\sum(xy - n\bar{x}\bar{y})}{\sqrt{(\sum x^2 - n\bar{x}^2)(\sum y^2 - n\bar{y}^2)}}$$

donde n = número de datos

2.6.2. Método de Clark

La transferencia del escurrimiento desde cualquier punto de la cuenca hasta su salida puede ser modelado mediante la utilización de un hidrograma unitario distribuido, siendo el más conocido el método propuesto por Clark en 1945, cuando planteó desarrollar un hidrograma unitario sintético que reflejara la influencia de la forma del área de drenaje y le permitiera modelar respuesta de la lluvia en una cuenca, basando su técnica en un hidrograma de transferencia y un tránsito de almacenamiento lineal.

El hidrograma de la cuenca representa las variaciones del escurrimiento superficial generado por la precipitación en función del tiempo. Se basa en la distribución del volumen caído en la superficie por medio de líneas isócronas, curvas que unen puntos que poseen el mismo tiempo de viaje o tiempo de retardo. Este retardo es el tiempo que transcurre desde que una gota de agua cae en el punto más lejano de la cuenca hasta su llegada al punto de salida de la misma.

Franceschi (1983) considera el hidrograma total de una cuenca como el conjunto de la suma de los hidrogramas de las subcuencas que la componen, tomando en cuenta los efectos de desfase y amortiguamiento del almacenamiento de la escorrentía. Esto quiere decir que el hidrograma depende de las características físicas de la cuenca y de la lluvia efectiva que se genere sobre ésta, tomando en cuenta que la lluvia efectiva es el resultado de la lluvia total sobre la cuenca menos las pérdidas por la infiltración, evaporación y transpiración generadas por la vegetación.

2.7. Riesgo

La posibilidad o probabilidad de que se produzca un evento, es lo que se conoce como “riesgo” y representa un peligro cuando al mismo tiempo estén presentes la amenaza y la vulnerabilidad. El riesgo se materializa mediante el impacto, representando el grado de daño o cambio ocurrido a un destinatario definido (personas, comunidades, poblaciones, entre otros).

La amenaza es un peligro latente que aún cuando no se ha desencadenado, sirve como alerta a un destinatario más o menos definido para prevenirle de la probabilidad de ocurrencia de algo peligroso.

Para el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (2003) la vulnerabilidad es “Un estado de alta exposición a ciertos riesgos e incertidumbres, en combinación con una habilidad reducida para protegerse a uno mismo contra aquellos riesgos e incertidumbre y hacer frente a sus consecuencias negativas. Existe a todos los niveles y dimensiones de la sociedad y forma parte integral de la condición humana, afectando tanto al individuo como a la sociedad como un todo”

Existen diferentes tipos de amenazas, entre la que se puede mencionar la amenaza ambiental, la cual está relacionada con los eventos que puedan ocurrir debido a factores naturales o provocados por el hombre. Entre los factores de tipo natural se pueden mencionar las intensas lluvias que pueden generar inundaciones y producir situaciones que representen un riesgo tanto para las infraestructuras como las personas que habitan en los centros poblados cercanos a las partes medias y bajas de las cuencas, mientras que los factores provocados por el hombre, se tiene por ejemplo las fallas que se producen en una central nuclear o derrames de químicos en cuerpos de agua.

2.8. Calidad de Agua

En el proceso de precipitación, escurrimiento e infiltración, el agua va transportando sustancias que pasan a formar parte de su composición, lo que causa que cada composición sea distinta en sus características físicas, químicas y biológicas.

La calidad del agua clasifica, según la composición y uso que se le va a dar al agua (ya sea para consumo humano, recreacional, de transporte, entre otros), el estado de cada cuerpo de agua.

2.8.1. Características Físicas:

Son aquellas características que se pueden detectar con el uso de los sentidos de la vista, el olfato y el gusto.

a. Aspecto:

Este parámetro determina el estado que a primera vista se observa del agua, como puede ser la presencia o no de espuma (jabón o detergente), iridiscencia (grasas o aceites), colores naturales o no en forma cualitativa (amarillento, pardo, negruzco, rojizo, etc.), turbidez o no en forma cualitativa (claro o turbio).

b. Olor:

Este parámetro es determinado en laboratorio, de manera cuantitativa a través del Número Umbral de Olor (NUO).

c. Color:

Es una característica física importante, ya que a simple vista puede dar una idea acerca de la presencia de ciertos tipos de materiales y especies químicas.

El color es generado por materiales de origen mineral, vegetal (en diferentes etapas de descomposición), sustancias metálicas (como hierro o manganeso) o por partículas en suspensión. Debido a esto se puede definir dos tipos de colores, el color real que es el que presenta la muestra una vez removidas las partículas en suspensión y el color aparente que es el que posee la muestra sin ser filtrada o centrifugada. Alguno de los colores más característicos y sus causas son:

- Color amarillento a marrón claro debido a los ácidos fúlvicos.
- Color rojizo, suele deberse a la presencia de hierro o manganeso.

- Color marrón oscuro a casi negro debido a los ácidos húmicos.

Su medición es mediante la comparación visual con patrones de vidrio calibrados o con soluciones concentradas conocidas. Su unidad es el color producido por un mg/l de platino, en la forma de ion cloroplatinato.

d. Turbiedad:

La turbidez es la expresión de la propiedad óptica de la muestra que causa que los rayos de luz sean dispersados y absorbidos en lugar de ser transmitidos en línea recta a través de la muestra. El turbidímetro de Hellige es el utilizado en este Trabajo Especial de Grado y es de tipo nefelométrico basado en el efecto tyndall. Se compara un rayo de luz que se hace pasar hacia arriba por la muestra, con la luz dispersada hacia arriba por las partículas suspendidas, la cual es iluminada lateralmente a 90°. La unidad de turbiedad para este método es ppm SiO₂, la cual tiene una relación con la unidad de turbiedad.

2.8.2. Características Químicas

Son aquellas características que se pueden detectar mediante ensayos sanitarios normalizados, tales como:

a) pH:

Es la concentración de iones de hidrógeno, lo que genera la clasificación de las soluciones acuosas en ácidas y alcalinas que son indicativos de la capacidad amortiguadora de una muestra, pero no representa la cantidad de ácidos o álcalis presentes en la solución. Por lo general el agua natural suele ser ligeramente básica, donde el valor de su pH es entre 6.5 y 8.5, por debajo de estos valores se habla de una solución con carácter ácido y por encima de una con carácter básico.

b) Oxígeno Disuelto (OD):

El oxígeno disuelto en el agua es lo que permite la respiración de los microorganismos aerobios, así como de otras formas de vida. Sin embargo, el oxígeno es un gas y no se presenta sólo en la solución, pero todos están condicionados a las siguientes variables: solubilidad del gas, presión parcial del gas en la atmósfera, temperatura y pureza del agua.

La temperatura es una variable debido a que las reacciones bioquímicas consumen oxígeno y éstas incrementan con el incremento de la temperatura, es decir, la concentración de oxígeno disuelto es menor en los meses de verano.

Su concentración puede aumentar por medio de las plantas acuáticas, ya que en la actividad de la fotosintética generan oxígeno. El oxígeno en libre solución y acompañado de CO₂ actúa como un agente de corrosión del hierro y del acero.

c) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO):

Este parámetro de contaminación orgánica es aplicable tanto a aguas superficiales como a residuales, su determinación está relacionada con la medición del oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación. Este ensayo presenta las siguientes limitaciones:

- La necesidad de disponer de una elevada concentración de bacterias activas y aclimatadas que desarrollen el papel de inóculo.
- La necesidad de un pre-tratamiento cuando haya residuos tóxicos.
- La necesidad de reducir los efectos de los organismos nitrificantes.
- El arbitrario y prolongado período de tiempo requerido para la obtención de resultados.
- El hecho de que sólo se midan los productos orgánicos biodegradables.
- El ensayo no tiene validez estequiométrica una vez haya sido utilizada la materia orgánica soluble presente en la muestra.

d) Demanda Química de Oxígeno (DQO):

Este parámetro determina la cantidad de materia orgánica presente en una muestra de agua por medio de la oxidación química, mediante la medición de la cantidad de oxígeno consumido por la materia orgánica y oxidable por un agente químico oxidante fuerte a una elevada temperatura.

Debido a que es mayor el número de compuestos oxidables de manera química que de manera biológica el DQO por lo general es mayor que el DBO, incluso en muchos tipos de agua se comportan mediante una relación.

2.8.3. Características Microbiológica

a) Coliformes Fecales:

Los coliformes son un grupo de especies bacterianas con ciertas características bioquímicas, que se encuentran en el intestino del ser humano y animales de sangre caliente. La presencia de esta especie bacteriana en los cuerpos de agua se considera como indicadores de contaminación fecal en aguas de consumo humano. Los coliformes fecales son microorganismos que se transmiten por medio de excrementos que pueden reproducirse fuera del intestino y son capaces de fermentar la lactosa con producción de ácido y gas con una temperatura de incubación de 37°C y 44°C, respectivamente. En la Tabla 1 se representan las combinaciones posibles para la estimación de las cantidades de coliformes fecales.

Tabla 1: Número más probable (NMP) para diversas combinaciones de Resultados Positivos.
(Fuente: Manual de Prácticas de Guía Sanitaria. José Asapchi)

NÚMERO MÁS PROBABLE (NMP) PARA DIVERSAS COMBINACIONES DE RESULTADOS POSITIVOS							
Número de tubos positivos			NMP por 100 ml	Número de tubos positivos			NMP por 100 ml
3 tubos de 10 ml	3 tubos de 1 ml	3 tubos de 0,1 ml		3 tubos de 10 ml	3 tubos de 1 ml	3 tubos de 0,1 ml	
0	0	1	3	2	0	0	9
0	0	2	6	2	0	1	14
0	0	3	9	2	0	2	20
0	1	0	3	2	0	3	26
0	1	1	6,1	2	1	0	15
0	1	2	9,2	2	1	1	20
0	1	3	12	2	1	2	27
0	2	0	6,2	2	1	3	34
0	2	1	9,3	2	2	0	21
0	2	2	12	2	2	1	28
0	2	3	16	2	2	2	35
0	3	0	9,4	2	2	3	42
0	3	1	13	2	3	0	29
0	3	2	16	2	3	1	35
0	3	3	19	2	3	2	44
1	0	0	3,6	2	3	3	53
1	0	1	7,2	3	0	0	23
1	0	2	11	3	0	1	39
1	0	3	15	3	0	2	64

Tabla 1: Número más probable (NMP) para diversas combinaciones de Resultados Positivos.
(Fuente: Manual de Prácticas de Guía Sanitaria. José Asapchi)

NÚMERO MÁS PROBABLE (NMP) PARA DIVERSAS COMBINACIONES DE RESULTADOS POSITIVOS							
Número de tubos positivos			NMP por 100 ml	Número de tubos positivos			NMP por 100 ml
3 tubos de 10 ml	3 tubos de 1 ml	3 tubos de 0,1 ml		3 tubos de 10 ml	3 tubos de 1 ml	3 tubos de 0,1 ml	
1	1	0	7,3	3	0	3	95
1	1	1	11	3	1	0	43
1	1	2	15	3	1	1	75
1	1	3	19	3	1	2	120
1	2	0	11	3	1	3	160
1	2	1	15	3	2	0	93
1	2	2	20	3	2	1	150
1	2	3	24	3	2	2	210
1	3	0	16	3	2	3	290
1	3	1	20	3	3	0	240
1	3	2	24	3	3	1	460
1	3	3	29	3	3	2	1100

CAPÍTULO 3 – MARCO METODOLÓGICO

Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos generales y específicos del presente Trabajo Especial de Grado, se realizó una recopilación de información básica fundamental para el estudio de la cuenca, desde la delimitación del área hasta el análisis hidrológico, hidráulico y sanitario del agua perteneciente a la cuenca de la Quebrada Chacaíto, basado en la teoría de las leyes físicas de la naturaleza, las cuales son aplicables a toda cuenca.

Mediante este análisis y el uso de modelos hidrológicos se logró predecir el comportamiento que tendrá la cuenca en estudio basado en la recopilación de la información recopilada al momento. En lo que se refiere al análisis sanitario, éste no representa de manera global comportamiento de la quebrada, ya que por razones de tiempo sólo se efectuó la toma de muestra en dos ocasiones y de manera puntual, lo que impide establecer con mayor exactitud el comportamiento de la quebrada Chacaíto.

3.1. Tipo de Investigación

Este Trabajo Especial de Grado, de acuerdo con lo expresado en “El Manual de Tesis de Grado y Especialización y Maestría y Tesis Doctorales de la Universidad Pedagógica Libertador” (2003), se enmarcó dentro de un “Proyecto Factible”, ya que a través de la investigación documental y de campo, planteamiento teórico, procedimiento metodológico, actividades y recursos necesarios, se logró identificar, analizar y caracterizar los factores hidrológicos, hidráulicos y sanitarios de la Cuenca objeto de estudio, que permitieron conocer el estado actual en que se encuentra la Quebrada Chacaíto, demostrando así su posibilidad de realización.

3.2. Enfoque de la Investigación

En el presente proyecto se utilizó el enfoque cuantitativo, ya que se realizó la recolección de muestra de agua para efectuar el estudio sanitario, así como el análisis de datos pluviométricos para

realizar proyecciones de caudales y predecir el comportamiento y riesgo de inundaciones de la Quebrada Chacaíto.

3.3. Diseño de la Investigación

Este proyecto se basó en una investigación de tipo no experimental, transversal y longitudinal. Es transversal ya que fue como tomar una fotografía de lo que estaba sucediendo desde el punto de vista sanitario en la Quebrada Chacaíto; es longitudinal ya que el análisis hidrológico e hidráulico se realizó con la información histórica de los datos pluviométricos.

3.4. Población y Muestra

El Parque Nacional Waraira Repano cuenta, entre muchas otras, con siete Quebradas cuyos cauces atraviesan el Municipio Chacao, ubicadas de Este a Oeste, las cuales se mencionan a continuación y que se pueden visualizar en la Figura 12: Sebucán, Los Palos Grandes, Pajaritos, Lamedero, Seca/Quintero, Blandín y Chacaíto. En la quebrada Sebucán convergen las Quebradas Los Palos Grandes y Pajaritos y en esta última la Quebrada Lamedero; y la Quebrada Blandín desemboca en la Quebrada Seca.

El estudio se realizó en la Quebrada Chacaíto, en la que confluyen otras quebradas y se encuentra ubicada en la vertiente sur del Parque Nacional Waraira Repano, entre el Municipio Chacao del Estado Miranda y el Municipio Libertador del Distrito Capital. Fluye en dirección norte - sur hasta desembocar en la margen Norte del Río Guaire, a la altura de la Avenida Guaicaipuro de El Rosal, Caracas.

3.5. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos

Luego de haber determinado el diseño de la investigación, su enfoque y la muestra, el siguiente paso fue el de realizar la recopilación de la información y las técnicas necesarias para ejecutarlas, utilizando las siguientes técnicas de la observación directa y la revisión y selección de documentos.

3.5.1. Observación Directa:

La utilización de esta técnica permitió conocer las condiciones actuales en cuanto a la falta de mantenimiento y el estado de contaminación en que se encuentra la Quebrada Chacaíto.

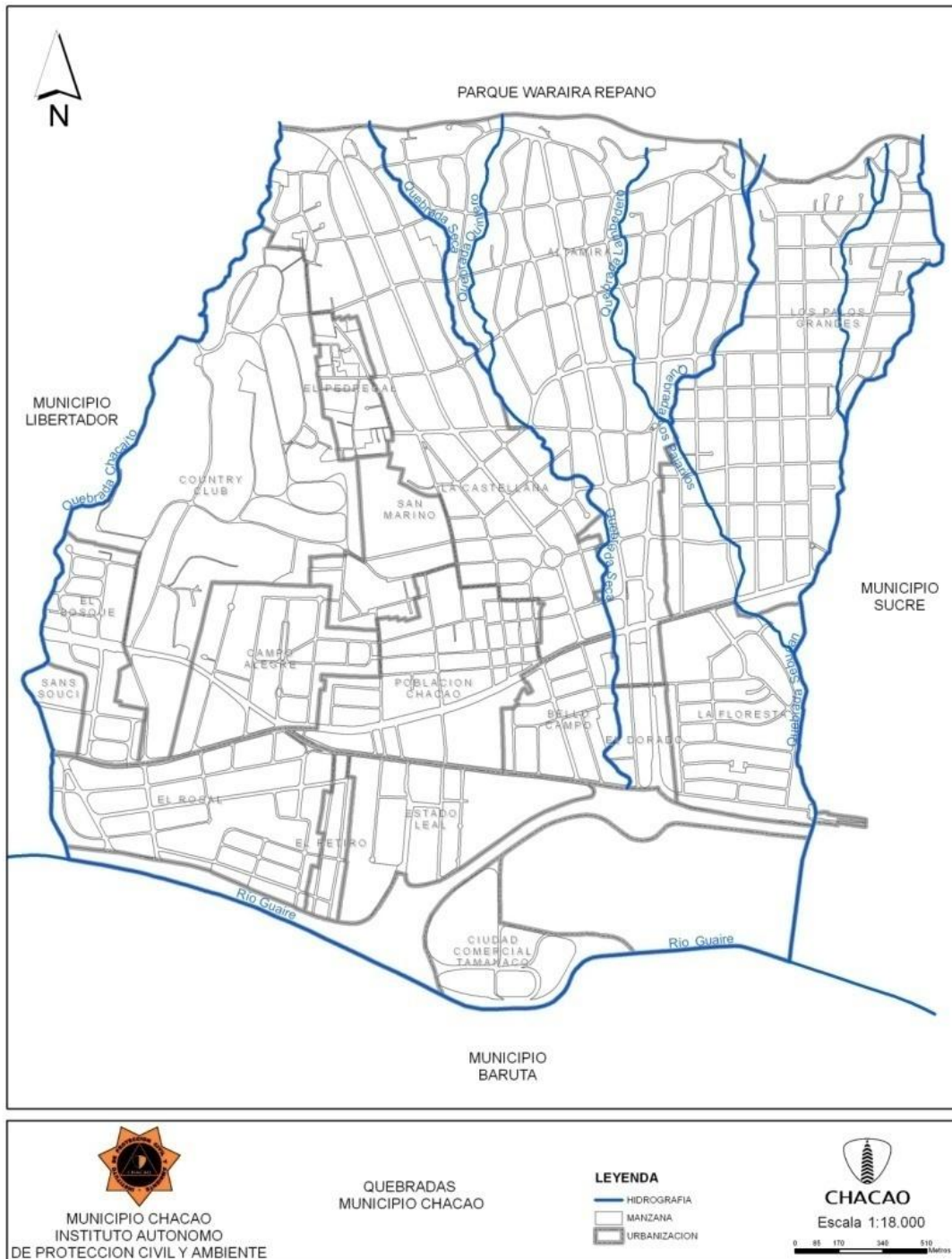


Figura 12: Mapa de Quebradas Vertiente Sur del Parque Nacional Waraira Repano.
(Fuente: IPCA)

3.5.2. Revisión y Selección de Documentos:

Esta técnica consistió en la recopilación y revisión bibliográfica de fuentes tales como internet, libros, publicaciones de estudios previos, tesis, información de instituciones como INAMEH, IPCA, Estación Meteorológica de La Carlota, entre otros. (Anexo 3.1)

3.6. **Técnicas para el Análisis de la Información**

Las técnicas que se presentan a continuación permitieron conocer de manera clara, ordenada y precisa la información obtenida, así como presentar los resultados concretos de la investigación. Las técnicas de análisis utilizadas fueron:

3.6.1. Métodos de Correlación

Estas técnicas se aplicaron para establecer la relación de dependencia entre dos estaciones meteorológicas, permitiendo relacionar sus valores para verificar si se comportan de manera similar y así establecer parámetros en función de una de ellas. Es decir que si las lluvias se comportan igual, la información se puede utilizar como base para determinar otras en la zona de interés.

3.6.2. Método de Gumbel y Comparación con Curvas

Mediante la utilización de este método se transformaron los datos históricos de lluvia medidos cada 60 minutos, para determinar las intensidades que se generan según los distintos períodos de retorno, obteniendo así los valores que permitieron verificar que las curvas de Intensidad-Frecuencia-Duración de la Región XI Litoral Central Elevaciones mayores de 200 msnm del Libro Drenaje Vial de Luis Franceschi (1983), incluyen el comportamiento de la lluvia según la duración y la intensidad.

3.6.3. Método de Clark

Este método se utilizó para determinar el volumen total de agua caída en la cuenca de la quebrada Chacaíto, basándose en la distribución de la superficie por medio de líneas isócronas equidistantes, determinando el volumen caído en cada una de acuerdo con el retardo producido por el tránsito de agua en la cuenca.

3.6.4. Método de Muskingum

Este método de tipo hidrológico se utilizó para calcular el tránsito de crecidas y determinar, mediante una fórmula de almacenamiento, la relación caudal-almacenamiento volumétrico en un tramo de un río, con base en el concepto de cuña y prisma.

Según el Ing. Víctor Miguel Ponce en su Libro “Engineering Hydrology, Principles and Practices (1989), el método Muskingum se basa en la ecuación diferencial de almacenamiento, en el cual el caudal de entrada es amortiguado debido a las características de la cuenca definidos por los parámetros “k” y “x”, parámetros de tránsito que son función de la longitud de alcance del canal, velocidad de crecida de la onda y las características de flujo y del canal, generando así un caudal de salida amortiguado.

3.7. **Determinación de Caudales y Perfiles de Superficie**

Un cuerpo de agua natural se puede considerar como canal abierto, conducción en la que el fluido se encuentra a presión atmosférica y su energía es plenamente gravitacional debido a la pendiente del terreno. En la hidráulica de conducciones, para la estimación de los caudales, velocidades y perfiles de superficie de agua se emplea normalmente la Ecuación de Manning. Esta ecuación es completamente empírica y relaciona los parámetros: área, perímetro mojado, pendiente y coeficiente de Manning. El coeficiente de Manning o Coeficiente de Rugosidad es muy variable ya que depende de los factores físicos del contorno. En el Anexo 3.2 se presentan valores del coeficiente de Manning (n) según lo contenido en el libro “Elementos de Hidráulica de Canales” de Manuel Vicente Méndez.

3.8. Muestreo Sanitario de la Quebrada Chacaíto

El muestreo sanitario se pudo determinar mediante el cálculo de distintos parámetros físicos, químicos y microbiológicos presentes en el cuerpo de agua y su grado de afectación. Para la evaluación de estos parámetros se realizó el estudio sanitario de la Cuenca de la Quebrada Chacaíto desde su nacimiento hasta su confluencia con el Río Guaire, efectuando visitas de campo los días 21-05 y 03-06 del 2015. Se recolectaron muestras en los seis puntos más representativos y de mayor extensión posible, tanto en zonas donde la quebrada se encuentra en estado natural como en la zona urbana, para un total de 12 muestras. Estas muestras, por el alcance de este estudio, son muestras puntuales, reflejándose de esta forma las condiciones del medio en un momento determinado.

3.8.1. Tomas y Preservación de Muestras

Para realizar las tomas de las muestras que permitieran obtener un sondeo de los parámetros a medir durante el día, se realizaron dos visitas a la quebrada Chacaíto: la primera visita fue el día 21 de Mayo de 2015 en horas de la mañana, efectuando los ensayos en horas de la tarde, por cuanto las muestras son sensibles al tiempo y a la temperatura. La segunda visita se hizo en horas de la tarde del día 3 de junio de 2015, ya que estas visitas estuvieron supeditadas a la disponibilidad de tiempo del Instituto de Protección Civil y del Ambiente de Chacao (IPCA). A fin de preservar las muestras obtenidas, se mantuvieron refrigeradas en cavas hasta primera hora de la mañana del día 4 de junio de 2015, cuando fueron analizadas en el laboratorio. Es importante mencionar que aún cuando se conoce que el oxígeno disuelto debe medirse en campo, la medición se realizó en laboratorio debido a la falta de instrumentos de medición de campo.

El procedimiento para la conservación de la segunda toma de muestra fue modificado, ya que la última toma se realizó a finales de la tarde después de la hora de culminación de las actividades del personal del Laboratorio de Sanitaria. Para la preservación del oxígeno disuelto en la muestra se agregaron los reactivos Sulfato Manganeso y Alkali-Yoduro-Nitrato, que permitieron mantenerlo sin alteración (Anexo 3.3). Con esta variación de horario de tomas de muestras se obtuvo un sondeo de los parámetros a medir durante el día.

Los puntos de captación se eligieron en los lugares donde existió posibilidades de variaciones sensibles a la calidad, modificaciones importantes en el caudal (como confluencias de ríos, vertidos o tomas), así como el fácil acceso y seguridad para el equipo de campo (integrantes del TEG y equipo de acompañamiento). El muestreo se realizó en la temporada de sequía para obtener la mayor concentración en el agua de los parámetros a estudiar por ser la condición más crítica, además que la fecha del estudio sólo permite ver el comportamiento en esta temporada.

La toma en campo se realizó en cualquier punto de la sección transversal, cuando las condiciones de mezclas en las corrientes estaban próximas a la uniformidad. De igual manera se tomó la muestra a suficiente distancia entre el punto de confluencia de un tributario o fuente de contaminación y el sitio de la captación, para permitir la homogeneización.

Las muestras fueron tomadas y preservadas cumpliendo con lo establecido en la Norma Venezolana COVENIN 2709:2002 “Aguas Naturales, Industriales y Residuales. Guía para las Técnicas de Muestreo” para garantizar que no se produjeran cambios significativos en su composición antes de someterlos al análisis correspondiente. Los análisis físico, químico y microbiológico a las tomas de agua se realizaron en el Laboratorio de Sanitaria de la Universidad Católica Andrés Bello, donde se determinó el pH, oxígeno disuelto, color real y aparente, DBO_{5,20}, DQO, coliformes fecales y turbiedad de las muestras tomadas. (Anexo 3.4). El pH fue determinado mediante la utilización de un instrumento de pH marca HANNA (pH/EC COMBO) y la turbiedad y el color se determinó mediante la utilización de un instrumento marca Hellige.

Se tomó un volumen de muestra suficiente para llevar a cabo los análisis requeridos y los recipientes para captar y conservar la muestra se seleccionaron considerando su resistencia a cambios de temperaturas, facilidad de cierre hermético, tamaño, costo, reutilización y disponibilidad. Se utilizaron recipientes de plástico y de vidrio, los cuales fueron identificados previamente para llevar el control y no confundirlas al momento del análisis.

3.8.2. Puntos de Toma Seleccionados

El primer punto seleccionado para la toma de muestra (Toma 1) se encuentra situado aguas arriba, cerca de la toma de Hidrocapital, aproximadamente a 150 metros de la Avenida Boyacá (Cota Mil) y representa el estado natural de la quebrada, al pie de monte del Parque Nacional Waraira Repano (Figura 13).

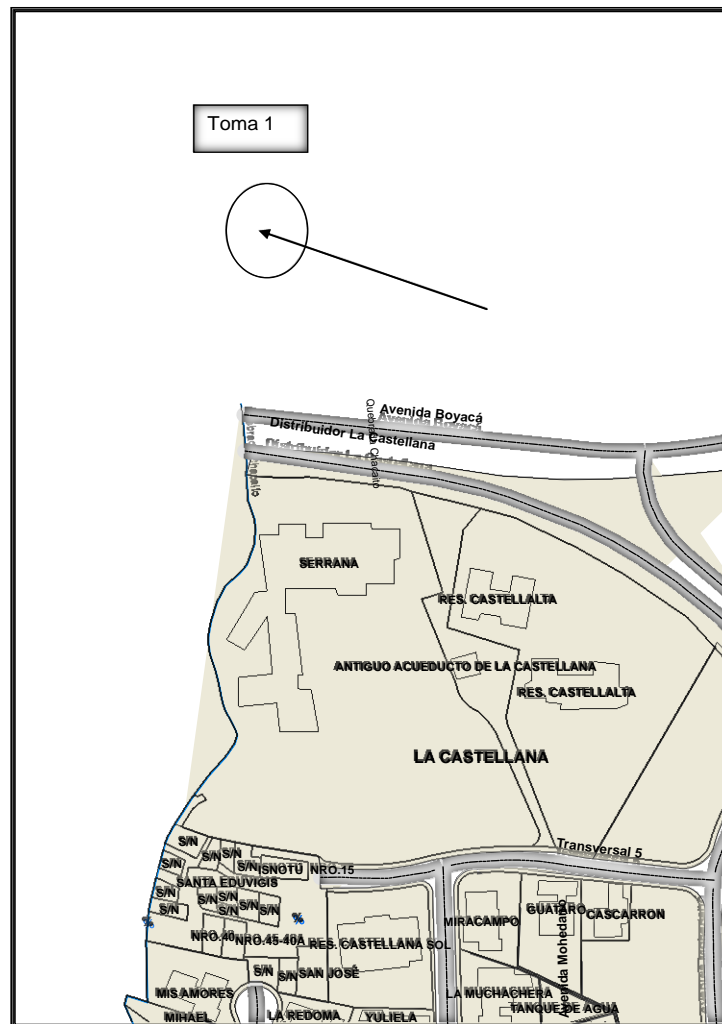


Figura 13: Sitio de Referencia de la Toma 1.
(Fuente IPCA)

El segundo punto (Toma 2) se localizó a unos 350 metros aguas abajo del anterior (Figura 14), a los efectos de observar las posibles variaciones por la presencia de vialidad y del inicio del desarrollo no controlado “Barrio Nuevo” de la Urbanización La Castellana del Municipio Chacao.

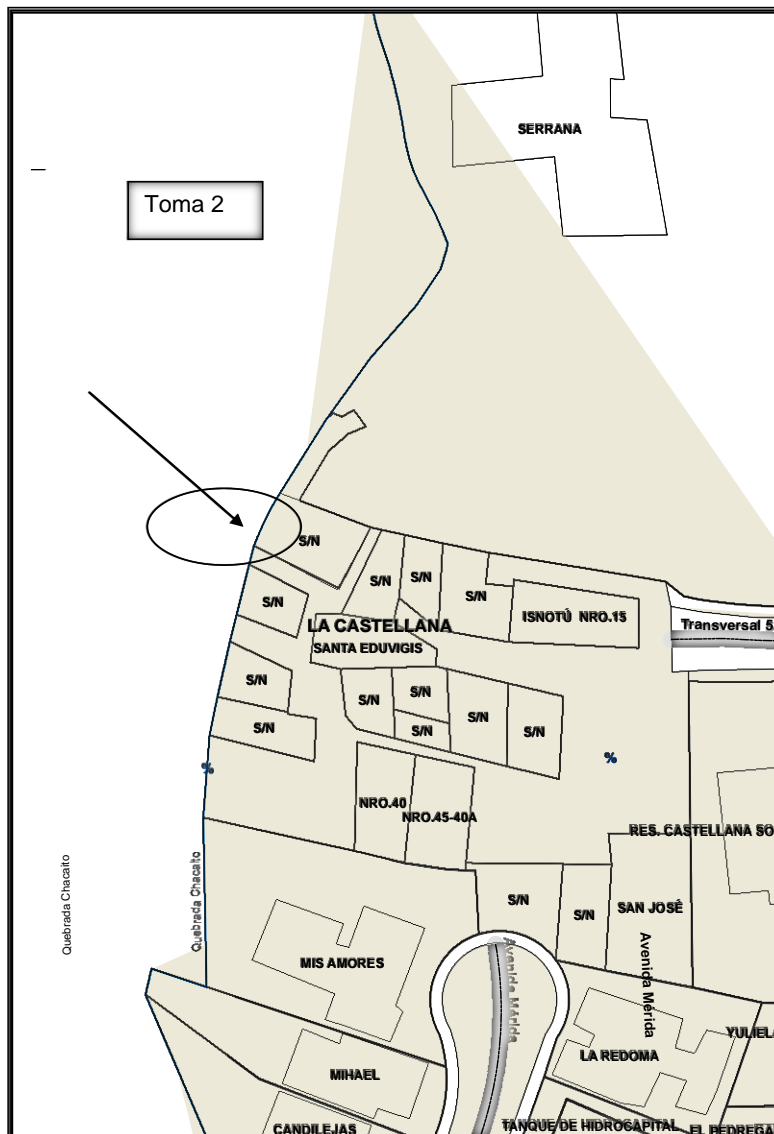


Figura 14: Sitio de Referencia de la Toma 2.
(Fuente IPCA)

El tercer punto (Toma 3) se realizó cercano a la incorporación de la quebrada a las instalaciones del Country Club (Figura 15) en los campos de Golf, a 25 metros del hoyo 10, para determinar la calidad del agua generada por la reducción del caudal por la existencia aguas arriba, de una toma hidráulica particular de las Instalaciones del Country Club.

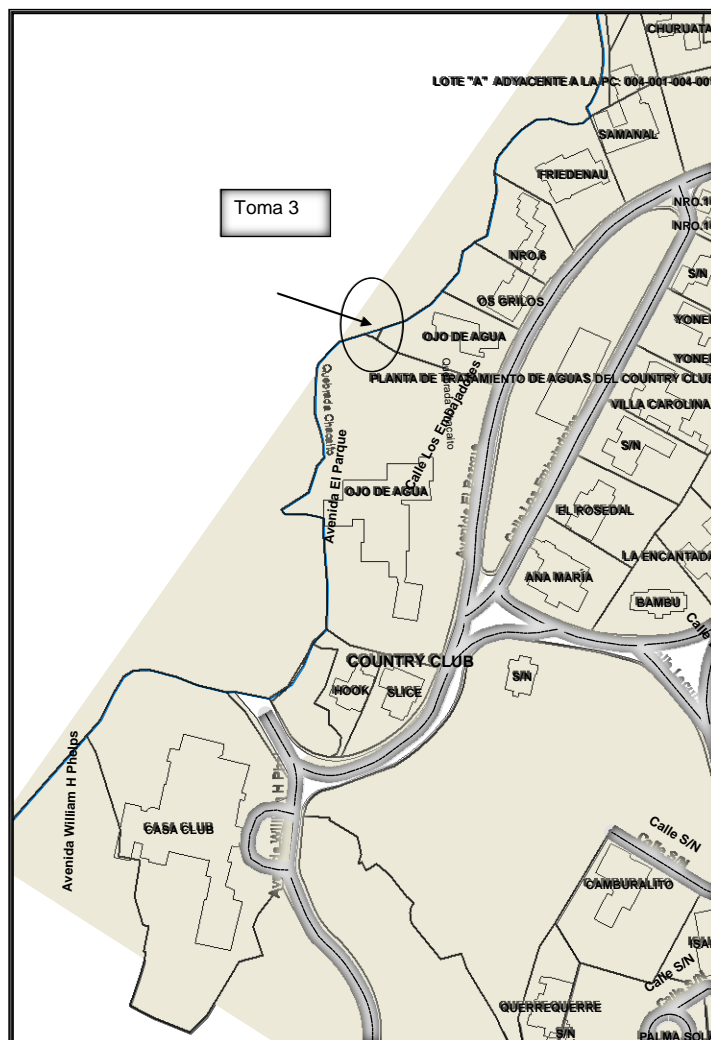


Figura 15: Sitio de Referencia de la Toma 3.
(Fuente IPCA)

El cuarto punto (Toma 4) se realizó en los campos de golf, a 15 metros del hoyo 16, con la finalidad de evaluar la incorporación de la quebrada Chapellín, como principal afluente de la quebrada Chacaíto (Figura 16).

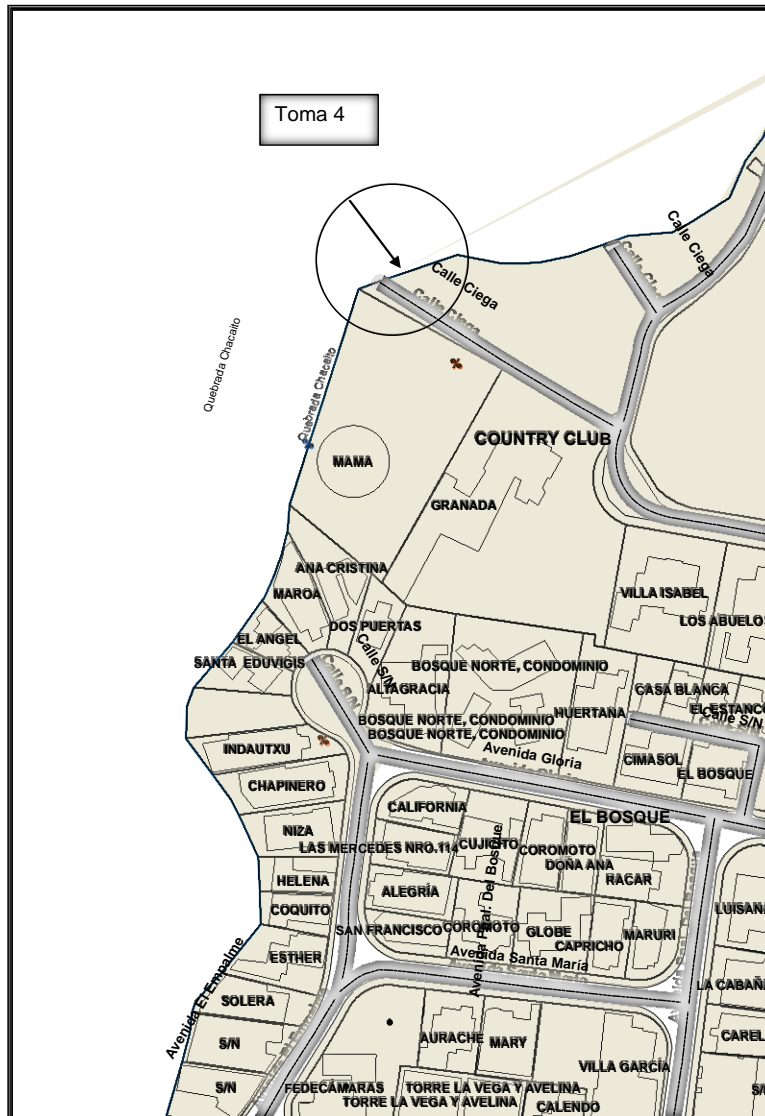


Figura 16: Sitio de Referencia de la Toma 4.
(Fuente IPCA)

El quinto punto (Toma 5) se efectuó dentro del área donde se encuentra el sector popular denominado Barrio Chapellín (Figura 17), para determinar la posible variación de la calidad del agua debido a descargas no controladas.



Figura 17: Sitio de Referencia de la Toma 5.
(Fuente IPCA)

El sexto punto (Toma 6) tuvo lugar dentro de la Urbanización Sans Souci (Figura 18), por ser el último punto accesible de la quebrada Chacaíto, antes de su embaulamiento y descarga al Río Guaire.

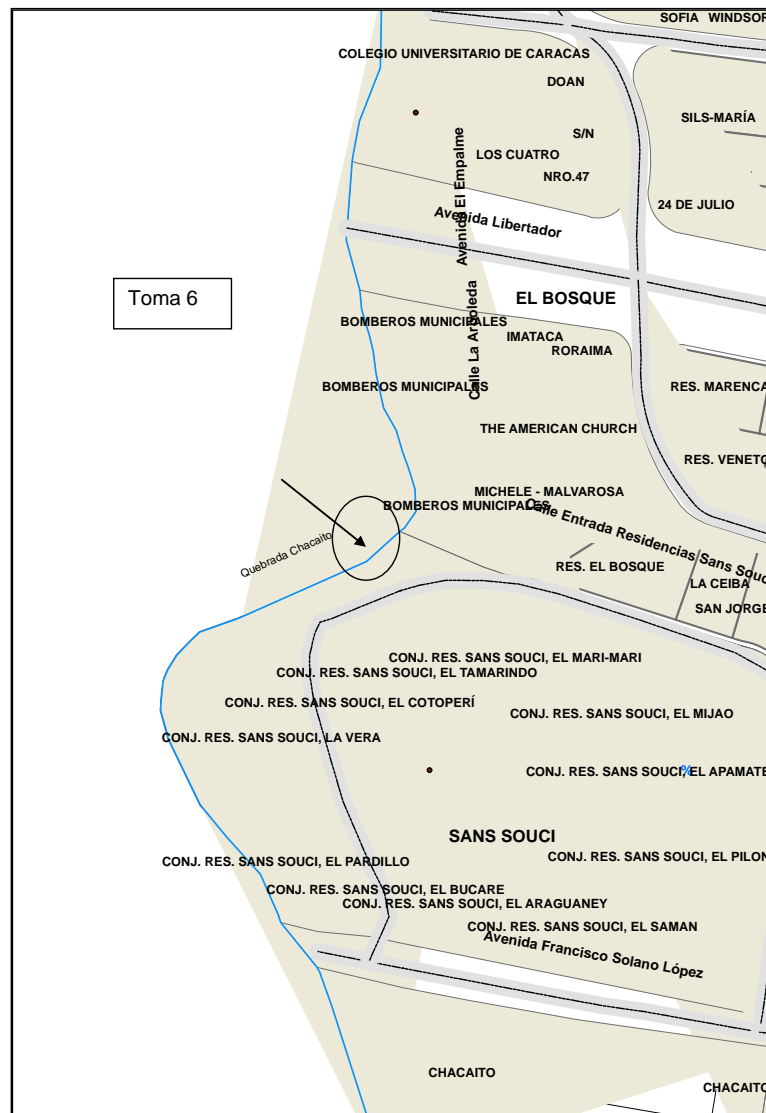


Figura 18: Sitio de Referencia de la Toma 6.
(Fuente IPCA)

Las coordenadas de los puntos donde se realizaron la toma de muestra se observan en la Tabla 2.

Tabla 2: Coordenadas de Puntos de Toma.
(Fuente: Elaboración Propia)

PUNTO DE TOMA	COORDENADAS UTM
PUNTO DE TOMA 1	19P0733957 1163099
PUNTO DE TOMA 2	19P0734020 1162752
PUNTO DE TOMA 3	19P0733833 1162335
PUNTO DE TOMA 4	19P0733259 1162335
PUNTO DE TOMA 5	19P0733259 1161462
PUNTO DE TOMA 6	19P0733123 1160862

Según testimonios de vecinos de la zona y del personal del Instituto de Protección Civil y Ambiente de Chacao (IPCA), aguas arriba del sitio donde se realizó la primera toma, se efectúan actividades de tipo religiosa, vertiendo sus desechos dentro y alrededor de la quebrada generando contaminación. Adicionalmente se detectó que el principal foco de contaminación desde la confluencia de la quebrada Chapellín, proviene de descargas ilegales de origen doméstico drenadas directamente a la quebrada.

3.9. Medición de Parámetros Hidráulicos

Se determinó el caudal Q (m^3/s) en cada punto de muestreo, para ello se midió la velocidad (m/s) y el área transversal (m^2).

$$Q = VxA$$

La determinación de la velocidad consistió en establecer, en cada punto de captación, una sección lo más recta posible, alejada de desembocaduras, confluencias y cambios de secciones bruscos. En la sección se utilizó un objeto flotante (pelota de plástico) para determinar el tiempo (s) que tardó en recorrer una distancia conocida (d). Con ambos parámetros determinados se calculó la velocidad.

$$v = d/t$$

Para la determinación del área transversal, en la misma sección donde se determinó la velocidad, se midió con una cinta métrica el ancho del cauce y sobre esa misma sección se determinó en varias partes la profundidad que tiene el agua, para obtener la profundidad promedio. El área transversal es el ancho de la sección multiplicado por la profundidad promedio.

CAPÍTULO 4 – ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Caracterización de la Cuenca de la Quebrada Chacaíto

4.1.1. Definición del Área de Influencia de la Cuenca

Para la identificación del área total de estudio se obtuvieron de manera digital en formato .dwg los siguientes planos en escala 1:25000 del Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar:

- 6847-III NE
- 6847-IV NO
- 6847-IV SE
- 6847-IV SO

En dichos planos se delimitó el área mediante la divisoria o parte agua agrupando la zona natural con la urbana.

4.1.2. Ubicación Geográfica de la Cuenca

La Hoya de la Quebrada Chacaíto es una sub-cuenca de la principal vía fluvial del valle de Caracas denominada Cuenca del Río Guaire. Se encuentra ubicada en la vertiente sur del Parque Nacional Waraira Repano, entre los límites de los Municipios Libertador del Distrito Capital y Chacao del Estado Miranda. Comprende las quebradas Chacaíto, Chapellín, Ávila, Cuño, San Antonio, Nieves y Las Adjuntas y tiene su origen de la confluencia de las quebradas Nieves y Las Adjuntas, tal como puede observarse en la Figura 19.

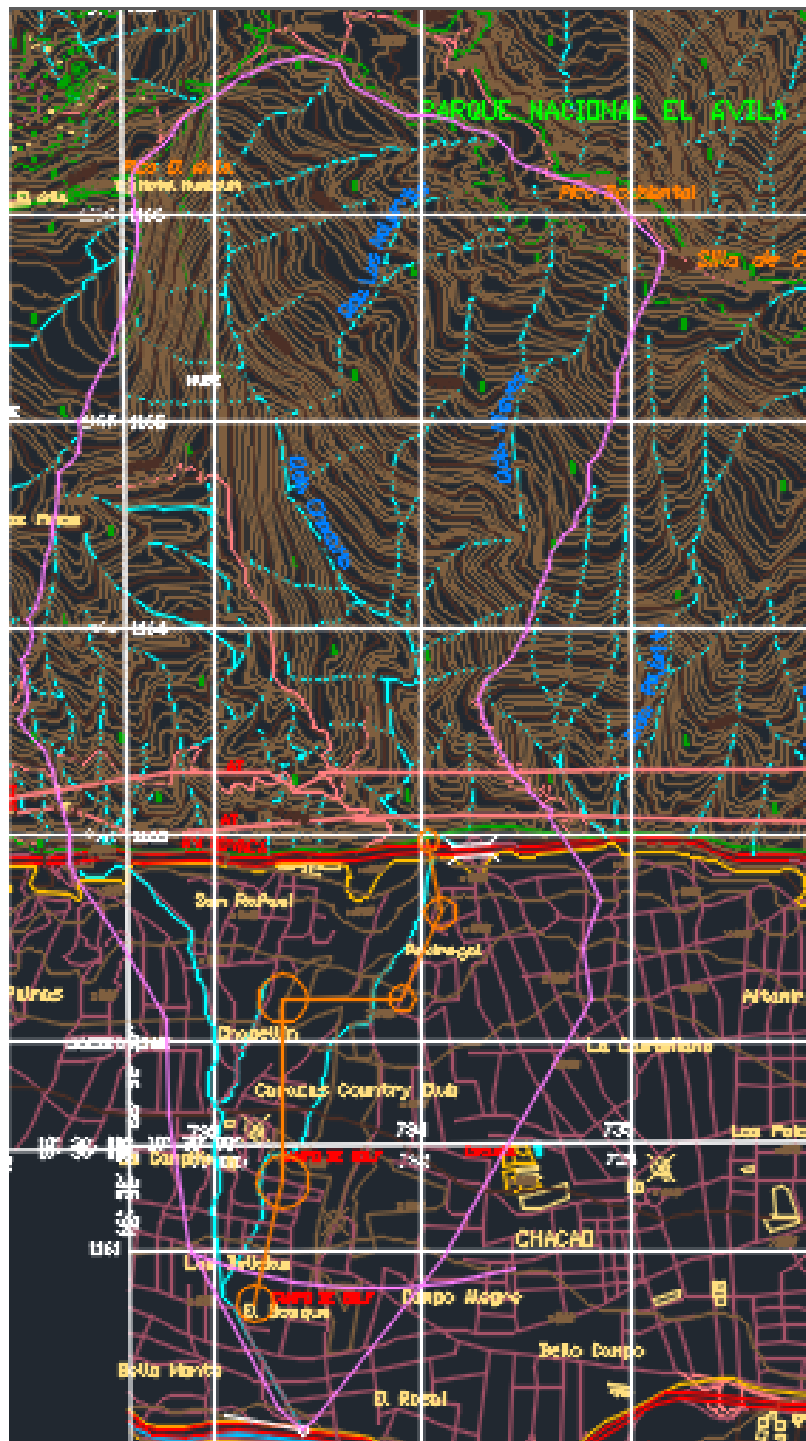


Figura 19: Ubicación de la Cuenca de la Quebrada Chacaíto.
(Fuente: Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar)

4.1.3. Hidrografía

La Hoya de la Quebrada Chacaíto abarca aproximadamente un 2,4% de la Cuenca del Río Guaire, que es el sistema de drenaje fluvial más importante de la Ciudad de Caracas en Venezuela. El eje principal de drenaje es la Quebrada Chacaíto que nace a una elevación de 2.400 m.s.n.m. y desemboca en el Río Guaire a una elevación de 860 m.s.n.m.

El área de la Cuenca de la Quebrada Chacaíto es de aproximadamente 13,13 km², con una longitud de aproximadamente de 8 km y comprende dos tipos de zonas:

- a. La Zona Vegetal, que abarca desde el pico del Parque Nacional Waraira Repano hasta la Avenida Boyacá, conocida también como la Cota Mil. Esta zona se encuentra prácticamente en estado natural, exceptuando una obra de toma de Hidrocapital que actualmente se encuentra en desuso, donde se observa que las compuertas permanecen abiertas y están en estado de oxidación (Anexo 4.1).
- b. La Zona Urbana, que comienza en la Avenida Boyacá y termina en la descarga de la quebrada en el Río Guaire. Aunque no tiene un buen diseño urbanístico en toda su área, comprende los desarrollos comerciales, empresariales, educacionales, residenciales y recreacionales. El sistema de drenaje en esta zona no se encuentra en buen estado (Anexo 4.2), existiendo en ciertos puntos descargas de la red e ilegales directo a la quebrada.

4.1.4. Vegetación y Uso del suelo

Como se mencionó anteriormente, la cuenca se divide en dos zonas claramente diferenciadas: zona vegetal o natural y zona urbana. En materia del uso del suelo, la zona vegetal no ha sido modificada y comprende la vegetación de bosque de montaña, con variaciones según la altitud. Se ha reportado la existencia de las especies de las familias de las orquídeas, helechos, bromeliáceas, aráceas, y especies endémicas de las familias *Sapindaceae*, *Melastomataceae*, *Rubiaceae* y *Myrtaceae*, así como helechos arborescentes y palmeras (*Ceroxylon ceriferum*). Presenta sabanas de origen antrópico donde predominan especies como el capín melao, (*Melinis*

minutiflora), el bambusillo (*Arthrostyidium venezuelae*), la tara amarilla (*Oyedaea verbesinoides*) y el incienso (*Espeletia neriifolia*).

Con relación a la zona urbana, el uso de suelo se ha implementado para el desarrollo de la ciudad.

4.1.5. Quebrada Chacaíto

La Quebrada Chacaíto es el eje principal de la cuenca y es por ello que con la finalidad de realizar un análisis más detallado en su longitud, se ha dividido en los siguientes cinco tramos: Tramo 1: Aguas arriba de la Avenida Boyacá; Tramo 2: Aguas abajo de la Avenida Boyacá - Country Club; Tramo 3: Instalaciones del Country Club; Tramo 4: Barrio Chapellín y Tramo 5: Urbanización Sans Souci.

a. Tramo 1: Aguas arriba de la Avenida Boyacá:

En este tramo se observa la quebrada en estado natural, la vegetación es de bosque de montaña, con una sección de aproximadamente 4 m de ancho y un nivel de agua de alrededor de 0.5 m (al momento de la visita). Se destaca la presencia de sedimentos de aproximadamente 2 m de diámetro debido a las crecidas extraordinarias que obstruyen el drenaje del cauce natural de la quebrada (Anexo 4.3). Aguas abajo de esta sección se encuentra una obra de toma perteneciente a Hidrocapital, la cual se encuentra fuera de servicio y sus compuertas presentan un estado considerable de oxidación, representando una disminución del área normal del cauce que no sería beneficioso a la hora de crecidas de gran magnitud.

b. Tramo 2: Aguas abajo de la Avenida Boyacá - Country Club

La Quebrada Chacaíto pasa por debajo de la Avenida Boyacá y rodea el desarrollo no controlado de Barrio Nuevo en la Urbanización La Castellana. En este tramo la quebrada aún permanece en estado natural con un ancho de fondo de 10 m aproximadamente, su vegetación es de bosque de montaña y continúa presentando sedimentos rocosos de

aproximadamente 1.5 m. En la parte trasera del desarrollo no controlado se visualizan descargas ilegales a la quebrada, animales de granja, utilización del área del cauce para actividades recreacionales, además de la instalación de tuberías perpendiculares y paralelas a la dirección de la quebrada que obstruyen el flujo en momentos de crecidas, aumentando el riesgo de inundaciones (Anexo 4.4).

c. Tramo 3: Instalaciones del Country Club

La quebrada Chacaíto cruza el Country Club por el hoyo N° 10 de los campos de golf, desde este punto continúa de manera natural con un ancho de sección de alrededor de 6m. Aproximadamente a 150 m aguas arriba del hoyo N° 16 empieza la canalización de la quebrada en un canal cuadrado de concreto de 1,5 m x 1,5 m. El club tiene una obra de toma y una planta de tratamiento para la toma de agua de la quebrada y su posterior tratamiento para ser utilizada en el riego, lo que ocasiona la intermitencia del flujo.

A la altura de una vivienda que se menciona fue del Expresidente Pérez Jiménez (después del hoyo N° 16), la quebrada Chacaíto es interceptada por la quebrada Chapellín. En este punto se aprecia el mal estado del sistema de drenaje, los derrumbes de las infraestructuras adyacentes al cauce, puentes de baja altura y tuberías dentro del área del flujo que en tiempo de crecidas obstruyen el paso del flujo, además del desgaste del fondo, que podría ocasionar que la canalización colapse. (Anexo 4.5)

d. Tramo 4: Barrio Chapellín

En este tramo la quebrada Chacaíto se encuentra canalizada en un cajón rectangular de aproximadamente 1,15 de ancho por 2 de alto. Su recorrido es dentro del desarrollo no controlado del Barrio Chapellín y en esta zona el sistema de drenaje sigue sin funcionar correctamente, por lo que se realizan descargas ilegales. Al igual que en los accesos a la quebrada, se visualizaron descargas de basura que se acumulan aguas abajo en los puntos más estrechos y originan una disminución del flujo que en momentos de crecidas pueden generar el desbordamiento del cauce. (Anexo 4.6)

e. Tramo 5: Urbanización Sans Souci

Dentro de la urbanización Sans Souci el cauce sigue canalizado en un cajón de concreto de 1.5 m de ancho por 1.5 m de alto. Es el último acceso posible a la quebrada ya que aguas abajo se encuentra embaulada hasta la descarga al Río Guaire cuyas dimensiones son desconocidas. En este punto el acceso es más complicado ya que es necesario el paso de un muro de aproximadamente 2 m de alto y se sigue presenciando un deterioro en el sistema de drenaje y tuberías rotas.

4.2. Muestreo Sanitario de la Cuenca de la Quebrada Chacaíto

4.2.1. Tipo de Muestras Tomadas

Para caracterizar corrientes, cuerpos de agua o aguas residuales se utilizan tres tipos de técnicas de muestreo: instantáneas, compuestas e integrales, donde su selección varía en función de los objetivos de la investigación, las características de las corrientes y los recursos disponibles.

Para la obtención de la muestra en la quebrada Chacaíto se utilizó la técnica de muestreo instantánea, la cual refleja las características en el momento de su captación. Esta selección se realizó por cuanto en la quebrada:

- Las corrientes no fluyen continuamente.
- Se desea determinar condiciones extremas, tanto como caudal como composición.
- Se desea determinar parámetros como gases disueltos, temperaturas y análisis microbiológicos y cualquier otra característica que puede cambiar durante el período de almacenamiento.
- Se observan descargas imprevistas.

La captación fue realizada de manera manual por los integrantes de este TEG y el equipo de acompañamiento del Instituto de Protección Civil y Ambiente de Chacao. Esta técnica resultó

más económica ya que el número de puntos y frecuencia de captación de muestras fue reducida, sin embargo existe la posibilidad de ocurrencia de errores humanos producto de las dificultades de captación.

4.2.2. Medición de Parámetros Hidráulicos

Los resultados de estas mediciones se pueden visualizar en la Tabla 3 que se presenta a continuación:

Tabla 3: Parámetros Hidráulicos de la Cuenca de la Quebrada Chacaíto.
(Fuente: Elaboración Propia)

PARÁMETROS HIDRÁULICOS	MUESTREO 1						MUESTREO 2						
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
N° DE MUESTRA													
VELOCIDAD (m/s)	0,1	0,18	0,09	0,058	0,2	0,29	0,067	0,055	0,067	0,027	0,2	0,19	
ÁREA (m ²)	1,76	0,31	0,26	0,43	0,03	0,6	1,2	1,72	0,19	0,43	0,085	0,5	
CAUDAL (m ³ /s)	0,176	0,056	0,023	0,025	0,006	0,174	0,08	0,095	0,013	0,012	0,017	0,095	

En el Gráfico 1 se puede observar la variación obtenida del caudal en función de sus puntos de captación, reflejando en él todas las salidas de campo (muestreos 1 y 2).

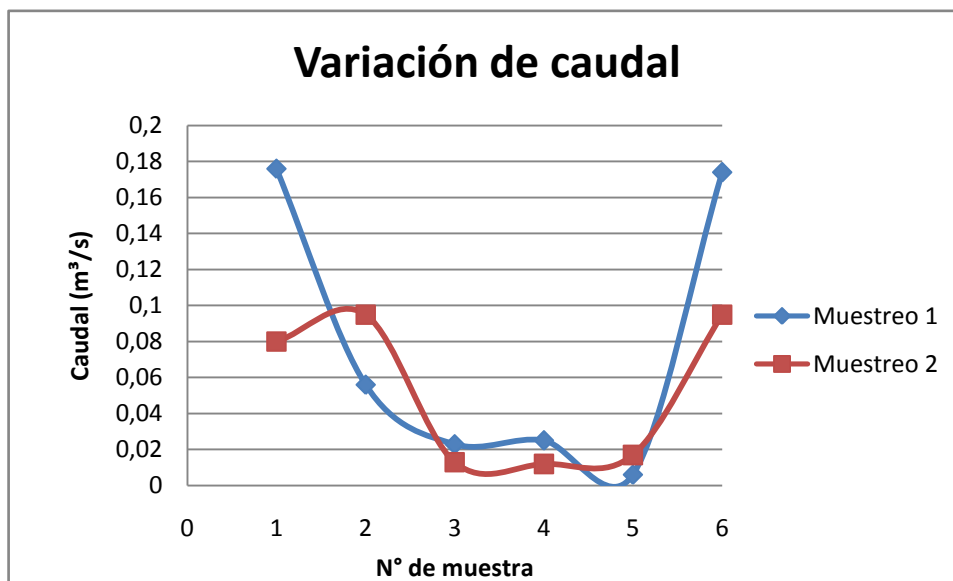


Gráfico 1: Variación de Caudal.
(Fuente: Elaboración Propia)

Los momentos en que se realizaron las tomas de muestras, la quebrada presentaba un nivel alto de sequía, mostrando puntos donde el caudal era inexistente (Anexo 4.7) tal como se refleja en la Gráfica 1. De acuerdo con información suministrada por los funcionarios del Instituto de Protección Civil y Ambiente de Chacao, la quebrada presenta una situación atípica ya que según sus registros la quebrada no había presentado este estado de sequía.

4.2.3. Medición de Parámetros Físicos, Químicos y Microbiológicos

En la Tabla 4 se pueden observar los resultados de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos determinados en laboratorio.

Tabla 4: Parámetros Físicos, Químicos y Microbiológicos de la Cuenca de la Quebrada Chacaíto.
(Fuente: Elaboración Propia)

PARÁMETROS	MUESTREO 1						MUESTREO 2					
N° DE MUESTRA	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
COLOR REAL (UC)	10	20	20	30	30	50	20	20	20	20	50	100
COLOR APARENTE (UC)	10	20	20	30	50	50	20	20	20	25	50	100
TURBIEDAD (ppm SiO ₂)	NM	NM	NM	NM	NM	NM	3,5	3,2	4,9	8,1	12,4	30
TEMPERATURA (°C)	NM	NM	NM	NM	NM	NM	22	23	23	28	28	29
pH	5,73	5,48	5,61	5,6	5,89	5,95	6,93	6,57	6,5	6,35	8,25	6,45
OXÍGENO DISUELTO	9,3	10	9,5	7,5	3,6	1,4	9	6,9	7,9	6,2	Error	0,7
DBO _{5,20} mg/l	0	0	0	26	102	147	19	13	13	83	180	120
DQO mg/l	0	0	0	26	102	147	19	13	13	83	269	294
COLIFORMES FECALES (NMP/100 ml)	>11000	>11000	>11000	>11000	>11000	>11000	2400	4600	1500	11000	11000	11000
NM = NO SE MIDió												

Como se pudo observar en la Tabla 4, los valores de **DBO_{5,20} mg/l** y **DQO mg/l** en el muestreo 1 son idénticos, ya que hubo un error experimental en Laboratorio. En el muestreo 2, las cuatro primeras tomas son idénticas, ya que la falta de material limitó realizar el experimento en todas las tomas realizadas, por lo que se decidió efectuar el estudio en las dos últimas tomas por ser las que visiblemente presentaban más contaminación.

Todos los ensayos se realizaron de acuerdo con lo indicado en la guía de laboratorio de la Universidad Católica Andrés Bello, elaborada por la Profesora Patricia Pereira.

El análisis de coliformes se obtuvo empleando el método del número más probable (NMP) para la determinación de coliformes fecales. La cantidad de coliformes fecales presentes en el agua mantuvieron un incremento en sus valores desde la cabecera hasta su desembocadura. En el Gráfico 2 se puede observar la variación obtenida de la contaminación debido a la presencia de coliformes, en función de sus puntos de captación, reflejando en él todas las salidas de campo (muestreos 1 y 2).

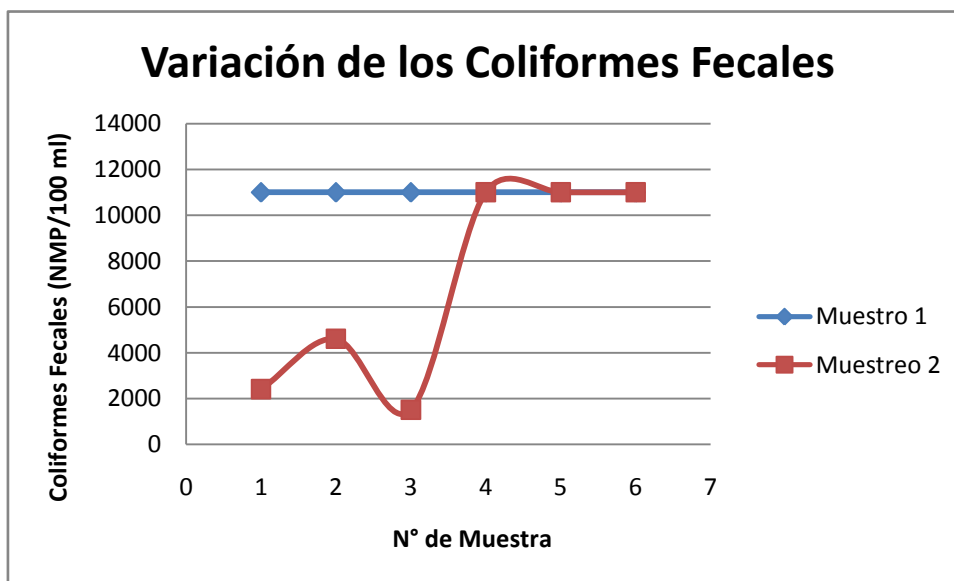


Gráfico 2: Variación de los Coliformes Fecales.
(Fuente: Elaboración Propia)

Para el análisis de demanda biológica y química, se extrajeron las muestras en frascos lavados de aproximadamente un (1) litro para las determinaciones de Oxígeno Disuelto OD, Demanda Biológica de Oxígeno ($DBO_{5,20}$) y Demanda Química de Oxígeno (DQO). En los Gráficos 3, 4 y 5 se puede observar la variación obtenida de la DQO, $DBO_{5,20}$ y del OD, en función de sus puntos de captación, reflejando en ellos todas las salidas de campo (muestreos 1 y 2).

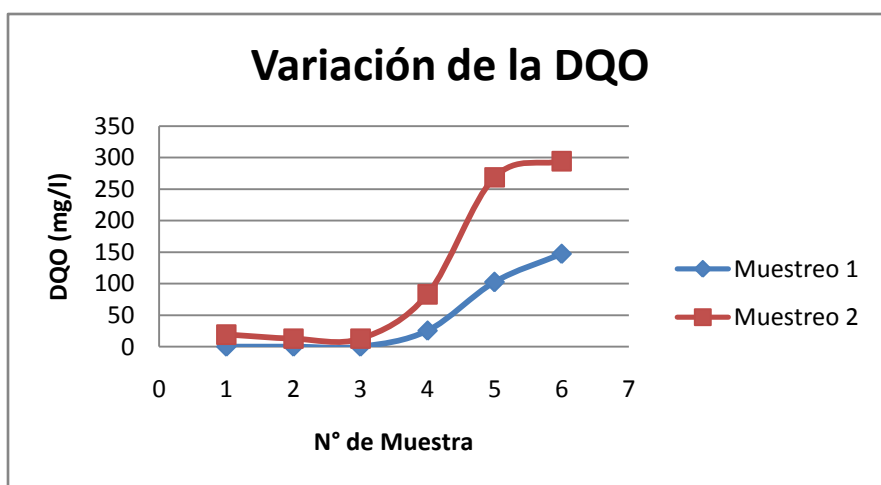


Gráfico 3: Variación de la DQO.
(Fuente: Elaboración Propia)

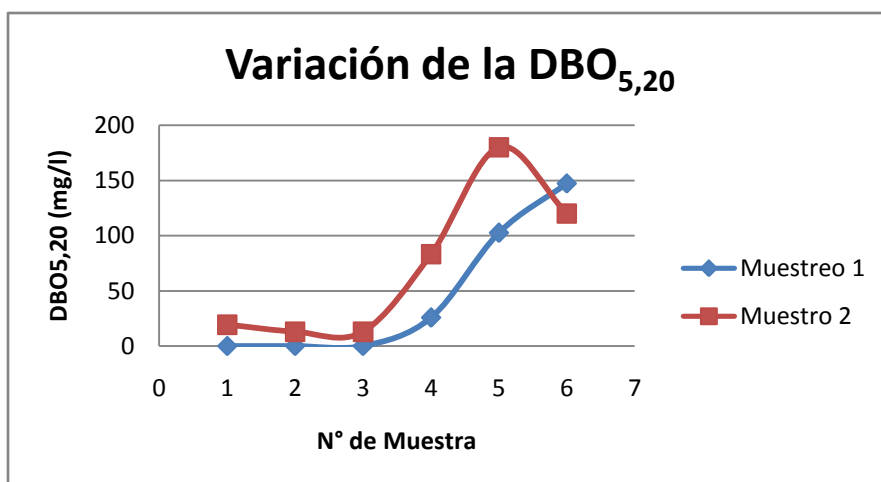


Gráfico 4: Variación de la $DBO_{5,20}$.
(Fuente: Elaboración Propia)

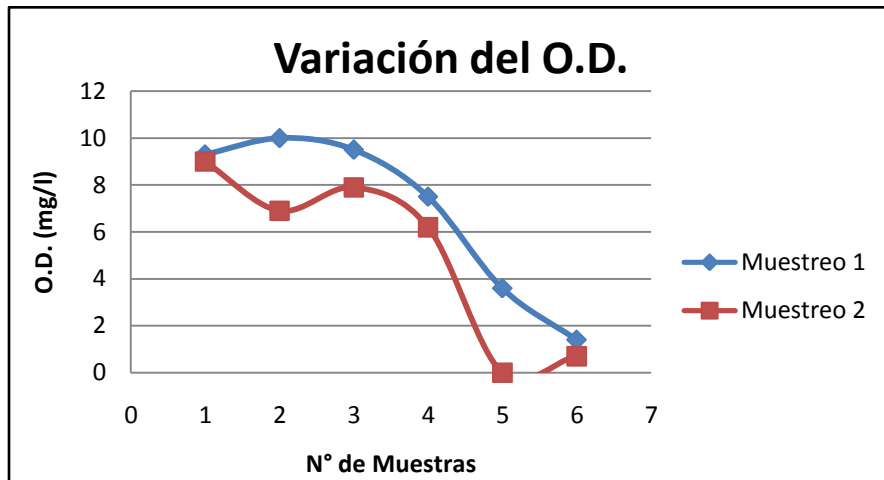


Gráfico 5: Variación del O.D.
(Fuente: Elaboración Propia)

En el Gráfico 6 se puede observar la variación obtenida del pH existente en el agua, en función de sus puntos de captación, reflejando en él todas las salidas de campo (muestreos 1 y 2).

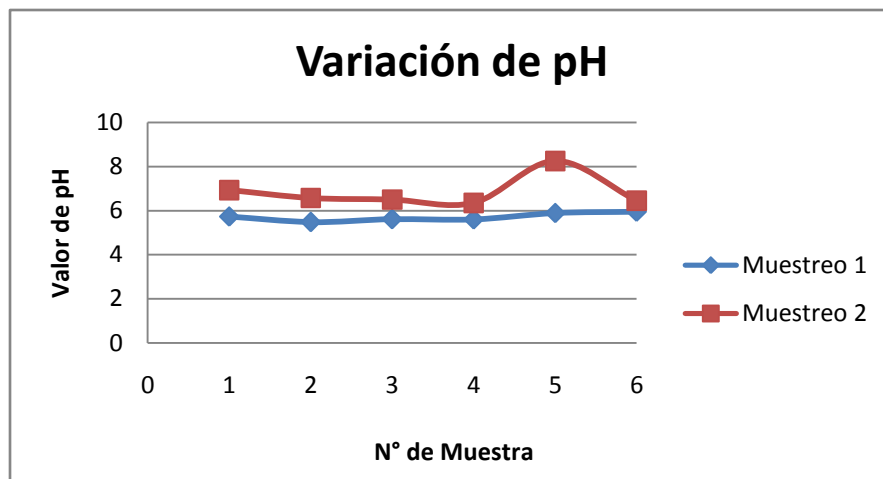


Gráfico 6: Variación de pH.
(Fuente: Elaboración Propia)

La quebrada presenta a lo largo de su longitud una mínima variación de su pH. Sin embargo, en el punto de la toma 5 realizada en el muestreo 2 se evidenció un pico en el pH que se

presume es debido a la presencia de sustancias jabonosas, por cuanto aguas abajo de este punto se observó la existencia de espuma.

En el Gráfico 7 se puede observar la variación de la turbiedad obtenidas y en los Gráficos 8 y 9 el color real y aparente existente en el agua, en función de sus puntos de captación, reflejando en él todas las salidas de campo (muestreos 1 y 2).

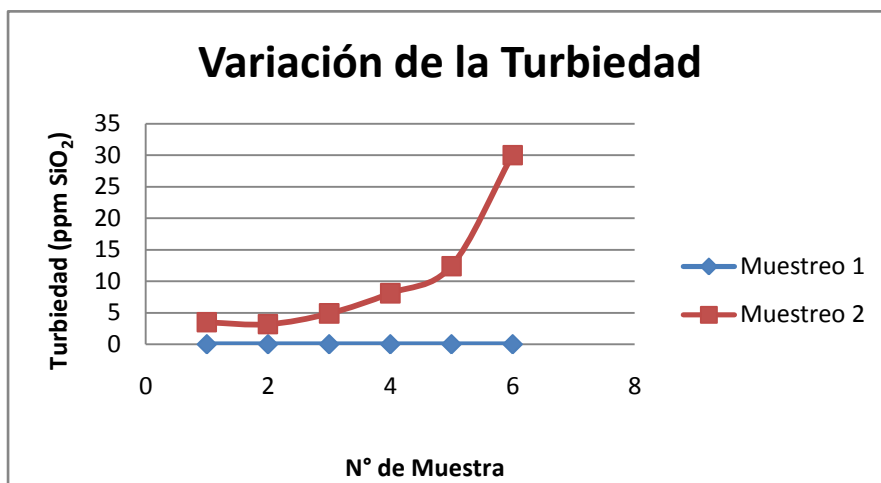


Gráfico 7: Variación de la Turbiedad.
(Fuente: Elaboración Propia)

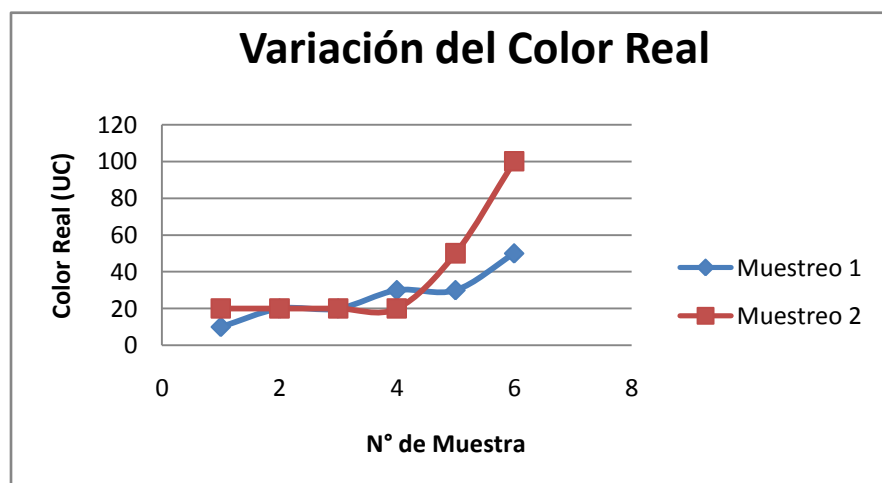


Gráfico 8: Variación del Color Real.
(Fuente: Elaboración Propia)

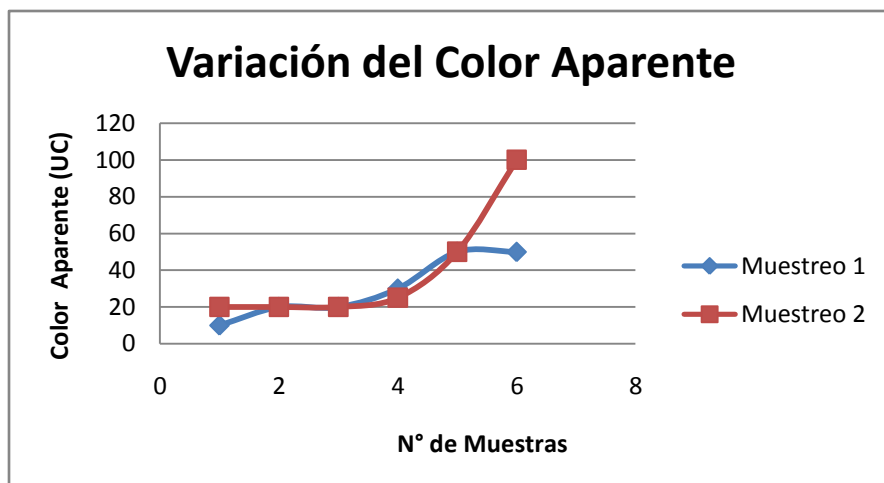


Gráfico 9: Variación del Color Aparente.
(Fuente: Elaboración Propia)

De acuerdo con el aspecto visual, la quebrada aguas arriba presenta una apariencia confiable debido a la poca existencia de sólidos disueltos que generen color y turbidez desagradable, confirmándose en los resultados obtenidos en cuanto al bajo valor y similitud del color aparente y real. Mientras que aguas abajo presenta un aspecto y olor indicativo de la existencia de contaminantes en el agua, los cuales fueron confirmados con los resultados del estudio, ya que se observó un incremento de los valores obtenidos de color y turbidez con respecto a los anteriormente determinados en los puntos aguas arriba.

Como resultado del trabajo de campo se puede concluir que los principales focos de contaminación del recurso hídrico son por las descargas no controladas de residuos sólidos y líquidos, principalmente de origen doméstico provenientes de los asentamientos poblacionales alrededor del curso de agua, generando malos olores y un aspecto visualmente desagradable.

4.3. Caracterización Hidrológica e Hidráulica de la Quebrada Chacaíto

Con la finalidad de caracterizar una cuenca en sus aspectos hidrológicos e hidráulicos, se requiere de la obtención de información referente a sus datos históricos, estudios previos y registros, que permitan determinar su comportamiento. Se utilizaron diversos métodos estadísticos y de modelación hidrológica que permiten estimar o predecir el comportamiento que tendrá la cuenca basándose en sus características morfométricas.

4.3.1. Obtención de Datos

Es importante destacar que en Venezuela las mediciones de la red hidrometeorológica ha sufrido un gran retroceso debido a que desde finales de los años '80 no se han realizado mediciones hidrométricas y el número de estaciones que en la actualidad se encuentran en funcionamiento es reducido. El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH) a partir de 2009 ha realizado la instalación de estaciones automáticas para solventar el problema existente.

4.3.2. Método de Estimación de Correlación Lineal

La estación meteorológica de Chacaíto encargada de medir y registrar las variables para las predicciones y estudios climáticos de la cuenca de la quebrada Chacaíto, se encuentra inoperativa desde hace más de diez años y sólo cuenta con registros históricos de tres (3) años. Es por ello que debido a la carencia de información, se utilizó el método de correlación lineal para determinar los datos pluviométricos en esta hoya relacionando los milímetros de lluvia mensual entre dos estaciones.

Luego de calcular el coeficiente de correlación para varias estaciones, se demostró que las Estaciones El Observatorio Cajigal y La Carlota se comportan de manera similar (Anexo 4.8), por ello se seleccionaron como estaciones patrón. Adicionalmente, estas estaciones se encuentran operativas y cuentan con información suficiente para un estudio hidrológico. Posteriormente se

buscó la relación que existe entre la estación Chacaíto y las estaciones antes mencionadas para generar los datos faltantes en los años de interés de la estación Chacaíto. (Anexo 4.9).

La correlación con la estación Chacaíto se realizó utilizando los valores de los datos mensuales de la estación Chacaíto del año 2001 con el promedio de los otros datos para el mismo mes de dicha estación (Anexo 4.10), adicionalmente se realizó con los promedios para esta misma fecha de las dos estaciones patrón.(Anexo 4.11) El valor mínimo aceptado para la validación de este método es de 0,8 y, como se puede observar en la Tabla 5, ninguna de las combinaciones posibles logra alcanzar este valor, por lo tanto no existe una correlación aceptada para utilizar este método.

Tabla 5: Método de Correlación Gráfica para la estación Chacaíto.
(Fuente: Elaboración Propia)

MÉTODO DE CORRELACIÓN GRÁFICA (Datos de Drenaje)			
ESTACIONES RELACIONADAS	DATOS ORIGINALES	MEDIA ESTACIÓN CHACAÍTO	MEDIA ESTACIONES PATRÓN
CHACAÍTO- OBS.CAJIGAL	0,324501739	0,30841418	0,553635477
CHACAÍTO- LA CARLOTA	0,304529133	0,25920520	0,664639

4.3.3. Método de Estimación de Langbein

Con la aplicación del método de correlación lineal no se evidenció una relación factible entre las estaciones, es por ello que se procedió a la aplicación de otra metodología de correlación utilizando el Método de Estimación de Langbein.

Al igual que con el método anterior, se completaron los datos pluviométricos de la estación Chacaíto en el año 2001 con el promedio para estos mismos meses de los datos de la misma estación. No obstante, debido a la ausencia de mediciones en algunos meses en las

estaciones patrón, este método en su cálculo de coeficiente de correlación presentó un error numérico que lo descartó como posible solución para la complementación de los datos pluviométricos de la estación Chacaíto. (Anexo 4.12)

4.3.4. Método Gumbel

Una vez demostrado que los datos mensuales de lluvia de las estaciones patrón no presentaron relación con la estación Chacaíto, se solicitó al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH) los datos pluviométricos medidos cada 5 minutos. No obstante, para las estaciones patrón estos datos no se encuentran registrados. En virtud de esta situación, se procedió a utilizar la información suministrada por INAMEH referente a la lluvia máxima anual para una hora, desde 1939 hasta 1977 en la estación Cajigal. (Anexo 4.13)

Con registros de lluvias máximas de cada 60 minutos de la estación Cajigal se procedió a aplicar el método de Gumbel (Anexo 4.14) para determinar la intensidad de lluvia para los períodos de retorno de 2, 5, 10 y 25 años y se verificó con curvas de Intensidad-Frecuencia-Duración de la Región XI Litoral Central Elevaciones mayores de 200 msnm del Libro Drenaje Vial de Luis Franceschi (1983) (Anexo 4.15) curvas que generalizan el comportamiento de la lluvia según sea la duración y la intensidad, esto concluyó que las intensidades calculadas por el método de Gumbel están dentro de los valores que rigen la zona, por lo tanto la utilización de estas curvas como datos para el análisis hidrológico de este trabajo especial de grado, daría como resultado un estudio superior al real, estableciéndose así un factor de seguridad.

4.3.5. Aplicación de los Métodos Clark y Muskingum

Con los datos extraídos de las curvas de Intensidad-Frecuencia-Duración antes mencionadas, se procedió a calcular la lluvia puntual que cae en la cuenca con la siguiente fórmula:

$$P = \frac{60 * I * D}{10000}$$

Donde:

P= Precipitación (mm)

I= Intensidad (lps/ha)

D= Duración de la precipitación (min)

Para determinar el escurrimiento efectivo que se genera por efecto de las precipitaciones, se debe tomar en cuenta que existen pérdidas que se generan por infiltraciones y retenciones por la vegetación, por lo que se supuso una pérdida del 60%. De igual manera se puede afirmar que la lluvia puntual y la lluvia sobre el área son distintas debido a las características de las tormentas tropicales de la zona, por lo que se supuso una pérdida del 5%. Al considerar la variación que presenta la precipitación con estas pérdidas, se obtiene la precipitación efectiva, la cual se calculó de la siguiente manera:

$$Pe = P * 0.40 * 0.95$$

Donde:

Pe= Precipitación Efectiva (mm)

P= Precipitación Puntual (mm)

El Método de Clark se utilizó para calcular el hidrograma a partir de precipitaciones, distribuyendo la superficie de la cuenca en líneas isócronas estimadas para un tiempo de viaje de 5 minutos (Anexo 4.26 y Anexo 4.17), con el fin de calcular el volumen de agua por hectáreas que cae sobre esa superficie y considerando el retardo producido por el tránsito del agua a lo largo de la cuenca. Mediante el uso de la siguiente ecuación, se determinó el caudal en función del tiempo (hidrograma de entrada):

$$Q \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) = \frac{Q_0 (\text{mm} * \text{Ha}) * \left(\frac{10000}{1000} \right)}{\frac{d}{60}}$$

Donde

Q = Caudal

Qo = Milímetro de lluvia por hectárea

d = Tiempo de viaje

Así como contemplan las pérdidas en la lluvia por la vegetación, infiltración y tormentas, debe considerarse también que la lluvia presenta variación espacial y temporal a lo largo de la cuenca, es por esto que se debe determinar su comportamiento. Para realizar este análisis se utilizó el método de Muskingum el cual a través de un hidrograma de entrada permite determinar el hidrograma de salida o hidrograma total de un evento de crecida.

Para la aplicación de este método se utilizaron las ecuaciones siguientes:

$$Qs_2 = Co * Qe_2 + C_1 * Qe_1 + C_2 * Qs_1$$

$$Co = -\frac{Kx - 0,5 * t_1}{K - Kx + 0,5 * t_1}$$

$$C_1 = \frac{Kx + 0,5 * t_1}{K - Kx + 0,5t_1}$$

$$C_2 = \frac{K - Kx - 0,5t_1}{K - Kx + 0,5t_1}$$

Donde

Qs = Caudal de salida

Qe = Caudal de entrada

Co, C₁ y C₂= Coeficiente del Método de Muskingum

K = Tiempo de viaje total en la cuenca

t = Tiempo de viaje

Partiendo de que el estudio se realizó en un cuerpo de agua natural, el valor de X es igual a 0,2 y el valor de K es igual al tiempo total de viaje en la cuenca. El valor obtenido para esta cuenca fue de 50 min, ya que la cuenca se dividió en 10 isócronas de tiempo de viaje de 5 min.

Los Métodos de Clark y de Muskingum se aplicaron para 10 años de período de retorno, obteniendo así el hidrograma de entrada y de salida de la cuenca (Anexo 4.18). Para la validación de los datos obtenidos de las curvas de intensidad-frecuencia-duración se compararon los resultados con los estudios previos realizados por el Ing. Leopoldo Ayala en el año 1975 y el Ing. Luis López en el año 2006 (Anexo 4.19).

De esta comparación se concluye que los valores obtenidos en este TEG representan una diferencia considerable con los valores utilizados en el trabajo del Ing. López cuyo valor pico fue de aproximadamente 40 m³/s. No obstante, al comparar los valores obtenidos por el Ing. Ayala, se evidencia similitud con los reflejados en el presente estudio, por lo que se consideran adecuados para el análisis hidrológico.

Con el gráfico logarítmico (Anexo 4.20) realizado por el Profesor guía, se extrapolaron las intensidades para los períodos de retorno de 50, 150 y 250 años, aplicando para cada uno los métodos de Clark y Muskingum como se describió previamente (Anexo 4.21, Anexo 4.22y Anexo 4.23)

Estos resultados permitieron modelar el comportamiento de la quebrada Chacaíto y su afectación en la cuenca.

4.4. Determinación de Caudales y Perfiles de Superficie

Para la determinación del caudal y perfil de agua de las secciones donde se realizaron las muestras sanitarias antes mencionadas (tomas) y según los parámetros hidráulicos y las medidas de las secciones se empleó la siguiente Ecuación de Manning:

$$Q = \frac{A * R^{\frac{2}{3}} * S_o^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Donde:

Q= Caudal en la Sección

A= Área de la Sección

R= Radio Hidráulico

So= Pendiente Longitudinal del Canal

n= Coeficiente de Rugosidad

Luego de establecido el caudal para los puntos mencionados, se determinó la altura de agua que se generaría en cada sección según su geometría en caso de ocurrencia de los períodos de retorno en estudio, con la finalidad de corroborar la probabilidad de inundaciones en la zona. No obstante, el no poseer un plano topográfico detallado limita la posibilidad de especificar las demarcaciones del área de afectación por la ocurrencia de inundación. El resultado de los parámetros obtenido para cada sección es el siguiente:

a) Sección de la Toma 1

Con las medidas tomadas en el primer punto (Toma 1) situado aguas arriba al pie de monte del Parque Nacional Waraira Repano, cerca de la toma de Hidrocapital, aproximadamente a 150 metros de la Avenida Boyacá (Cota Mil), se graficó la sección de manera aproximada para determinar el caudal admisible y el perfil de la superficie para cada período de retorno (con el caudal máximo determinado por el método Muskingum) y así corroborar la posible existencia de inundación en la zona. En la Tabla 6 se presentan los puntos de la sección graficada y en la Tabla 7 el caudal y los parámetros utilizados para determinarlo.

Tabla 6: Puntos de la Sección de la Toma 1.
(Fuente: Elaboración Propia)

SECCIÓN DE LA TOMA 1	
DISTANCIA EN X (m)	DISTANCIA EN Y (m)
-1,7	0,6
-1,7	0,05
-1,7	0
-1	0
1	0
1,6	0
1,7	0
1,7	4

Tabla 7: Cálculo del Caudal de la Toma 1.
(Fuente: Elaboración Propia)

CÁLCULO DE Q	
A	2,04 m ²
So	51,9 %
P	4,6 m
R	0,44347826
n	0,1
Q	8,55 m³/s

En la Tabla 8 se especifican los niveles del perfil de agua a los que la quebrada alcanzaría con la ocurrencia de una crecida con respecto a cada período de retorno.

Tabla 8: Perfil de Superficie de la Toma 1.
(Fuente: Elaboración Propia)

T	Q (m ³ /s)	Y (m)
Q	8,55	0,6
Q50	115	4,14
Q150	129	4,53
Q250	131	4,6

Como se puede observar, los niveles del perfil de superficie de la Sección de la Toma 1 que se encuentra a 150 m de la Cota Mil, superan de manera considerable el nivel máximo para la sección, concluyéndose que aunque no se pueda decir el área afectada en los tres períodos de retorno estudiados, ocurre un desbordamiento de la quebrada que pudiera afectar la Avenida Boyacá, tal como se observa en el Gráfico 10:

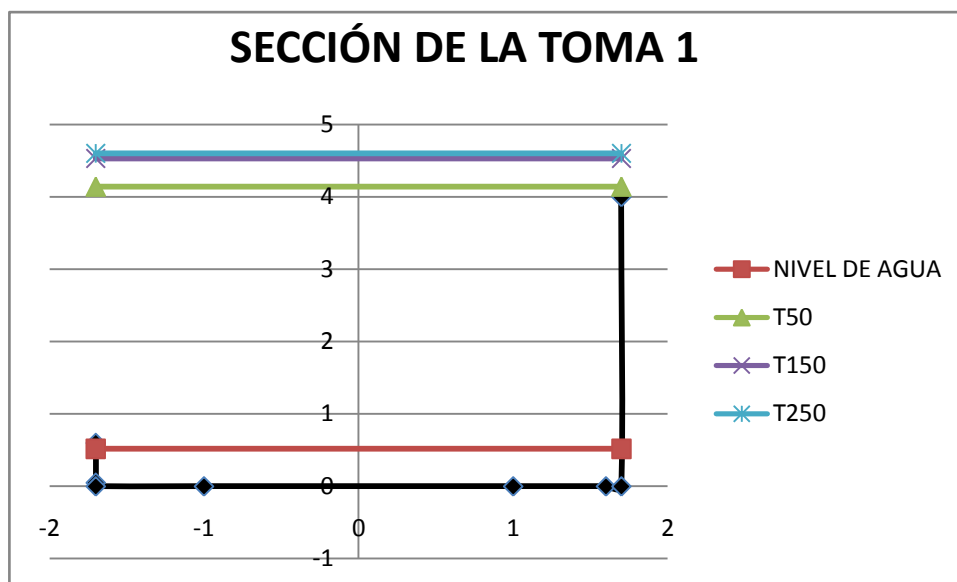


Gráfico 10: Sección de la Toma 1 con Perfiles de Superficie.
(Fuente: Elaboración Propia)

En forma similar se realizó para las siguientes cinco tomas y los resultados obtenidos se presentan a continuación:

b) Sección de la Toma 2

Tabla 9: Puntos de la Sección de la Toma 2.
(Fuente: Elaboración Propia)

SECCIÓN DE LA TOMA 2	
DISTANCIA EN X (m)	DISTANCIA EN Y (m)
-4	3
-4	1,5
-4	0,5
-2	0,5
-2	0
3	0
6,5	3,5

Tabla 10: Cálculo del Caudal de la Toma 2.
(Fuente: Elaboración Propia)

CÁLCULO DE Q	
A	25,25 m ²
So	8 %
P	14,74 m
R	1,71302578
n	0,1
Q	102,2 m³/s

Tabla 11: Perfil de Superficie de la Toma 2.
(Fuente: Elaboración Propia)

T	Q (m ³ /s)	Y (m)
Q	102,2	4,5
Q50	115	4,3
Q150	129	4,73
Q250	131	4,79

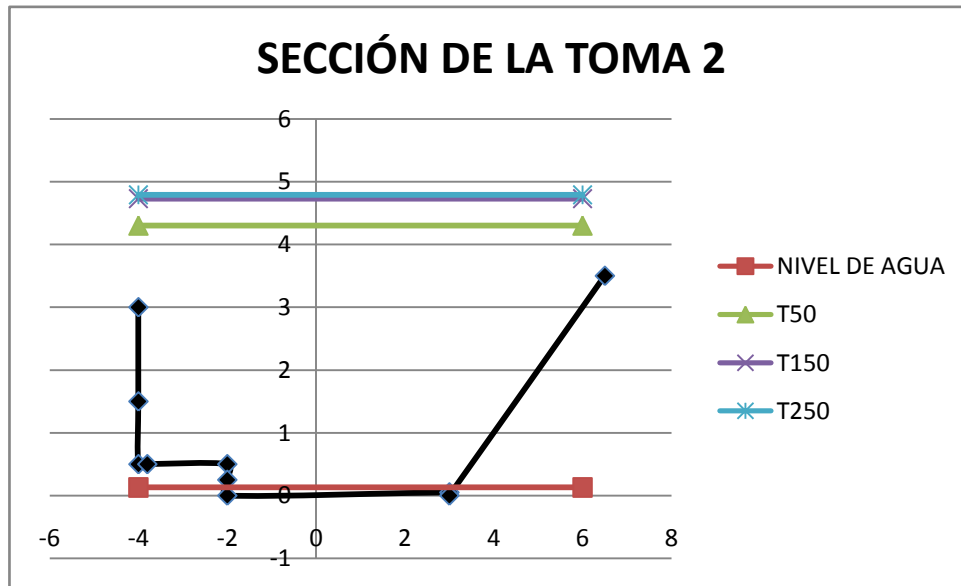


Gráfico 11: Sección de la Toma 2 con Perfiles de Superficie.
(Fuente: Elaboración Propia)

c) Sección de la Toma 3

Tabla 12: Puntos de la Sección de la Toma 3.
(Fuente: Elaboración Propia)

SECCIÓN TOMA 3	
DISTANCIA EN X (m)	DISTANCIA EN Y (m)
-3	3,5
-3	1,5
-3	0
-2,9	0
0	0
1,5	0
2,9	0
3	0
3	4

Tabla 13: Cálculo del Caudal de la Toma 3.
(Fuente: Elaboración Propia)

CÁLCULO DE Q	
A	21 m ²
So	8 %
P	13 m
R	1,61538462
n	0,1
Q	81,8 m³/s

Tabla 14: Perfil de Superficie de la Toma 3.
(Fuente: Elaboración Propia)

T	Q (m ³ /s)	Y (m)
Q	81,8	4,5
Q50	115	4,56
Q150	129	4,97
Q250	131	5,03

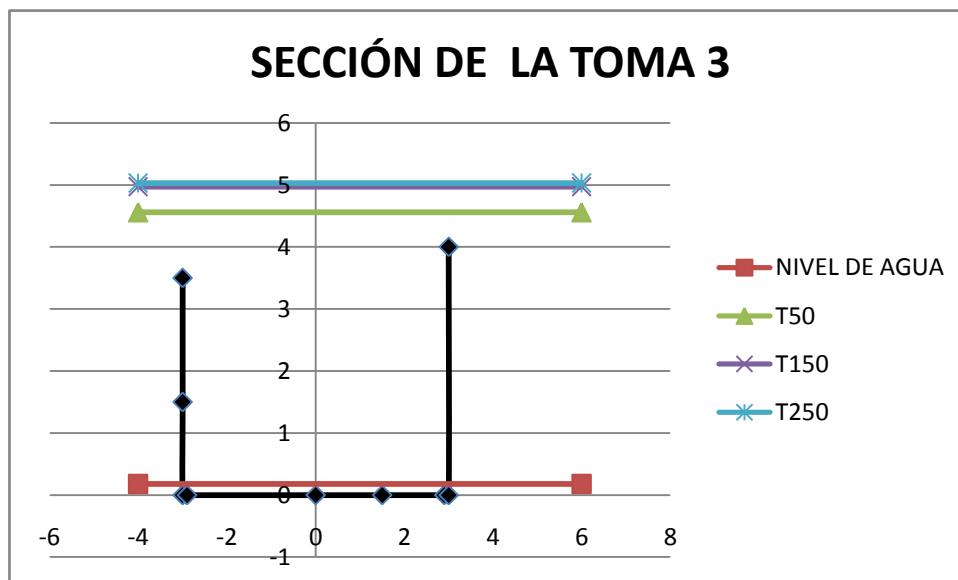


Gráfico 12: Sección de la Toma 2 con Perfiles de Superficie.
(Fuente: Elaboración Propia)

d) Sección de la Toma 4

Tabla 15: Puntos de la Sección de la Toma 4.
(Fuente: Elaboración Propia)

SECCIÓN TOMA 4	
DISTANCIA EN X (m)	DISTANCIA EN Y (m)
-0,5	2
-0,5	1,6
-0,5	1,5
-0,5	1
-0,4	1
-0,04	1
0	1
0	0,5
0	0
0	0,02
1,15	0
1,15	0,02
1,15	0,5
1,15	3
1,15	4

Tabla 16: Cálculo del Caudal de la Toma 4.
(Fuente: Elaboración Propia)

CÁLCULO DE Q	
A	2,8 m ²
So	3,6 %
P	5,65 m
R	0,49557522
n	0,023
Q	14,47 m³/s

Tabla 17: Perfil de Superficie de la Toma 4.
(Fuente: Elaboración Propia)

T	Q (m ³ /s)	Y (m)
Q	14,47	2
Q50	115	10,59
Q150	129	11,77
Q250	131	11,94

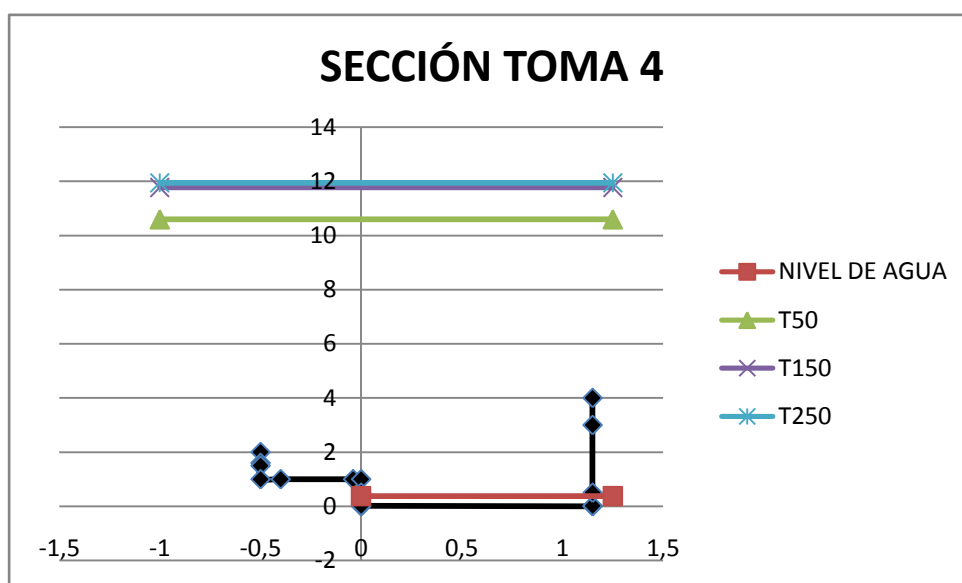


Gráfico 13: Sección de la Toma 4 con Perfiles de Superficie.
(Fuente: Elaboración Propia)

e) Sección de la Toma 5

Tabla 18: Puntos de la Sección de la Toma 5.
(Fuente: Elaboración Propia)

SECCIÓN TOMA 5	
DISTANCIA EN X (m)	DISTANCIA EN Y (m)
-0,6	1,85
-0,6	1,75
-0,03	1,75
0	1,75
0	0,5
0	0
0	0,02
1,25	0
1,25	0,02
1,25	0,5
1,25	1,7
1,25	1,75
1,25	4

Tabla 19: Cálculo del Caudal de la Toma 5.
(Fuente: Elaboración Propia)

CÁLCULO DE Q	
A	2,3725 m ²
So	3,6 %
R	0,42747748
P	5,55 m
n	0,023
Q	11,11 m³/s

Tabla 20: Perfil de Superficie de la Toma 5.
(Fuente: Elaboración Propia)

T	Q (m ³ /s)	Y (m)
Q	11,11	1,85
Q50	115	9,37
Q150	129	10,35
Q250	131	10,49

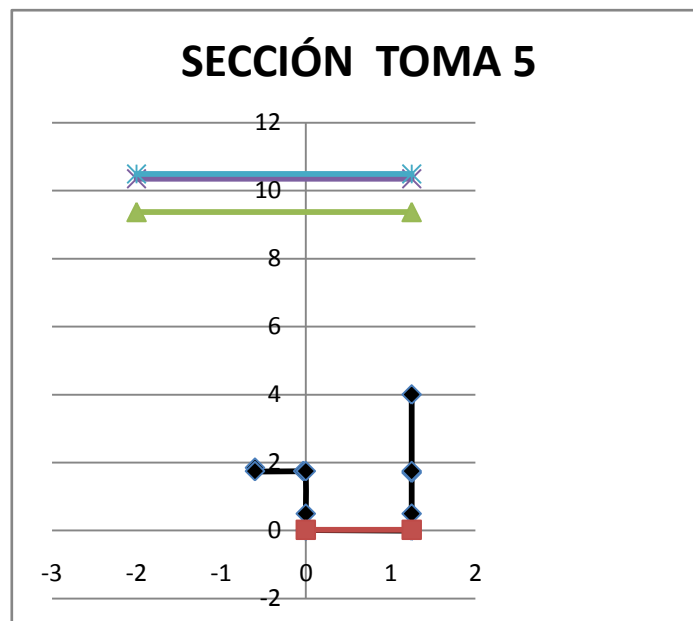


Gráfico 14: Sección de la Toma 5 con Perfiles de Superficie.
(Fuente: Elaboración Propia)

f) Sección de la Toma 6

Tabla 21: Puntos de la Sección de la Toma 6.
(Fuente: Elaboración Propia)

SECCIÓN TOMA 6	
Distancia en X (m)	Distancia en Y (m)
-1	4,5
-1	4
-1	2
-0,99	2
-0,8	2
-0,4	2
-0,04	2
0	2
0	0,5
0	0
0	0,02
1,3	0
1,3	0,02
1,3	0,5
1,3	1,7
1,3	2
1,3	6

Tabla 22: Cálculo del Caudal de la Toma 6.
(Fuente: Elaboración Propia)

CÁLCULO DE Q	
A	8,35 m ²
So	1 %
P	11,3 m
R	0,73893805
n	0,025
Q	27,3 m³/s

Tabla 23: Perfil de Superficie de la Toma 6.
(Fuente: Elaboración Propia)

T	Q (m ³ /s)	Y (m)
Q	27,3	4,5
Q50	115	13,45
Q150	129	14,85
Q250	131	15,05

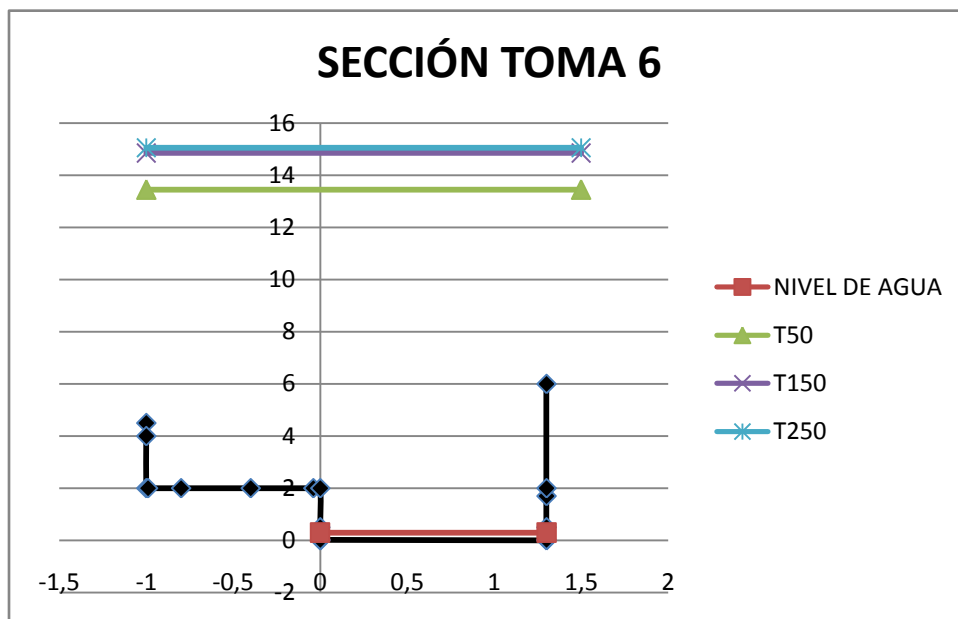


Gráfico 15: Sección de la Toma 6 con Perfiles de Superficie.
(Fuente: Elaboración Propia)

En todos los casos anteriores se puede observar que los niveles de los perfiles de superficie de las tomas superan de manera considerable los niveles máximos para las secciones respectivas, concluyendo así que aunque no se puede determinar el área afectada para los tres períodos de retorno estudiados, ocurre un desbordamiento de la quebrada que pudiera afectar los alrededores de la quebrada, tal como se observa en los gráficos respectivos.

4.5. Identificación de los Factores de Riesgos

El riesgo se entiende como toda fuente de peligro de origen natural y origen humano que, en un lugar dado y durante un tiempo de exposición determinado, puede causar o exceder un valor específico de daños, con la probabilidad de que esos daños se produzcan por la concurrencia de los factores de amenaza y de vulnerabilidad.

A los fines de este trabajo especial de grado, se realizó una caracterización cualitativa del riesgo asociado a la quebrada, debido a la falta de datos para elaborar un análisis cuantitativo. Las estimaciones se realizaron considerando la observación de campo, ya que los procesos meteorológicos extremos que inciden en la generación de riesgos hidrometeorológicos son los únicos factibles de pronosticarse con un alto grado de acierto, conformando una alerta temprana basada en un pronóstico meteorológico. Asimismo, se consideró el riesgo de origen natural, que se refiere a toda posibilidad de afectación ocasionada por un fenómeno natural relacionado con la amenaza y vulnerabilidad existente y supone un peligro causante de daño a un territorio y sus habitantes. Dentro de la clasificación de este tipo de riesgo se encuentran los riesgos hidrometeorológico, aquellos que tienen el agua como componente principal y pueden modificar el paisaje con el tránsito de materiales (rocas, tierra, lodo, agua).

En el análisis de riesgo las amenazas hidrológicas las constituyen las inundaciones, las crecidas repentinas y los aludes torrenciales o flujo de lodos y escombros. La inundación es el cubrimiento temporal del suelo por el incremento en el nivel de la superficie libre de agua, causado por eventos hidrológicos como la precipitación y pueden generar daños a diversos sectores; las crecidas repentinas es el paso de gran cantidad de agua en cortos intervalos y a velocidades considerables y; los aludes es el transporte de sedimentos en grandes concentraciones.

Para que ocurra un riesgo deben estar presentes la amenaza y la vulnerabilidad. En el caso de estudio realizado se evidenció que la mayor vulnerabilidad existente es el posicionamiento poblacional no controlado a los márgenes de la quebrada, como es el caso de Barrio Nuevo y Barrio Chapellín, que de producirse un desbordamiento sobre esta área podrían ser afectadas por un fenómeno de avenida con

un elevado poder destructivo.

Para el análisis de riesgo de la cuenca de la Quebrada Chacaíto, se evaluaron seis puntos sectorizando la quebrada en la zona urbana, donde existen altas probabilidades de inundaciones, ya que posee bajas pendientes y está desarrollada por infraestructuras en sus adyacencias, generando así una reducción de su área natural y por ende insuficiencia en la capacidad de descarga de la quebrada, al igual que la reducción en la absorción de los suelos.

Los análisis de riesgos hidráulicos y sanitarios se realizaron con la finalidad de evaluar el comportamiento que podría presentar este cuerpo de agua ante un evento hidrológico extremo de crecida en los períodos de retorno de 50, 150 y 250 años, que genere amenazas por inundaciones debido a la intensidad de las posibles precipitaciones, así como la afectación que sobre la salud de las personas genera la contaminación existente en la quebrada.

En caso de ocurrencia de un evento hidrometeorológico, se produciría de manera indirecta una catástrofe sanitaria, ya que al desbordarse la quebrada en las condiciones de contaminación en que se encuentra, se produciría un brote epidémico por la proliferación de zancudos y mosquitos causado por el estancamiento del agua y el olor fétido puede provocar dolores de cabeza y náuseas, afectando la salud de las personas ubicadas en sus adyacencias.

En el caso de este trabajo de grado como se mencionó anteriormente se realizó un análisis de riesgos cualitativo ya que debido a la falta de un plano topográfico detallado no se pudo determinar el área total de afectación por inundaciones, por lo tanto se realizó un análisis considerando la amenaza uniforme a lo largo de la quebrada variando la vulnerabilidad existente en cada tramo, como se puede observar en la Tabla 24.

Tabla 24: Matriz de Riesgo de las Secciones Evaluadas.
(Fuente: Elaboración Propia)

		VULNERABILIDAD				
		MUY BAJO	BAJO	MODERADO	ALTO	MUY ALTO
AMENAZA	SECCIÓN 1				En esta sección se pudo corroborar la visita de personas a la quebrada.	
	SECCIÓN 2			Se encuentra el desarrollo no controlado Barrio Nuevo, en las adyacencias de la quebrada.		
	SECCIÓN 3		Esta sección se encuentra dentro de las instalaciones del Country Club, donde se inundaría sólo los campos de golf.			
	SECCIÓN 4			Al igual que en la sección 3 se encuentra dentro de las instalaciones del Country sin embargo el grado de contaminación es considerable.		
	SECCIÓN 5					Esta zona es la más vulnerable de toda la quebrada ya que se encuentra en un estado de contaminación alto y fluye por el desarrollo no controlado de Chapellín.
	SECCIÓN 6				Esta zona al ser el último punto de la quebrada se encuentra la mayor contaminación, sin embargo las infraestructuras se encuentran más apartadas del cauce reduciendo así su vulnerabilidad.	

CAPÍTULO 5 – CONCLUSIONES

El objetivo principal de este Trabajo Especial de Grado fue realizar un diagnóstico que permitió identificar, analizar y caracterizar los factores hidrológicos, hidráulicos y sanitarios en la Cuenca de la Quebrada Chacaíto. Las conclusiones derivadas del análisis de la información relacionada con los factores sanitarios de la cuenca objeto de estudio, así como de los aspectos hidrológicos e hidráulicos son las siguientes:

1. Debido al comportamiento de los datos pluviométricos no se pudo realizar el estudio bajo el análisis de Correlación Lineal ni de Estimación de Langbein.
2. El comportamiento de la cuenca se encuentra dentro del rango establecido para cada período de retorno, según la comparación de los resultados del Método de Gumbel con las curvas de Intensidad-Frecuencia-Duración.
3. Con el Método de Clark y el Método de Muskingum, se pudo determinar los caudales máximos generados para los períodos de retorno de 50, 150 y 250 años, que fueron respectivamente, 115, 129 y 131 m³/s.
4. Los gráficos obtenidos con los caudales máximos y la ecuación de Manning para los perfiles de superficie, permitieron detectar la existencia de riesgo de desbordamiento en los seis puntos de toma estudiados en la quebrada.
5. El principal componente de contaminación en la primera toma realizada, se debe a los ritos religiosos que, según información suministrada por los vecinos de la zona, se efectúan aguas arriba de la quebrada.
6. La descarga ilegal de desechos procedentes de los sectores de desarrollo no controlado es el factor principal de la contaminación en cinco tomas realizadas aguas abajo de la quebrada.

7. Se determinó en cada una de las tomas realizadas para el estudio de este proyecto la cantidad de oxígeno disuelto presentes en las misma, reflejando que no están aptas para el uso humano.
8. Considerando a la Quebrada Chacaíto como un afluente del Río Guaire, ésta no cumple con el nivel de $DBO_{5,20}$ requerido por el decreto N° 883, de máximo 60 mg/l.
9. Los riesgos identificados durante este estudio son de índole cualitativo debido a la dificultad en el levantamiento de información para determinar el impacto cuantitativo de los mismos.
10. Existe un riesgo con una alta probabilidad de desbordamiento debido a que los caudales máximos calculados superan la capacidad de las secciones en los seis puntos estudiados de la quebrada
11. Se detectó la contaminación en las muestras tomadas causada por el alto nivel de intervención humana y animal procedentes de las zonas de desarrollo no controlado.
12. Existe riesgo de epidemias y enfermedades producidas por la proliferación de zancudos y mosquitos debido al estancamiento del agua en diversos puntos de la quebrada.
13. El estado actual del sistema de drenaje
14. Realizando una obra de drenaje desde el pico de la montaña hasta la quebrada de Chapellín se pudiera
15. Los sistemas de drenaje carecen de una obra de ingeniería que contribuya con la mitigación del impacto desfavorable de la quebrada, como consecuencia de descargas ilegales por parte de los habitantes de la zona.

CAPÍTULO 6 – RECOMENDACIONES

Las recomendaciones producto del análisis de la información relacionada con los factores sanitarios, hidrológicos e hidráulicos son las siguientes:

1. Se recomienda informar a los habitantes de los desarrollos no controlados “Barrio Chapellín” y “Barrio Nuevo” sobre el alto riesgo e impacto ambiental que tienen las descargas de desechos en la quebrada, con el fin de crear conciencia en la población.
2. Se recomienda diseñar y ejecutar campañas educativas relacionadas con la problemática de salud y el consumo de agua no potable en los habitantes aledaños a la quebrada Chacaíto, con el fin de reducir las probabilidades de enfermedades.
3. Es necesario, para poder llegar a conclusiones definitivas, realizar un estudio sanitario en el cual evalúen la calidad del agua durante las estaciones de lluvia y sequía para conocer con exactitud la variación de los contaminantes que se descargan en la quebrada, con el fin de definir las medidas correctivas para llevar a cabo el plan de saneamiento. Una vez obtenido el estudio sanitario, realizar la elaboración de un plan de saneamiento que permita eliminar los desechos y basura de la quebrada Chacaíto, a fin de evitar posibles epidemias, enfermedades y desbordamiento de la quebrada.
4. Elaborar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para garantizar el buen estado de la quebrada y realizar visitas trimestrales a la quebrada para inspeccionar los niveles de agua, cantidad de desechos y materiales de arrastre en todo el recorrido del río.
5. Realizar la simulación de inundaciones con los datos obtenidos con un plano topográfico detallado, con el fin de estimar el área posiblemente afectada por los desbordamientos de la quebrada generados por los eventos extremos.

6. Realizar planes y acciones para la prevención y mitigación de riesgos hidráulicos, involucrando a los entes locales y a la organización de las comunidades, promoviendo su formación y su integración.
7. Elaborar un plan de seguridad y evacuación que permita actuar ante una situación de emergencia.
8. Generar proyectos de ingeniería (colectores o tuberías de concreto) para que los efluentes cloacales generados por las zonas aledañas a la quebrada no sean descargados en la quebrada, con el fin de eliminar uno de los factores más frecuentes de contaminación.
9. Realizar un levantamiento de la información histórica sobre desastres ocurridos en la zona o sus alrededores, con el fin de predecir de manera más exacta el comportamiento de la quebrada y por ende poder tomar las previsiones pertinentes.
10. Imponer sanciones a las construcciones que violen los perímetros de la quebrada Chacaíto, con el fin de garantizar su buen estado.
11. Instalar en los caminos de acceso a la quebrada, papelera o sitios donde colocar los desechos, con el fin de garantizar que los mismos no sean descargados en la quebrada.
12. Realizar mantenimiento y reparación de las canalizaciones en los tramos propensos a inundaciones y desbordamientos, reduciendo así los riesgos.
13. Se recomienda a los entes gubernamentales responsables recuperar la toma de agua en la Quebrada Chacaíto, la cual puede aportar un cierto caudal que contribuya al acueducto de la ciudad de Caracas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Libros, Tesis, Artículos y Revistas

- Arias, F.** (2006). El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología científica. Quinta edición. Caracas: Editorial Episteme
- Adam Pimentel, Enrique.** (2014). Actualización del Sistema de Drenajes para la recolección de aguas pluviales para la Universidad Metropolitana para el segundo semestre del 2014. Caracas: Universidad Metropolitana
- Agencia de cooperation internacional de Japón (JICA)** (2005). El plan básico de prevención de desastres en el Distrito Metropolitano de Caracas en la República Bolivariana de Venezuela. Caracas: Agencia de cooperation internacional de Japón (JICA)
- Ayala Useche, Leopoldo;** (1975): Estudio hidrológico para la determinación de los gastos de diseño para el plan general de los drenajes del área metropolitana de Caracas: Editorial Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS)
- Ayala Useche, Leopoldo y Ochoa Iturbe, José,** (1981). Estudio hidrológico para el aprovechamiento de fuentes del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona Metropolitana. Caracas: Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS), Dirección General de Proyectos
- Barrera, Vidal,** (2008-2009). Evaluación y diagnóstico de la calidad de las aguas de las quebradas del Municipio Chacao. Caso estudio: Quebrada Sebuacán. Caracas. Trabajo de Ascenso.
- Convit, Rafael;** (1964). Curvas de Intensidad- Frecuencia- Duración de lluvias cortas aplicables al cálculo de avenamientos para la zona Metropolitana de Caracas. Caracas: Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS).
- Franceschi A., Luis E.,** (1984): Drenaje vial. Caracas: Colegio de ingenieros de Venezuela.
- Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 5.021 Extraordinario** (1995, 18 de diciembre). Decreto No 883 del 11 de octubre de 1995. Normas para la Clasificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos.
- González Sanabria, Marcelo y Mejía Betancourt, Abel;** (1971): Estudio hidrológico de la Quebrada Charallave. Caracas
- Hernández R., Fernández C. y Baptista P.** (2006). Metodología de la Investigación. México. McGraw-Hill.
- López S., José Luis,** (2006): Impacto y prevención de inundaciones y aludes torrenciales en el Valle de Caracas. Caracas: Instituto de Mecánica de Fluídos (IMF) de la UCV.
- Matute Padrón, Manuel,** (1980): Promedios climáticos de Venezuela. Período 1951/70. Caracas: Grupo Logístico de Meteorología.
- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Renovables,** (1985): Lluvias extremas para 1, 3, 6, 9,12 y 24 horas de duración (período 73-83) Volumen II. Caracas: Ministerio del Ambiente y de los Recursos Renovables

Tapia Aldas, Juan Carlos, (2012): Modelización Hidrológica de un área experimental en la cuenca del Río Guayas. Argentina.

Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL). Vicerrectorado de Investigación y Postgrado. (2005). Manual de Trabajos de Grado, de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales. Caracas: Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (FEDUPEL)

Referencias Electrónicas

Alcaldía Metropolitana de Caracas (2012): Avances del Plan Estratégico Caracas Metropolitana 2020. Obtenido el 14 de enero de 2015, de http://www.plancaracas2020.com/plan/AvancesdelPlan2020_web.pdf

Aparicio Mijares, Francisco Javier: Fundamentos de hidrología de superficie. Obtenido el 18 de marzo de 2015, de [http://207.248.177.30/mir/uploadtests/32035.177.59.3.Fundamentos de hidrologia de superficie - Aparicio.pdf](http://207.248.177.30/mir/uploadtests/32035.177.59.3.Fundamentos%20de%20hidrologia%20de%20superficie%20-Aparicio.pdf)

Bateman, Allen: Hidrología básica y aplicada. Obtenido el 18 de marzo de 2015, de <http://www.upct.es/~minaees/hidrologia.pdf>

Blanco Chávez, Miguel: Metodología de estudio hidrológico para elaborar mapas de amenazas por inundación. Obtenido el 22 de febrero de 2015, de <http://hercules.cedex.es/hidraulica/prohimet/GU06/Taller2/Blanco.pdf>

Breña Puyol, Agustín Felipe y Jacobo Villa, Marco Antonio: Principios y fundamentos de la hidrología superficial. Obtenido el 24 de mayo de 2015, de <http://cenca.imta.mx/pdf/PrincipiosyFundamentosdelaHidrologiaSuperficial.pdf>

Castillo Escalante Ignacio y otros: Contaminación del agua y efectos en la salud. Obtenido el 15 de diciembre de 2014, de: www.salud.gob.mx/unidades/cofepris/bv/libros/Cap02.pdf

Domínguez Mora, Ramón: Manual del modelo para pronóstico de escurrimiento. Obtenido el 25 de mayo de 2015, de [http://eias.atalca.cl/isi/publicaciones/unam/pronostico del escurrimiento.pdf](http://eias.atalca.cl/isi/publicaciones/unam/pronostico_del_escurrimiento.pdf)

Duque Guzmán, Lina Marcela: Coeficiente De Manning. Obtenido el 11 de junio de 2015, de <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulos/flujoencanales/manning/manning.html>

Fajardo Kudeyrd, Willam Javier: Estudio de zonas de alto riesgo y diseño de obras de protección del río cañaveralejo. Obtenido el 25 de mayo de 2015, de https://www.google.co.ve/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CBwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fbdigital.uao.edu.co%2Fbitstream%2F10614%2F5100%2F5%2FD038B.pdf&ei=9utnVYijBIKpogTU-oC4DA&usg=AFQjCNEoJ3sbNc0MB_N2weFOfwVFLE79vg

Fattorelli, Sergio y Fernández, Pedro C.: Diseño Hidrológico. Obtenido el 18 de marzo de 2015, de http://www.ina.gov.ar/pdf/Libro_diseno_hidrologico_edicion_digital.pdf

Fondonorma: Aguas naturales, industriales y residuales. Definiciones. Obtenido el 17 de mayo de 2015, de <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/2634-02.pdf>

- Fondonorma:** Aguas naturales, industriales y residuales. Guía para las técnicas de muestreo. Obtenido el 17 de mayo de 2015, de <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/2709-02.pdf>
- García Sánchez, Jesús:** Morfología de ríos. Obtenido el 13 de abril de 2015, de http://eias.usalca.cl/isi/publicaciones/unam/morfologia_de_rios.pdf
- Guitelman, Adolfo y Leiva, Adriana:** Consideraciones hidráulicas para el diseño de caminos. Obtenido el 24 de mayo de 2015, de http://www.academia.edu/10396425/CONSIDERACIONE_HIDRAULICAS_PARA_EL_DISE%C3%91O_DE_CAMINOS
- Hernandez S., Jessica A. y Lanza S., Loremar J.:** Concepto de manejo integral de cuencas hidrográficas. Obtenido el 17 de marzo de 2015, de <http://ri.bib.udo.edu.ve/bitstream/123456789/1015/1/TESIS.%20Concepto%20de%20manejo%20integral%20de%20cuencas%20hidrograficas.pdf>
- Hidrografía Argentina:** Tipos de Cuencas. Obtenido el 9 de abril d 2015, de <https://sites.google.com/site/hidrografiaargen/tipos-de-cuencas>
- I. Castellet, Ernest Bladé:** Estimación del hidrograma de salida en una cuenca usando un modelo hidrológico distribuido y un modelo hidráulico bidimensional en volúmenes finitos. Obtenido el 25 de mayo de 2015, de <http://upcommons.upc.edu/e-prints/bitstream/2117/22709/1/informe%20propuesta%20de%20colaboraci%C3%B3n%20internacional%20v%20final.pdf>
- Ibañez Sara, Moreno Héctor y Gisbert Juan:** Morfología de las Cuencas Hidrográficas. Obtenido el 15 de diciembre de 2014, de: <http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10782/Morfolog%C3%ADa%20de%20una%20cuenca.pdf?sequence=1>
- Intendencia de Recursos Hídricos:** Evaluación de los recursos hídricos de la cuenca del rio mala. Obtenido el 22 de febrero de 2015, de http://www.ana.gob.pe/media/296656/estudio_hidrologico_mala.pdf
- Jiménez Escobar, Henry:** Hidrología Básica 1. Obtenido el 18 de marzo de 2015, de <http://eidenar.univalle.edu.co/docentes/aia/Libro%20Hidrologia%20Basica%201.pdf>
- Maderey R., Laura Elena:** Intensidad de precipitación en el valle de Mexico. Obtenido el 16 de abril de 2015, de http://www.igeograf.unam.mx/sigg/utilidades/docs/pdfs/publicaciones/inves_geo/boletines/10/bol10_art96.pdf
- Menorca, Bonsai:** Parámetro de Calidad de de las Aguas de Riego. Obtenido el 1 de mayo de 2015, de <http://www.bonsaimenorca.com/articulos/articulos-tecnicos/parametros-de-calidad-de-las-aguas-de-riego/>
- Ministerio del Poder Popular para Ecosocialismo y Aguas:** Calidad de agua. Obtenido el 1 de mayo de 2015, de <http://www.hidroven.gob.ve/calidad-de-agua/>
- Muñoz Mato, Luis:** Flujo en Canales Abiertos. Obtenido el 13 de junio de 2015, de <http://www.fisicaeingenieria.es/resources/canales.pdf>
- Nava Hernández, Alejandra y Cortes Bow, Darío:** Hidráulica de ríos. Morfología, técnicas de medición y muestreo en ríos. Obtenido el 16 de abril de 2015, de

http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4632/358_HIDRAULICA%20DE%20RIOS.pdf?sequence=1

Organización Panamericana de la salud: Normas oficiales para la calidad del agua **Venezuela**. Obtenido el 17 de mayo de 2015, de <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/e/cd-cagua/ref/text/43.pdf>

Rojo Hernández, Julián David: Estudio hidrológico e hidráulico para diseño de puente. Obtenido el 22 de febrero de 2015, de http://julianrojo.weebly.com/uploads/1/2/0/0/12008328/modelacion_hidraulica.pdf

Ruales Zambrano, Gloria Cecilia: Hidrología. Obtenido el 8 de abril de 2015, de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/30172/MODULO%20HIDROLOGIA/leccin_12_patrones_de_drenaje.html

Sánchez San Román, F. Javier: Hidrograma unitario de Clark. Obtenido el 25 de mayo de 2015, de http://hidrologia.usal.es/practicas/HU_Clark_EXPLICACION.pdf

Silva Medina, Gustavo: Hidrología en cuencas pequeñas con información escasa. Obtenido el 25 de mayo de 2015, de https://www.google.co.ve/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CBwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fdigitalnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F4902734.pdf&ei=9e9nVfOWGNHlogTR-4DoCA&usg=AFQjCNEpgjuLi2-GD57pv9zeF_dzZNzb7w

Silva Medina, Gustavo A.: Hidrología básica – capítulo 1. Obtenido el 9 de abril de 2015, de https://www.academia.edu/11746444/Hidrologia_basica_1

[Sin Autoría Reconocida]: Patrones de Drenajes. Obtenido el 23 de abril de 2015, de <http://es.scribd.com/doc/5581866/PATRONES-DE-DRENAJE#scribd>

[Sin Autoría Reconocida]: Vi. Caracterización Fisiográfica De La Cuenca. Obtenido el 11 de marzo de 2015, de <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/20338/Capitulo6.pdf>

[Sin Autoría Reconocida]: Caracterización De Las Cuencas. Obtenido el 11 de marzo de 2015, de http://www.chapingo.mx/irrigacion/planest/documentos/apuntes/hidrologia_sup/CUENCAS.pdf

Universidad Autónoma del Estado de México. ¿Cómo caracterizar una Cuenca?. Obtenido el 12 de diciembre de 2014, de <http://idrisi.uaemex.mx/index.php/esta-semana/nocion/lista-de-nociones/49-como-caracterizar-una-cuenca>

Zambrana Sevilla, Yelisseth Yaoska: Plan de manejo y gestión de la subcuenca del río San Francisco. Matagalpa-Nicaragua. Obtenido el 11 de marzo de 2015, de <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnp10z24.pdf>

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Corriente de Aguas	Flujo continuo de agua por efecto de la gravedad corre de las partes altas hacia las bajas hasta desembocar en el mar, lago u otro cuerpo de agua.
Cuenca Hidrográfica:	Es el área que capta la totalidad de la precipitación, produciendo escorrentía, tanto superficial como subterránea. Estas recorren una red de drenaje hasta llegar al punto de salida del cauce principal.
Densidad	Cantidad de materia o masa que posee un objeto dentro el espacio que ocupa y esta propiedad se representa con la letra D. La densidad tiene una relación inversa con el volumen, si la densidad aumenta el efecto será una disminución de volumen, en cambio si el volumen aumenta la densidad disminuye.
Domo	Montículo aproximadamente circular que se origina por la acumulación de materiales, los cuales pueden crecer lentamente en forma continua por meses o años y alcanzar alturas de varios metros.
Escorrentía	Corriente de agua que se vierte al rebasar su depósito o cauce natural o artificial.
Estación Meteorológica:	Lugar donde se realizan las mediciones y registros de manera regular de los diferentes parámetros meteorológicos, para establecer el comportamiento atmosférico. Según su objetivo definitivo, los parámetros medidos por dicha estación pueden ser: el viento (dirección y velocidad), la temperatura, humedad relativa, precipitación, evaporación, radiación y fenómenos especiales.

Estimación de Caudal	Es la cuantificación de la cantidad de agua que pasa por la sección transversal de un río, canal o tubería en un determinado tiempo.
Índice de Saturación del Suelo:	Relación porcentual entre el volumen del espacio poroso total del suelo con respecto al volumen de agua presente en dicho espacio.
Nivel Freático	Nivel superior de la zona de saturación del suelo, este se refiere a la zona en la que el agua ha penetrado y saturado por completo generando así depósitos de aguas subterráneas.
Parque Waraira Repano	Antes llamado Parque Nacional El Ávila, es una formación montañosa que se extiende desde el norte del Estado Miranda y el sur del Estado Vargas en el centro-norte de la República Bolivariana de Venezuela.
Patrón de Drenaje:	Son las diferentes formas de drenaje que se pueden generar en el terreno. El clima, relieve del suelo y la geología del terreno son los factores que influyen más en el patrón del drenaje.
Pie de Monte	Formación geológica que bordea los macizos montañosos, estos terrenos de pendiente suaves situados al pie de montaña son generados por materiales procedentes de la erosión que van acumulándose en abanicos aluviales, cauces, llanuras de inundación y deltas.
Quebrada:	Pequeña corriente de agua que transita por una ranura en la superficie de la tierra.
Quebrada Chacaíto:	Quebrada que nace en el del Parque Nacional Waraira Repano y tiene su origen por la confluencia generada por las quebradas Nieves y Las Adjuntas. Fluye mayormente de norte a sur, pasando por la Avenida

Boyacá, los campos de golf del Country Club hasta llegar a Chacaíto (Municipio Chacao) y desemboca en el Río Guaire a la altura de la Avenida Guaicaipuro.

Red de Drenaje:

Sistema natural o artificial del transporte por efecto de la gravedad (de agua o sedimentos) por medio de la superficie o infiltraciones del terreno. El patrón de drenaje no sólo depende de la mecánica del fluido sino también de la geometría del terreno.

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA, HIDRÁULICA Y SANITARIA
DE UNA CUENCA. CASO QUEBRADA CHACAÍTO DEL
MUNICIPIO CHACAO, ESTADO MIRANDA
TOMO II**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO
presentado ante la
UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
como parte de los requisitos para optar al título de
INGENIERO CIVIL

REALIZADO POR: Br. González López, Ninoska Alexandra
Br. Mirabetty Álvarez, Jesús Alfredo

PROFESOR GUÍA: Ing. Ochoa Iturbe, José

FECHA: Junio 2015

ÍNDICE GENERAL DE ANEXOS

ANEXOS DEL CAPÍTULO 3

ANEXO 3.1 REVISIÓN Y SELECCIÓN DE DOCUMENTOS – DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN MM. ____	1
ANEXO 3.2 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING _____	6
ANEXO 3.3 REACTIVOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS _____	8
ANEXO 3.4 ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS EN EL LABORATORIO DE LA UCAB _____	9

ANEXOS DEL CAPÍTULO 4

ANEXO 4.1 COMPUERTAS DE LA TOMA DE HIDROCAPITAL EN ESTADO DE OXIDACIÓN _____	10
ANEXO 4.2 ESTADO DEL SISTEMA DE DRENAJE _____	11
ANEXO 4.3 PRESENCIA DE SEDIMENTOS DE GRAN TAMAÑO EN LA SECCIÓN A PIE DE MONTE _____	12
ANEXO 4.4 SECCIÓN AGUAS ABAJO DE LA COTA MIL _____	13
ANEXO 4.5 ESTADO DEL SISTEMA DE DRENAJE DEL COUNTRY CLUB _____	15
ANEXO 4.6 DESCARGAS DE BASURA A LA ALTURA DEL BARRIO CHAPPELLIN _____	16
ANEXO 4.7 NIVEL ALTO DE SEQUÍA EN LA QUEBRADA _____	17
ANEXO 4.8 CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y OBSERVATORIO CAJIGAL _____	18
ANEXO 4.9 CORRELACIONES ENTRE CHACAÍTO Y LAS ESTACIONES LA CARLOTA Y OBSERVATORIO CAJIGAL (DATOS ORIGINALES) _____	34
ANEXO 4.10 CORRELACIONES ENTRE CHACAÍTO Y LAS ESTACIONES LA CARLOTA Y OBSERVATORIO CAJIGAL (CON LA MEDIA DE LOS DATOS DE CHACAÍTO) _____	38
ANEXO 4.11 CORRELACIONES ENTRE CHACAÍTO Y LAS ESTACIONES LA CARLOTA Y OBSERVATORIO CAJIGAL (CON LA MEDIA DE LOS DATOS DE LA CARLOTA Y OBSERVATORIO CAJIGAL) _____	42
ANEXO 4.12 CORRELACIONES APLICANDO MÉTODO DE LANGBEIN ENTRE CHACAÍTO Y LAS ESTACIONES LA CARLOTA Y OBSERVATORIO CAJIGAL _____	46
ANEXO 4.13 INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR INAMEH REFERENTE A LA LLUVIA MÁXIMA ANUAL (mm) PARA UNA HORA _____	50
ANEXO 4.14 MÉTODO GUMBEL _____	51
ANEXO 4.15 CURVAS INTENSIDAD-FRECUENCIA-DURACIÓN. REGIÓN XI LITORAL CENTRAL ELEVACIONES MAYORES DE 200 MSNM _____	52
ANEXO 4.16 DATOS PARA EL CÁLCULO DE HIDROGRAMAS DE SALIDA PARA LOS PERÍODOS DE RETORNO _____	53
ANEXO 4.17 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE LA CUENCA CON ISÓCRONAS DE TIEMPO DE VIAJE DE 5 MINUTOS _____	54
ANEXO 4.18 MÉTODO DE CLARK Y MUSKINGUM APLICADO PARA PERÍODO DE RETORNO DE 10 AÑOS _	55

ANEXO 4.19 HIDROGRAMA DE CLARK – MUSKINGUM Y SU COMPARACIÓN CON HIDROGRAMA DEL ING. LOPEZ _____	59
ANEXO 4.20 CURVAS INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA DE 5 A 60 MINUTOS PARA DISTINTOS PERÍODOS DE RETORNO DE LA REGIÓN XI LITORAL CENTRAL ELEVACIONES MAYORES DE 200 MSNM_	60
ANEXO 4.21 HIDROGRAMA PARA LOS PERÍODOS DE RETORNO DE 50 AÑOS _____	61
ANEXO 4.22 HIDROGRAMA PARA LOS PERÍODOS DE RETORNO DE 150 AÑOS _____	66
ANEXO 4.23 HIDROGRAMA PARA LOS PERÍODOS DE RETORNO DE 250 AÑOS _____	71
ANEXO 4.24 RELACIÓN CAUDAL VS. PERÍODO DE RETORNO DE LA QUEBRADA CHACAÍTO _____	76
ANEXO 4.25 FOTOGRAFÍAS DE LAS VISITAS REALIZADAS A LA QUEBRADA CHACAÍTO _____	77
ANEXO 4.26 PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS SANITARIOS EN LAS MUESTRAS DE AGUA DE LA QUEBRADA CHACAÍTO _____	87

ANEXOS DEL CAPÍTULO 3

ANEXO 3.1 REVISIÓN Y SELECCIÓN DE DOCUMENTOS–DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (mm)						
MESES	OBS. CAJIGAL	LA CARLOTA	OBS. CAJIGAL	LA CARLOTA	OBS. CAJIGAL	LA CARLOTA
	Año 1964		Año 1967		Año 1970	
Enero	2	2	16,1	14	25,5	22
Febrero	0	0	1,8	9	0,1	1
Marzo	0	0	10,1	30	80,9	45
Abril	6,2	9	28,5	29	27,5	22
Mayo	103,8	25	24,1	18	90,5	101
Junio	197,2	225	43,2	96	193,6	220
Julio	153,6	138	131	120	128,3	182
Agosto	161,2	125	70,6	106	130,1	98
Septiembre	107,9	88	116,1	92	42,3	64
Octubre	101,4	93	176,7	55	82,4	83
Noviembre	52,3	25	94,3	87	69,5	58
Diciembre	29,9	14	24,2	86	43,7	981
MESES	Año 1965		Año 1968		Año 1971	
Enero	56	25	1,1	3	11,7	13,7
Febrero	16,9	36	41,3	10	2,3	2,8
Marzo	0	0	2,3	9	1,1	5,3
Abril	4,8	53	64,9	104	33,5	130,8
Mayo	77,6	62	138,9	122	59,4	59,6
Junio	101,8	201	132,2	214	51,3	65,6
Julio	195,3	244	111,7	110	67,2	84,2
Agosto	100	231	57,2	74	66,6	131,3
Septiembre	85,4	97	123,1	168	68,6	76,3
Octubre	62,5	83	47,1	59	102,4	107,1
Noviembre	50,6	91	50	28	74,8	26,1
Diciembre	5,2	14	28,3	27	45,8	36
MESES	Año 1966		Año 1969		Año 1972	
Enero	20,5	34	41	68	35,9	46,1
Febrero	19,8	11	33,3	36	10,4	5,2
Marzo	0	0	32,3	21	114,5	28,3
Abril	71,2	49	58,8	105	104,8	38
Mayo	45,4	70	53,1	81	120,6	102,1
Junio	167,8	224	80,9	108	58,7	64,6
Julio	112,3	139	72,5	92	52,3	68,9
Agosto	99	61	128,3	171	37,9	48,4
Septiembre	67,8	76	116,1	146	28	40,6
Octubre	208,2	104	179,5	199	217,4	100,5
Noviembre	148,2	115	58,5	117	28,6	56,5
Diciembre	46,8	59	54,2	62	16	7,1

ANEXOS DEL CAPÍTULO 3

ANEXO 3.1 REVISIÓN Y SELECCIÓN DE DOCUMENTOS-DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (mm)							
MESES	OBS. CAJIGAL	LA CARLOTA	OBS. CAJIGAL	LA CARLOTA	OBS. CAJIGAL	LA CARLOTA	
	Año 1973		Año 1976		Año 1979		
Enero	0,4	17	12,2	10,6	12,3		1
Febrero	0,2	0,4	9,2	31,7	1,6		0
Marzo	0	0,1	11,4	12,8	25,4		95
Abril	52,2	42,3	26	48,6	45,8		50
Mayo	20,1	22,3	10,8	19,7	81,7		53
Junio	64,9	58,5	100,4	150	171,5		211
Julio	23,6	44,9	107,5	161,7	68,6		119
Agosto	125,3	125,2	132,3	106,5	74,2		157
Septiembre	112,8	80,1	17,8	68,5	105,8		184
Octubre	80,2	87,4	167,7	193,6	142,7		126
Noviembre	108	86,1	57,5	22,2	43		132
Diciembre	54,8	27,1	32,6	22,1	84,5		82
MESES	Año 1974		Año 1977		Año 1980		
Enero	12,4	17,1	0	0	10,8		7
Febrero	14	8,1	1,3	1,2	4,4		2
Marzo	8,8	1	2,2	1,2	0		0
Abril	3,2	0,3	0,1	0,2	61		68
Mayo	81,5	44,2	77,9	107,2	77		83
Junio	54,7	38,6	136,4	89,2	46,4		102
Julio	192,2	168,1	78,1	110,5	128,3		169
Agosto	228,6	110,1	140,2	187,5	121,3		158
Septiembre	99,9	167,2	65,8	69,1	182		209
Octubre	177,9	156,6	132,2	80	55,6		75
Noviembre	72	69,6	82	98,7	66,1		85
Diciembre	3,6	5,2	3,4	3,7	18,1		9
MESES	Año 1975		Año 1978		Año 1981		
Enero	5,3	3,8	0	1	7,5		8
Febrero	6,3	3,8	0	1	69,8		123
Marzo	0	0,2	4,3	1	8,9		13
Abril	22,2	36,8	68,8	1	207,8		222
Mayo	91,5	21	96,8	56	125,5		166
Junio	72,2	59,3	102,3	111	92,2		154
Julio	62,5	40,2	86	104	137,6		131
Agosto	193	185,5	57,8	29	110		118
Septiembre	167	215,4	37,4	45	100,7		147
Octubre	190,1	199,4	108	198	0		72
Noviembre	66,1	45,4	40,9	64	58,4		15
Diciembre	87,6	137,4	39,5	47	22		27

ANEXOS DEL CAPÍTULO 3

ANEXO 3.1 REVISIÓN Y SELECCIÓN DE DOCUMENTOS – DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (mm)						
MESES	OBS. CAJIGAL	LA CARLOTA	OBS. CAJIGAL	LA CARLOTA	OBS. CAJIGAL	LA CARLOTA
	Año 1982		Año 1985		Año 1988	
Enero	28,3	32	2,7	3	7,2	9
Febrero	15,7	6	10	13	18,8	8
Marzo	8,8	1	9,1	12	5,4	2
Abril	73,8	72	48,5	94	11,5	1
Mayo	87,8	154	28,3	34	16,6	24
Junio	108,7	231	44,6	103	242,8	125
Julio	55,9	100	95,6	118	69,8	62
Agosto	51,8	65	82,2	120	200,6	187
Septiembre	99,3	91	105,5	61	128,8	160
Octubre	124,6	60	79,4	214	183,8	249
Noviembre	3,2	28	149,2	103	81,6	58
Diciembre	29,6	15	135,3	119	57,2	58
	Año 1983		Año 1986		Año 1989	
Enero	26,6	26	2	1	5,7	8
Febrero	0	9	1,1	2	13,4	4
Marzo	0	0	1,7	11	17,3	7
Abril	49,3	58	33,5	70	0,1	10
Mayo	75	95	79,4	126	156	135
Junio	77	130	140,1	107	64,1	68
Julio	68,2	85	30	46	144,9	124
Agosto	73,2	78	84	151	126,4	76
Septiembre	93,9	85	136	123	173	79
Octubre	55,8	100	205,2	118	57,3	20
Noviembre	8,7	13	49	61	161,4	92
Diciembre	6,5	4	23,2	30	7,5	2
	Año 1984		Año 1987		Año 1990	
Enero	44,7	12	14,1	19	11,8	10
Febrero	9,1	17	0,5	1	28,2	13
Marzo	0	0	0,9	0	0,3	12
Abril	26	45	0	0	32,5	49
Mayo	17,2	25	220,2	279	94,5	122
Junio	24,4	46	65,1	87	162,3	239
Julio	120,1	186	97,7	127	136,6	123
Agosto	70,8	116	111,2	195	165,8	130
Septiembre	119,6	153	102,4	106	117,5	223
Octubre	114,9	140	166,1	197	243,3	277
Noviembre	95,6	101	103,9	111	78,5	103
Diciembre	40,7	94	30,6	43	89,7	31

ANEXOS DEL CAPÍTULO 3

ANEXO 3.1 REVISIÓN Y SELECCIÓN DE DOCUMENTOS–DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (mm)						
MESES	OBS. CAJIGAL	LA CARLOTA	OBS. CAJIGAL	LA CARLOTA	OBS. CAJIGAL	LA CARLOTA
	Año 1991		Año 1994		Año 1997	
Enero	16,9	11	0,6	1	53,3	16
Febrero	1,3	3	5,6	4	51,7	23
Marzo	35,1	64	0,4	4	0,5	0
Abril	42,1	12	61,4	30	8,6	14
Mayo	2,3	1	63,1	50	71,9	42
Junio	59,7	73	99,3	100	143,9	105
Julio	58,3	45	132,7	159	143,6	85
Agosto	179,8	160	132,3	76	74,4	55
Septiembre	81,2	149	107,7	61	152,3	69
Octubre	98,2	83	175,8	154	153,9	129
Noviembre	141,8	237	107,4	114	47,4	36
Diciembre	25,6	34	27,3	27	6,1	17
MESES	Año 1992		Año 1995		Año 1998	
Enero	6,7	4	0,2	7	0	2
Febrero	5	2	0,3	0	0,6	0
Marzo	0	0	48,8	116	48,2	47
Abril	12,3	46	34,1	109	111,3	7
Mayo	66,1	135	56,7	25	93,4	114
Junio	148,4	154	129,8	152	159,3	185
Julio	117,2	173	129,4	94	130,7	87
Agosto	126,9	85	205,2	80	74,2	62
Septiembre	155,8	85	81,9	73	100,1	76
Octubre	81,8	21	157,6	111	44,9	70
Noviembre	90,5	165	122,7	53	50,4	56
Diciembre	56,7	57	1,8	0	25,2	46
MESES	Año 1993		Año 1996		Año 1999	
Enero	8,8	10	22,5	6,3	18	15
Febrero	2,4	9	8	3	4,1	25
Marzo	33,1	8	0	0,5	10	10
Abril	87,5	64	0,9	0	119,3	131
Mayo	107,6	94	55,6	48,9	10,4	29
Junio	147,5	170	125,3	200,4	69,3	39
Julio	145,5	95	354,9	262,2	90,3	120
Agosto	241,9	199	128,2	130	156,6	106
Septiembre	93,7	83	178,3	88	97	171
Octubre	52,3	33	171,9	109	154,5	196
Noviembre	77,3	76	103	223,6	128,7	48
Diciembre	7,3	15	64,4	78,5	181,3	205

ANEXOS DEL CAPÍTULO 3

ANEXO 3.1 REVISIÓN Y SELECCIÓN DE DOCUMENTOS-DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (mm)							
MESES	OBS. CAJIGAL	LA CARLOTA	OBS. CAJIGAL	LA CARLOTA	OBS. CAJIGAL	LA CARLOTA	
	Año 2000		Año 2003		Año 2006		
Enero	53,6	43	1,1	0,5	118,8	118,4	
Febrero	30,8	31	0	0,7	33,2	36,7	
Marzo	37,5	29	-	0	60,9	16	
Abril	7,4	6	36,5	25	92	16	
Mayo	41,5	70	34,7	46	84,6	176,7	
Junio	84,2	84	89	102,6	43,6	103	
Julio	91,8	182	140,8	224,3	100,8	72,7	
Agosto	94,9	43	53,9	47,6	65,8	140,9	
Septiembre	176,4	121	136,5	81	119,9	96,8	
Octubre	78,9	123	145	213	141,2	185	
Noviembre	106	108	129	30	111,4	104	
Diciembre	13,1	16	49,2	35	37,1	59,8	
MESES	Año 2001		Año 2004		Año 2007		
Enero	0	0,4	9,9	10,4	9,5	6,4	
Febrero	3,6	2,8	3,4	2,7	7,2	13,9	
Marzo	0,1	9,1	2,1	1,2	20,4	33,4	
Abril	7,4	9,9	40,4	47,6	14,4	51	
Mayo	38,5	39,7	137,4	138	80,6	46,5	
Junio	67,3	71,4	77,3	94,8	89,6	177	
Julio	58,9	106,3	91,2	88,3	47,8	45,9	
Agosto	115,8	88,2	53,3	46,1	303,7	285,9	
Septiembre	55,2	58,4	164,2	115,6	169,6	109,1	
Octubre	161,6	180	221,6	70,6	91,2	166,2	
Noviembre	98,1	105	96,1	177,9	91,8	95,2	
Diciembre	70,1	43	43,1	24,9	103,8	93,2	
MESES	Año 2002		Año 2005		Año 2008		
Enero	7,6	7	66,6	58	5,4	29,3	
Febrero	0,8	8,4	72,2	187,2	12,3	7,8	
Marzo	5	10,2	0,6	0	0	2,3	
Abril	59,3	80	54,6	90,5	39,8	42,2	
Mayo	83,1	91	148,4	112,6	71,3	62,7	
Junio	91,5	84	133,2	178,6	85,5	113,7	
Julio	86,8	83	143,7	108,2	132,6	153,2	
Agosto	63	64,8	129,3	148,2	132,7	210,9	
Septiembre	100,2	94	96,5	62,9	67,3	24,8	
Octubre	73,7	76	60,4	58,4	243,9	234,5	
Noviembre	38,8	23	229,1	228	198,8	237,8	
Diciembre	22,7	15	65,9	37,2	38,1	38,8	

ANEXO 3.2 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

TABLA N° 2
VALORES DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

(Reproducción parcial del libro "Drenaje Urbano", J.J. Bolinaga, Instituto Nacional de Obras Sanitarias)

Fuentes: Referencia [21] y [22]

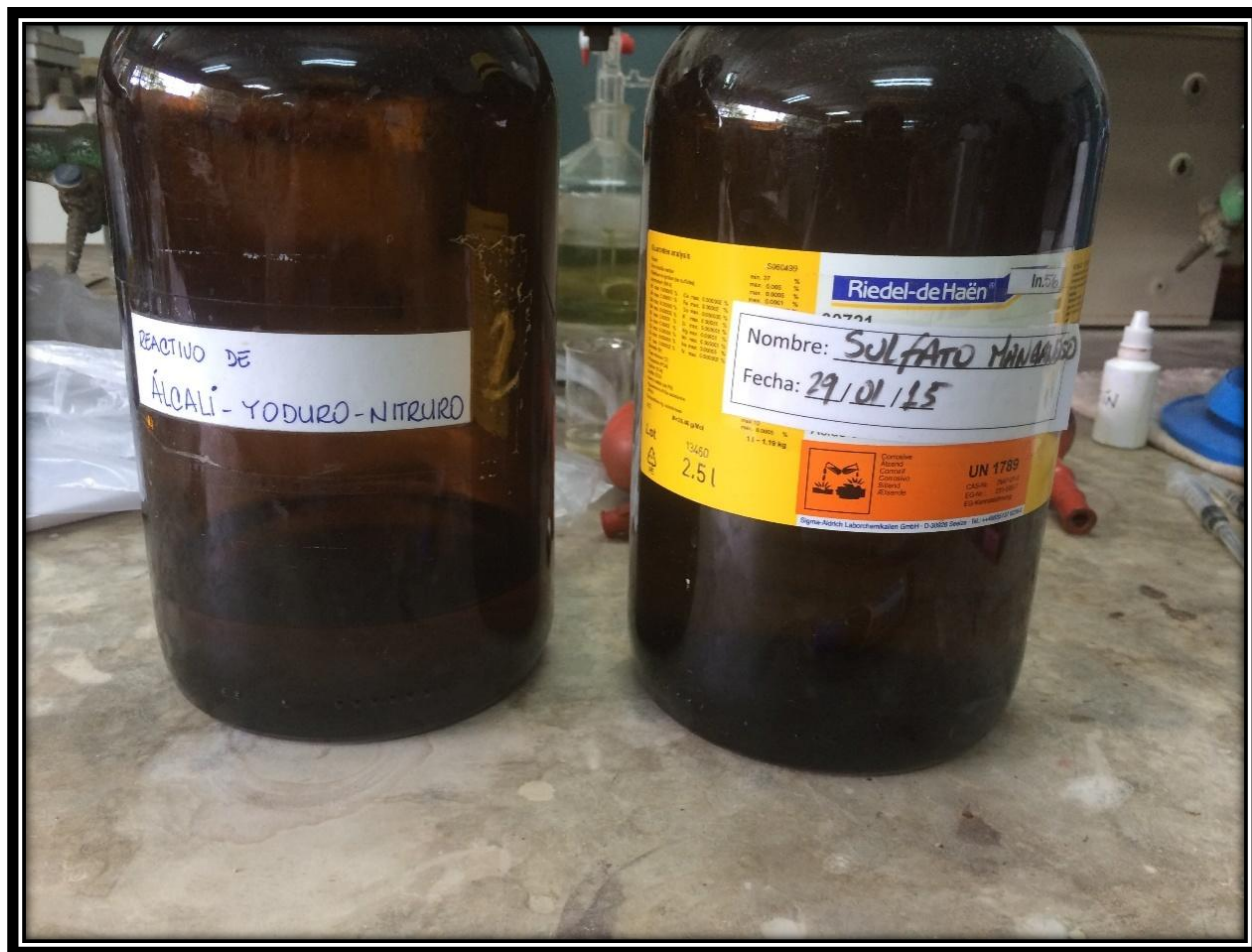
	Calidad del Material(*)	
	Buena	Regular
I CONDUCTOS CERRADOS:		
1 Tubos de concreto	0,013	0,015
2 Tubos metal corrugado		
2,1 Corrugación de 2 2/3" x 1/2"		
a) Liso o totalmente revestido	0,024	0,024
b) Fondo pavimentado entre 25% y 50% del perímetro		
1 Sección plena	0,021	0,018
2 Flujo a 80% profundidad	0,021	0,016
3 Flujo a 60% profundidad	0,019	0,013
2,2 Corrugación de 6" x 2"		0,030
3 Acero	0,009	0,011
4 Concreto		
4,1 Formaletas rugosas de madera	0,015	0,017
4,2 Formaletas lisas de madera	0,012	0,014
4,3 Formaletas de acero	0,012	0,013
II CONDUCTOS ABIERTOS REVESTIDOS Y DE ALINEAMIENTO RECTO (**)		
1 Concreto con los siguientes acabados superficiales		
1,1 Concreto vaciado en formaletas sin acabado	0,013	0,017
1,2 Emparejado con llana	0,012	0,014
1,3 Alisado a boca de cepillo	0,013	0,016
1,4 Alisado a boca de cepillo, algo de grava en el fondo	0,015	0,017
1,5 Mortero lanzado, sección buena	0,016	0,019
1,6 Mortero lanzado, sección ondulada	0,018	0,022
2 Concreto, fondo alisado a boca de cepillo y lados con el siguiente acabado:		
2,1 Piedra labrada unida con mortero de cemento	0,015	0,017
2,2 Piedras irregulares unidas con mortero de cemento	0,017	0,020
3 Asfalto		
3,1 Liso	0,013	0,013
3,2 Rugoso	0,016	0,016
4 Excavado en roca y recubierto de concreto		
4,1 Sección regular y uniforme	0,017	0,020
4,2 Sección irregular	0,022	0,027
III CONDUCTOS ABIERTOS, ALINEAMIENTO RECTO (**) SIN REVESTIMIENTO Y EXCAVADOS EN:		
1 Tierra, sección uniforme		
1,1 Limpios de vegetación, recién terminados	0,016	0,018
1,2 Limpios de vegetación, después de meteorizarse	0,018	0,020
1,3 Con hierba corta y pocas malezas	0,022	0,027
1,4 Suelo con alto contenido de grava, limpio	0,022	0,025
2 Roca, basada en sección promedio		
2,1 Lisa y con poca irregularidad	0,035	0,040
2,2 Dentada con mucha irregularidad	0,040	0,045
3 Canales sin mantenimiento; con malezas, hierbas, rastrojo y matorrales sin cortar		
3,1 Densa maleza de la misma altura del agua o mayor	0,080	0,120

ANEXO 3.2 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

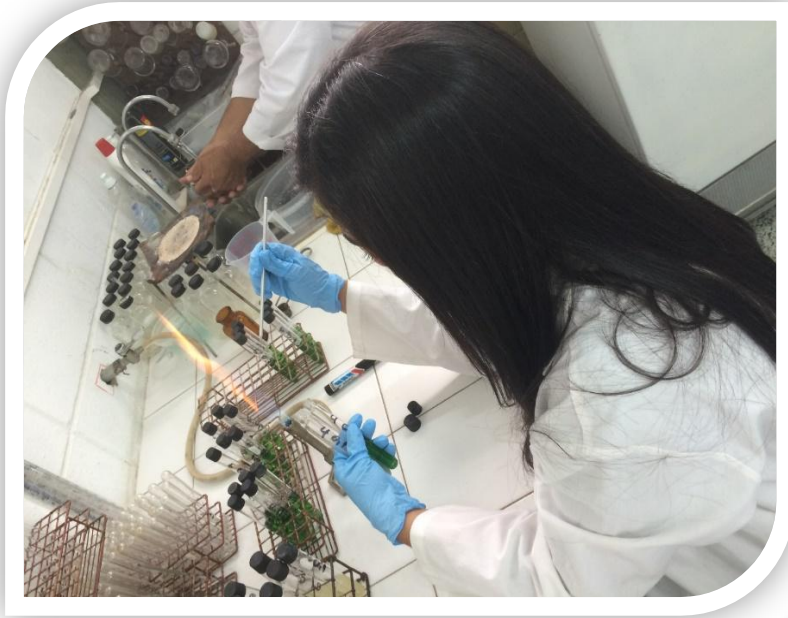
MANUEL VICENTE MÉNDEZ

3,2 Fondo limpio, rastrojo y matorrales en los lados, gastos altos	0,050	0,050
3,3 Fondo limpio, rastrojos y matorrales en los lados, gastos bajos	0,070	0,110
3,4 Densas malezas y matorrales, gastos altos	0,100	0,140
IV CANALES E ISLAS CENTRALES DEPRIMIDAS EN AUTOPISTAS Y VIAS DE CIRCULACIÓN; CUBIERTAS DE VEGETACIÓN BIEN MANTENIDA; PARA VELOCIDADES ENTRE 0,5 Y 2 m/s		
1 Para profundidades de agua menores de 20 cm		
1,1 Grama tupida		
a) Podada hasta 5 cm de altura	0,070	0,045
b) De 10 a 15 cm de altura	0,090	0,050
1,2 Hierbas duras no flexibles		
a) De 25 cm de altura	0,180	0,090
b) De 50 cm de altura	0,300	0,150
1,3 Hierbas algo flexibles		
a) De 25 cm de altura	0,140	0,080
b) De 50 cm de altura	0,250	0,130
2 Para profundidades de agua entre 20 cm y 50 cm		
2,1 Grama tupida		
a) Podada hasta 5 cm de altura	0,050	0,035
b) De 10 a 15 cm de altura	0,060	0,040
2,2 Hierbas duras no flexibles		
a) De 25 cm de altura	0,120	0,070
b) De 50 cm de altura	0,200	0,100
2,3 Hierbas algo flexibles		
a) De 25 cm de altura	0,100	0,060
b) De 50 cm de altura	0,170	0,090
V CUNETAS DE CALLES Y AVENIDAS		
1 Cunetas, acabado liso con liana		0,012
2 Perímetro asfáltico		
2,1 Textura lisa		0,013
2,2 Textura rugosa		0,016
3 Brocal - cuneta y pavimento asfáltico		
3,1 Textura lisa		0,013
3,2 Textura rugosa		0,015
4 Pavimento de concreto		
4,1 Alisado a boca de cepillo		0,014
4,2 Cepillado		0,016
(*)	Cuando la calidad de la construcción es deficiente, usar mayores valores de n	
(**)	Para alineamientos curvos, incrementar los valores de n	

ANEXO 3.3 REACTIVOS PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS MUESTRAS



ANEXO 3.4 ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS EN EL LABORATORIO DE LA UCAB



ANEXOS DEL CAPÍTULO 4

ANEXO 4.1 COMPUERTAS DE LA TOMA DE HIDROCAPITAL EN ESTADO DE OXIDACIÓN

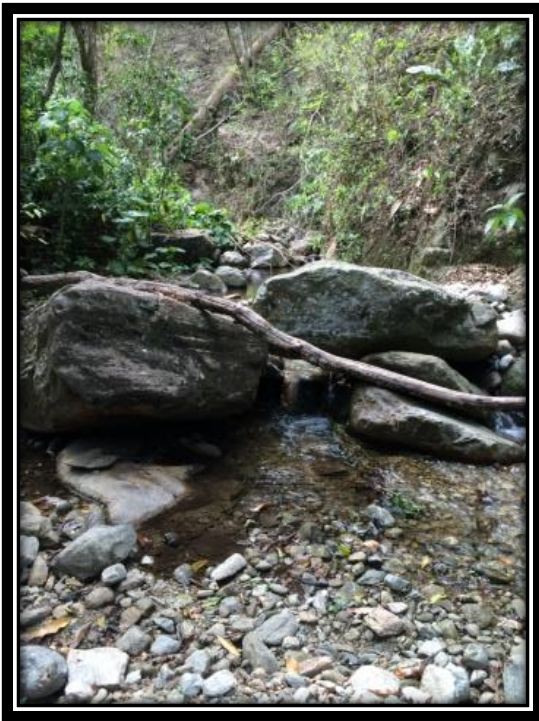


COMPUERTAS

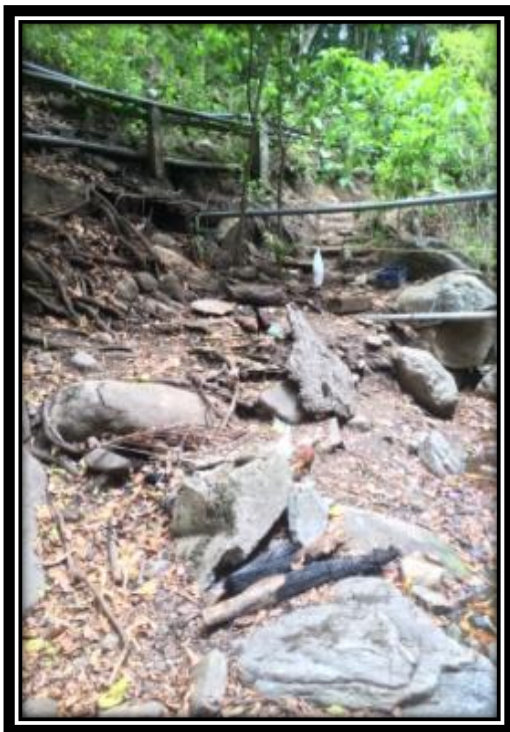
ANEXO 4.2 ESTADO DEL SISTEMA DE DRENAJE



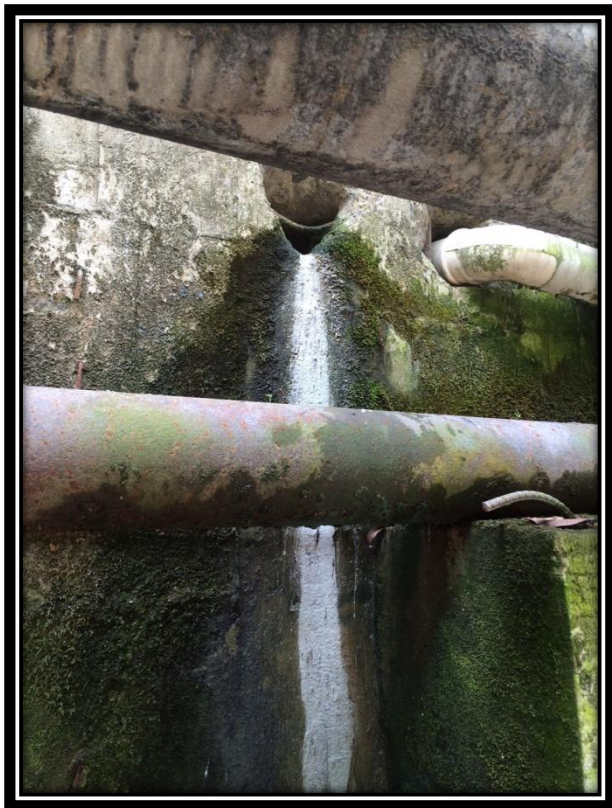
ANEXO 4.3 PRESENCIA DE SEDIMENTOS DE GRAN TAMAÑO EN LA SECCIÓN A PIE DE MONTE



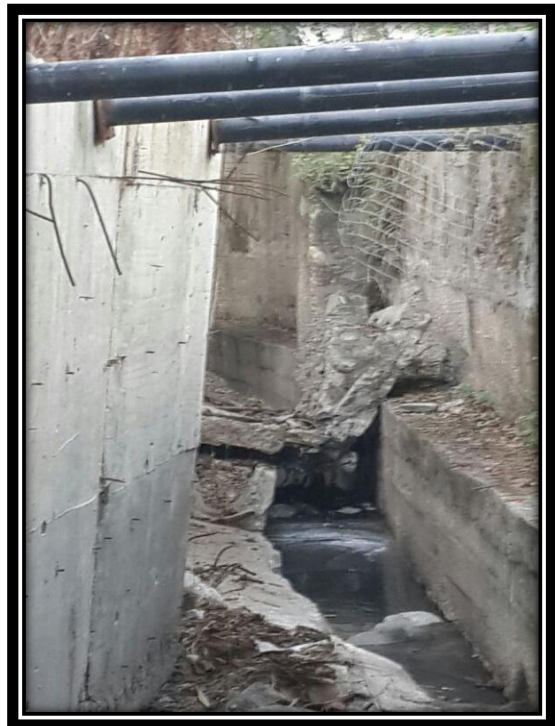
ANEXO 4.4 SECCIÓN AGUAS ABAJO DE LA COTA MIL



ANEXO 4.4 SECCIÓN AGUAS ABAJO DE LA COTA MIL



ANEXO 4.5 ESTADO DEL SISTEMA DE DRENAJE DEL COUNTRY CLUB



ANEXO 4.6 DESCARGAS DE BASURA A LA ALTURA DEL BARRIO CHAPELLIN



ANEXO 4.7 NIVEL ALTO DE SEQUÍA EN LA QUEBRADA



ANEXO 4.8 CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y EL OBSERVATORIO CAJIGAL

AÑO	CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y OBSERVATORIO CAJIGAL						
	MESES	OBS. CAJIGAL mm	LA CARLOTA mm	x.y mm ²	x ² mm ²	(x-X) ² mm ²	(y-Y) ² mm ²
1964	Enero	2	2	4	4	4813,72014	5590,32534
	Febrero	0	0	0	0	5095,24406	5893,39925
	Marzo	0	0	0	0	5095,24406	5893,39925
	Abril	6,2	9	55,8	38,44	4248,55993	4592,56665
	Mayo	103,8	25	2595	10774,44	1050,99297	2679,97534
	Junio	197,2	225	44370	38887,84	15830,4262	21972,584
	Julio	153,6	138	21196,8	23592,96	6759,96754	3749,29925
	Agosto	161,2	125	20150	25985,44	8067,45667	2326,27969
	Septiembre	107,9	88	9495,2	11642,41	1333,63895	126,147081
	Octubre	101,4	93	9430,2	10281,96	901,141666	263,462298
	Noviembre	52,3	25	1307,5	2735,29	364,083731	2679,97534
	Diciembre	29,9	14	418,6	894,01	1720,67156	3939,88186
1965	Enero	56	25	1400	3136	236,574492	2679,97534
	Febrero	16,9	36	608,4	285,61	2968,17699	1662,06882
	Marzo	0	0	0	0	5095,24406	5893,39925
	Abril	4,8	53	254,4	23,04	4433,02667	564,940559
	Mayo	77,6	62	4811,2	6021,76	38,6762314	218,10795
	Junio	101,8	201	20461,8	10363,24	925,316884	15433,471
	Julio	195,3	244	47653,2	38142,09	15355,9239	27966,3819
	Agosto	100	231	23100	10000	819,048405	23787,3623
	Septiembre	85,4	97	8283,8	7293,16	196,532971	409,314472
	Octubre	62,5	83	5187,5	3906,25	78,8717749	38,8318632
	Noviembre	50,6	91	4604,6	2560,36	431,849057	202,536211
	Diciembre	5,2	14	72,8	27,04	4379,92188	3939,88186
1966	Enero	20,5	34	697	420,25	2588,87395	1829,14273
	Febrero	19,8	11	217,8	392,04	2660,59732	4325,49273
	Marzo	0	0	0	0	5095,24406	5893,39925
	Abril	71,2	49	3488,8	5069,44	0,03275313	771,088385
	Mayo	45,4	70	3178	2061,16	675,011231	45,812298
	Junio	167,8	224	37587,2	28156,84	9296,62775	21677,121
	Julio	112,3	139	15609,7	12611,29	1674,36634	3872,7623
	Agosto	99	61	6039	9801	762,810362	248,644907
	Septiembre	67,8	76	5152,8	4596,84	12,8234053	0,59055884
	Octubre	208,2	104	21652,8	43347,24	18719,4447	741,555776
	Noviembre	148,2	115	17043	21963,24	5901,1621	1461,64925
	Diciembre	46,8	59	2761,2	2190,24	604,224492	315,71882

ANEXO 4.8 CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y EL OBSERVATORIO CAJIGAL

AÑO	CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y OBSERVATORIO CAJIGAL						
	MESES	OBS. CAJIGAL mm	LA CARLOTA mm	x.y mm ²	x ² mm ²	(x-X) ² mm ²	(y-Y) ² mm ²
1967	Enero	16,1	14	225,4	259,21	3055,98656	3939,88186
	Febrero	1,8	9	16,2	3,24	4841,51254	4592,56665
	Marzo	10,1	30	303	102,01	3755,3583	2187,29056
	Abril	28,5	29	826,5	812,25	1838,7783	2281,82752
	Mayo	24,1	18	433,8	580,81	2235,49091	3453,73404
	Junio	43,2	96	4147,2	1866,24	794,167536	369,851428
	Julio	131	120	15720	17161	3554,42775	1868,96447
	Agosto	70,6	106	7483,6	4984,36	0,60992704	854,481863
	Septiembre	116,1	92	10681,2	13479,21	1999,79091	231,999254
	Octubre	176,7	55	9718,5	31222,89	11092,0963	473,866646
	Noviembre	94,3	87	8204,1	8892,49	525,281557	104,684037
	Diciembre	24,2	86	2081,2	585,64	2226,04471	85,2209936
1968	Enero	1,1	3	3,3	1,21	4939,41591	5441,78838
	Febrero	41,3	10	413	1705,69	904,865253	4458,02969
	Marzo	2,3	9	20,7	5,29	4772,18156	4592,56665
	Abril	64,9	104	6749,6	4212,01	42,0030792	741,555776
	Mayo	138,9	122	16945,8	19293,21	4558,8183	2045,89056
	Junio	132,2	214	28290,8	17476,84	3698,95341	18832,4906
	Julio	111,7	110	12287	12476,89	1625,62351	1104,33404
	Agosto	57,2	74	4232,8	3271,84	201,100144	7,66447188
	Septiembre	123,1	168	20680,8	15153,61	2674,85721	8323,19056
	Octubre	47,1	59	2778,9	2218,41	589,565905	315,71882
	Noviembre	50	28	1400	2500	457,146231	2378,36447
	Diciembre	28,3	27	764,1	800,89	1855,97069	2476,90143
1969	Enero	41	68	2788	1681	923,00384	76,886211
	Febrero	33,3	36	1198,8	1108,89	1450,16091	1662,06882
	Marzo	32,3	21	678,3	1043,29	1527,32286	3110,12317
	Abril	58,8	105	6174	3457,44	158,281014	797,01882
	Mayo	53,1	81	4301,1	2819,61	334,194166	17,9057762
	Junio	80,9	108	8737,2	6544,81	90,6117749	975,40795
	Julio	72,5	92	6670	5256,25	1,25220965	231,999254
	Agosto	128,3	171	21939,3	16460,89	3239,77504	8879,57969
	Septiembre	116,1	146	16950,6	13479,21	1999,79091	4793,0036
	Octubre	179,5	199	35720,5	32220,25	11689,7229	14940,5449
	Noviembre	58,5	117	6844,5	3422,25	165,919601	1618,57534
	Diciembre	54,2	62	3360,4	2937,64	295,186014	218,10795

ANEXO 4.8 CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y EL OBSERVATORIO CAJIGAL

AÑO	CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y OBSERVATORIO CAJIGAL						
	MESES	OBS. CAJIGAL mm	LA CARLOTA mm	x.y mm ²	x ² mm ²	(x-X) ² mm ²	(y-Y) ² mm ²
1970	Enero	25,5	22	561	650,25	2105,06417	2999,58621
	Febrero	0,1	1	0,1	0,01	5080,97786	5740,8623
	Marzo	80,9	45	3640,5	6544,81	90,6117749	1009,23621
	Abril	27,5	22	605	756,25	1925,54025	2999,58621
	Mayo	90,5	101	9140,5	8190,25	365,536992	587,166646
	Junio	193,6	220	42592	37480,96	14937,4893	20515,2688
	Julio	128,3	182	23350,6	16460,89	3239,77504	11073,6732
	Agosto	130,1	98	12749,8	16926,01	3447,92351	450,777515
	Septiembre	42,3	64	2707,2	1789,29	845,703297	163,034037
	Octubre	82,4	83	6839,2	6789,76	121,41884	38,8318632
	Noviembre	69,5	58	4031	4830,25	3,53807922	352,255776
	Diciembre	43,7	981	42869,7	1909,69	766,236557	817634,645
1971	Enero	11,7	13,7	160,29	136,89	3561,81917	3977,63295
	Febrero	2,3	2,8	6,44	5,29	4772,18156	5471,33578
	Marzo	1,1	5,3	5,83	1,21	4939,41591	5107,74338
	Abril	33,5	130,8	4381,8	1122,25	1434,96851	2919,40534
	Mayo	59,4	59,6	3540,24	3528,36	143,54384	294,756646
	Junio	51,3	65,6	3365,28	2631,69	403,245688	124,734907
	Julio	67,2	84,2	5658,24	4515,84	17,4805792	55,2275154
	Agosto	66,6	131,3	8744,58	4435,56	22,8577531	2973,68686
	Septiembre	68,6	76,3	5234,18	4705,96	7,73384009	0,21947188
	Octubre	102,4	107,1	10967,04	10485,76	962,17971	920,001211
	Noviembre	74,8	26,1	1952,28	5595,04	11,6897097	2567,29469
	Diciembre	45,8	36	1648,8	2097,64	654,386449	1662,06882
1972	Enero	35,9	46,1	1654,99	1288,81	1258,89982	940,555559
	Febrero	10,4	5,2	54,08	108,16	3718,67971	5122,04708
	Marzo	114,5	28,3	3240,35	13110,25	1859,25004	2349,19338
	Abril	104,8	38	3982,4	10983,04	1116,83101	1502,99491
	Mayo	120,6	102,1	12313,26	14544,36	2422,5121	641,685994
	Junio	58,7	64,6	3792,02	3445,69	160,80721	148,071863
	Julio	52,3	68,9	3603,47	2735,29	364,083731	61,9129501
	Agosto	37,9	48,4	1834,36	1436,41	1120,97591	804,770559
	Septiembre	28	40,6	1136,8	784	1881,90927	1308,15882
	Octubre	217,4	100,5	21848,7	47262,76	21321,5547	563,185124
	Noviembre	28,6	56,5	1615,9	817,96	1830,2121	410,811211
	Diciembre	16	7,1	113,6	256	3067,05275	4853,69686

ANEXO 4.8 CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y EL OBSERVATORIO CAJIGAL

AÑO	CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y OBSERVATORIO CAJIGAL						
	MESES	OBS. CAJIGAL mm	LA CARLOTA mm	x.y mm ²	x ² mm ²	(x-X) ² mm ²	(y-Y) ² mm ²
1973	Enero	0,4	17	6,8	0,16	5038,29927	3572,27099
	Febrero	0,2	0,4	0,08	0,04	5066,73167	5832,14447
	Marzo	0	0,1	0	0	5095,24406	5878,05556
	Abril	52,2	42,3	2208,06	2724,84	367,909927	1188,07599
	Mayo	20,1	22,3	448,23	404,01	2629,73873	2966,81512
	Junio	64,9	58,5	3796,65	4212,01	42,0030792	333,737298
	Julio	23,6	44,9	1059,64	556,96	2283,02188	1015,59991
	Agosto	125,3	125,2	15687,56	15700,09	2907,26091	2345,6123
	Septiembre	112,8	80,1	9035,28	12723,84	1715,53536	11,0990371
	Octubre	80,2	87,4	7009,48	6432,04	77,7751444	113,029254
	Noviembre	108	86,1	9298,8	11664	1340,95275	87,077298
	Diciembre	54,8	27,1	1485,08	3003,04	274,92884	2466,95773
1974	Enero	12,4	17,1	212,04	153,76	3478,7558	3560,3273
	Febrero	14	8,1	113,4	196	3292,57667	4715,35991
	Marzo	8,8	1	8,8	77,44	3916,37884	5740,8623
	Abril	3,2	0,3	0,96	10,24	4648,6458	5847,42817
	Mayo	81,5	44,2	3602,3	6642,25	102,394601	1060,70578
	Junio	54,7	38,6	2111,42	2992,09	278,255036	1456,83273
	Julio	192,2	168,1	32308,82	36940,84	14597,236	8341,44686
	Agosto	228,6	110,1	25168,86	52257,96	24717,8208	1110,99034
	Septiembre	99,9	167,2	16703,28	9980,01	813,334601	8177,86012
	Octubre	177,9	156,6	27859,14	31648,41	11346,302	6373,07186
	Noviembre	72	69,6	5011,2	5184	0,38318791	51,3870806
	Diciembre	3,6	5,2	18,72	12,96	4594,26101	5122,04708
1975	Enero	5,3	3,8	20,14	28,09	4366,69569	5324,39882
	Febrero	6,3	3,8	23,94	39,69	4235,53373	5324,39882
	Marzo	0	0,2	0	0	5095,24406	5862,73186
	Abril	22,2	36,8	816,96	492,84	2418,76862	1597,47925
	Mayo	91,5	21	1921,5	8372,25	404,775036	3110,12317
	Junio	72,2	59,3	4281,46	5212,84	0,67079661	305,147733
	Julio	62,5	40,2	2512,5	3906,25	78,8717749	1337,2536
	Agosto	193	185,5	35801,5	37249	14791,1864	11822,5438
	Septiembre	167	215,4	35971,8	27889	9142,99732	19218,6988
	Octubre	190,1	199,4	37905,94	36138,01	14094,2061	15038,4901
	Noviembre	66,1	45,4	3000,94	4369,21	27,8887314	983,981428
	Diciembre	87,6	137,4	12036,24	7673,76	263,056666	3676,18143

ANEXO 4.8 CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y EL OBSERVATORIO CAJIGAL

AÑO	CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y OBSERVATORIO CAJIGAL						
	MESES	OBS. CAJIGAL mm	LA CARLOTA mm	x.y mm ²	x ² mm ²	(x-X) ² mm ²	(y-Y) ² mm ²
1976	Enero	12,2	10,6	129,32	148,84	3502,38819	4378,26752
	Febrero	9,2	31,7	291,64	84,64	3866,47406	2031,16773
	Marzo	11,4	12,8	145,92	129,96	3597,71775	4091,96621
	Abril	26	48,6	1263,6	676	2059,43319	793,463168
	Mayo	10,8	19,7	212,76	116,64	3670,05493	3256,81121
	Junio	100,4	150	15060	10080,16	842,103623	5362,85578
	Julio	107,5	161,7	17382,75	11556,25	1304,58373	7213,36338
	Agosto	132,3	106,5	14089,95	17503,29	3711,12721	883,963385
	Septiembre	17,8	68,5	1219,3	316,84	2870,92123	68,3677328
	Octubre	167,7	193,6	32466,72	28123,29	9277,35395	13649,6045
	Noviembre	57,5	22,2	1276,5	3306,25	192,681557	2977,71882
	Diciembre	32,6	22,1	720,46	1062,76	1503,96427	2988,64252
1977	Enero	0	0	0	0	5095,24406	5893,39925
	Febrero	1,3	1,2	1,56	1,69	4911,34351	5710,59491
	Marzo	2,2	1,2	2,64	4,84	4786,00775	5710,59491
	Abril	0,1	0,2	0,02	0,01	5080,97786	5862,73186
	Mayo	77,9	107,2	8350,88	6068,41	42,4976444	926,077515
	Junio	136,4	89,2	12166,88	18604,96	4227,47319	154,542733
	Julio	78,1	110,5	8630,05	6099,61	45,1452531	1137,81556
	Agosto	140,2	187,5	26287,5	19656,04	4736,05775	12261,4699
	Septiembre	65,8	69,1	4546,78	4329,64	31,1473183	58,8055588
	Octubre	132,2	80	10576	17476,84	3698,95341	10,4427328
	Noviembre	82	98,7	8093,4	6724	112,763623	480,991646
	Diciembre	3,4	3,7	12,58	11,56	4621,41341	5339,00252
1978	Enero	0	1	0	0	5095,24406	5740,8623
	Febrero	0	1	0	0	5095,24406	5740,8623
	Marzo	4,3	1	4,3	18,49	4499,85764	5740,8623
	Abril	68,8	1	68,8	4733,44	6,66144878	5740,8623
	Mayo	96,8	56	5420,8	9370,24	646,126666	431,329689
	Junio	102,3	111	11355,3	10465,29	955,985905	1171,79708
	Julio	86	104	8944	7396	213,715797	741,555776
	Agosto	57,8	29	1676,2	3340,84	184,442971	2281,82752
	Septiembre	37,4	45	1683	1398,76	1154,70688	1009,23621
	Octubre	108	198	21384	11664	1340,95275	14697,0819
	Noviembre	40,9	64	2617,6	1672,81	929,090036	163,034037
	Diciembre	39,5	47	1856,5	1560,25	1016,39677	886,162298

ANEXO 4.8 CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y EL OBSERVATORIO CAJIGAL

AÑO	CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y OBSERVATORIO CAJIGAL						
	MESES	OBS. CAJIGAL mm	LA CARLOTA mm	x.y mm ²	x ² mm ²	(x-X) ² mm ²	(y-Y) ² mm ²
1979	Enero	12,3	1	12,3	151,29	3490,56199	5740,8623
	Febrero	1,6	0	0	2,56	4869,38493	5893,39925
	Marzo	25,4	95	2413	645,16	2114,25036	332,388385
	Abril	45,8	50	2290	2097,64	654,386449	716,551428
	Mayo	81,7	53	4330,1	6674,89	106,48221	564,940559
	Junio	171,5	211	36186,5	29412,25	10023,8185	18018,1014
	Julio	68,6	119	8163,4	4705,96	7,73384009	1783,50143
	Agosto	74,2	157	11649,4	5505,64	7,94688357	6437,09708
	Septiembre	105,8	184	19467,2	11193,64	1184,66906	11498,5993
	Octubre	142,7	126	17980,2	20363,29	5086,40286	2423,74273
	Noviembre	43	132	5676	1849	805,479927	3050,52099
	Diciembre	84,5	82	6929	7140,25	172,108731	27,3688197
1980	Enero	10,8	7	75,6	116,64	3670,05493	4867,64056
	Febrero	4,4	2	8,8	19,36	4486,45145	5590,32534
	Marzo	0	0	0	0	5095,24406	5893,39925
	Abril	61	68	4148	3721	107,76471	76,886211
	Mayo	77	83	6391	5929	31,5734053	38,8318632
	Junio	46,4	102	4732,8	2152,96	624,049275	636,629689
	Julio	128,3	169	21682,7	16460,89	3239,77504	8506,6536
	Agosto	121,3	158	19165,4	14713,69	2491,90873	6598,56012
	Septiembre	182	209	38038	33124	12236,568	17485,1753
	Octubre	55,6	75	4170	3091,36	249,039275	3,12751536
	Noviembre	66,1	85	5618,5	4369,21	27,8887314	67,7579501
	Diciembre	18,1	9	162,9	327,61	2838,86264	4592,56665
1981	Enero	7,5	8	60	56,25	4080,77938	4729,1036
	Febrero	69,8	123	8585,4	4872,04	2,49949226	2137,3536
	Marzo	8,9	13	115,7	79,21	3903,87264	4066,41882
	Abril	207,8	222	46131,6	43180,84	18610,1495	21092,1949
	Mayo	125,5	166	20833	15750,25	2928,86851	7962,26447
	Junio	92,2	154	14198,8	8500,84	433,431666	5964,70795
	Julio	137,6	131	18025,6	18933,76	4384,95884	2941,05795
	Agosto	110	118	12980	12100	1491,42884	1700,03838
	Septiembre	100,7	147	14802,9	10140,49	859,605036	4932,46665
	Octubre	0	72	0	0	5095,24406	22,7383849
	Noviembre	58,4	15	876	3410,56	168,505797	3815,34491
	Diciembre	22	27	594	484	2438,48101	2476,90143

ANEXO 4.8 CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y EL OBSERVATORIO CAJIGAL

AÑO	CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y OBSERVATORIO CAJIGAL						
	MESES	OBS. CAJIGAL mm	LA CARLOTA mm	x.y mm ²	x ² mm ²	(x-X) ² mm ²	(y-Y) ² mm ²
1982	Enero	28,3	32	905,6	800,89	1855,97069	2004,21665
	Febrero	15,7	6	94,2	246,49	3100,37134	5008,17752
	Marzo	8,8	1	8,8	77,44	3916,37884	5740,8623
	Abril	73,8	72	5313,6	5446,44	5,85166617	22,7383849
	Mayo	87,8	154	13521,2	7708,84	269,584275	5964,70795
	Junio	108,7	231	25109,7	11815,69	1392,70938	23787,3623
	Julio	55,9	100	5590	3124,81	239,660688	539,703602
	Agosto	51,8	65	3367	2683,24	383,41471	138,497081
	Septiembre	99,3	91	9036,3	9860,49	779,471775	202,536211
	Octubre	124,6	60	7476	15525,16	2832,26427	281,181863
	Noviembre	3,2	28	89,6	10,24	4648,6458	2378,36447
	Diciembre	29,6	15	444	876,16	1745,65014	3815,34491
1983	Enero	26,6	26	691,6	707,56	2005,33601	2577,43838
	Febrero	0	9	0	0	5095,24406	4592,56665
	Marzo	0	0	0	0	5095,24406	5893,39925
	Abril	49,3	58	2859,4	2430,49	487,569601	352,255776
	Mayo	75	95	7125	5625	13,0973183	332,388385
	Junio	77	130	10010	5929	31,5734053	2833,59491
	Julio	68,2	85	5797	4651,24	10,1186227	67,7579501
	Agosto	73,2	78	5709,6	5358,24	3,30884009	1,51664579
	Septiembre	93,9	85	7981,5	8817,21	507,10634	67,7579501
	Octubre	55,8	100	5580	3113,64	242,766884	539,703602
	Noviembre	8,7	13	113,1	75,69	3928,90504	4066,41882
	Diciembre	6,5	4	26	42,25	4209,54134	5295,25143
1984	Enero	44,7	12	536,4	1998,09	711,874601	4194,95578
	Febrero	9,1	17	154,7	82,81	3878,92025	3572,27099
	Marzo	0	0	0	0	5095,24406	5893,39925
	Abril	26	45	1170	676	2059,43319	1009,23621
	Mayo	17,2	25	430	295,84	2935,57841	2679,97534
	Junio	24,4	46	1122,4	595,36	2207,21232	946,699254
	Julio	120,1	186	22338,6	14424,01	2373,54308	11931,5253
	Agosto	70,8	116	8212,8	5012,64	0,33753574	1539,1123
	Septiembre	119,6	153	18298,8	14304,16	2325,07406	5811,24491
	Octubre	114,9	140	16086	13202,01	1893,90525	3998,22534
	Noviembre	95,6	101	9655,6	9139,36	586,561014	587,166646
	Diciembre	40,7	94	3825,8	1656,49	941,322427	296,925341

ANEXO 4.8 CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y EL OBSERVATORIO CAJIGAL

AÑO	CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y OBSERVATORIO CAJIGAL						
	MESES	OBS. CAJIGAL mm	LA CARLOTA mm	x.y mm ²	x ² mm ²	(x-X) ² mm ²	(y-Y) ² mm ²
1985	Enero	2,7	3	8,1	7,29	4717,07677	5441,78838
	Febrero	10	13	130	100	3767,62449	4066,41882
	Marzo	9,1	12	109,2	82,81	3878,92025	4194,95578
	Abril	48,5	94	4559	2352,25	523,539166	296,925341
	Mayo	28,3	34	962,2	800,89	1855,97069	1829,14273
	Junio	44,6	103	4593,8	1989,16	717,220797	688,092733
	Julio	95,6	118	11280,8	9139,36	586,561014	1700,03838
	Agosto	82,2	120	9864	6756,84	117,051231	1868,96447
	Septiembre	105,5	61	6435,5	11130,25	1164,10764	248,644907
	Octubre	79,4	214	16991,6	6304,36	64,3047097	18832,4906
	Noviembre	149,2	103	15367,6	22260,64	6055,80014	688,092733
	Diciembre	135,3	119	16100,7	18306,09	4085,64134	1783,50143
1986	Enero	2	1	2	4	4813,72014	5740,8623
	Febrero	1,1	2	2,2	1,21	4939,41591	5590,32534
	Marzo	1,7	11	18,7	2,89	4855,43873	4325,49273
	Abril	33,5	70	2345	1122,25	1434,96851	45,812298
	Mayo	79,4	126	10004,4	6304,36	64,3047097	2423,74273
	Junio	140,1	107	14990,7	19628,01	4722,30395	913,944907
	Julio	30	46	1380	900	1712,38536	946,699254
	Agosto	84	151	12684	7056	159,23971	5510,31882
	Septiembre	136	123	16728	18496	4175,61797	2137,3536
	Octubre	205,2	118	24213,6	42107,04	17907,5306	1700,03838
	Noviembre	49	61	2989	2401	500,908188	248,644907
	Diciembre	23,2	30	696	538,24	2321,40667	2187,29056
1987	Enero	14,1	19	267,9	198,81	3281,11047	3337,19708
	Febrero	0,5	1	0,5	0,25	5024,11308	5740,8623
	Marzo	0,9	0	0	0,81	4967,5683	5893,39925
	Abril	0	0	0	0	5095,24406	5893,39925
	Mayo	220,2	279	61435,8	48488,04	22147,1012	40897,5884
	Junio	65,1	87	5663,7	4238,01	39,4506879	104,684037
	Julio	97,7	127	12407,9	9545,29	692,690905	2523,20578
	Agosto	111,2	195	21684	12365,44	1585,55449	13978,6927
	Septiembre	102,4	106	10854,4	10485,76	962,17971	854,481863
	Octubre	166,1	197	32721,7	27589,21	8971,69308	14455,6188
	Noviembre	103,9	111	11532,9	10795,21	1057,48677	1171,79708
	Diciembre	30,6	43	1315,8	936,36	1663,08819	1140,31012

ANEXO 4.8 CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y EL OBSERVATORIO CAJIGAL

AÑO	CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y OBSERVATORIO CAJIGAL						
	MESES	OBS. CAJIGAL mm	LA CARLOTA mm	x.y mm ²	x ² mm ²	(x-X) ² mm ²	(y-Y) ² mm ²
1988	Enero	7,2	9	64,8	51,84	4119,19797	4592,56665
	Febrero	18,8	8	150,4	353,44	2764,75927	4729,1036
	Marzo	5,4	2	10,8	29,16	4353,48949	5590,32534
	Abril	11,5	1	11,5	132,25	3585,73156	5740,8623
	Mayo	16,6	24	398,4	275,56	3000,95558	2784,5123
	Junio	242,8	125	30350	58951,84	29384,481	2326,27969
	Julio	69,8	62	4327,6	4872,04	2,49949226	218,10795
	Agosto	200,6	187	37512,2	40240,36	16697,5556	12150,9884
	Septiembre	128,8	160	20608	16589,44	3296,94406	6927,48621
	Octubre	183,8	249	45766,2	33782,44	12638,0364	29663,6971
	Noviembre	81,6	58	4732,8	6658,56	104,428405	352,255776
	Diciembre	57,2	58	3317,6	3271,84	201,100144	352,255776
1989	Enero	5,7	8	45,6	32,49	4313,99091	4729,1036
	Febrero	13,4	4	53,6	179,56	3361,79384	5295,25143
	Marzo	17,3	7	121,1	299,29	2924,75221	4867,64056
	Abril	0,1	10	1	0,01	5080,97786	4458,02969
	Mayo	156	135	21060	24336	7160,37884	3390,91012
	Junio	64,1	68	4358,8	4108,81	53,0126444	76,886211
	Julio	144,9	124	17967,6	20996,01	5405,04656	2230,81665
	Agosto	126,4	76	9606,4	15976,96	3027,09275	0,59055884
	Septiembre	173	79	13667	29929	10326,4256	4,97968927
	Octubre	57,3	20	1146	3283,29	198,273949	3222,66012
	Noviembre	161,4	92	14848,8	26049,96	8103,42427	231,999254
	Diciembre	7,5	2	15	56,25	4080,77938	5590,32534
1990	Enero	11,8	10	118	139,24	3549,89297	4458,02969
	Febrero	28,2	13	366,6	795,24	1864,59688	4066,41882
	Marzo	0,3	12	3,6	0,09	5052,50547	4194,95578
	Abril	32,5	49	1592,5	1056,25	1511,73047	771,088385
	Mayo	94,5	122	11529	8930,25	534,489166	2045,89056
	Junio	162,3	239	38789,7	26341,29	8266,26851	26319,0666
	Julio	136,6	123	16801,8	18659,56	4253,5208	2137,3536
	Agosto	165,8	130	21554	27489,64	8914,95167	2833,59491
	Septiembre	117,5	223	26202,5	13806,25	2126,96417	21383,658
	Octubre	243,3	277	67394,1	59194,89	29556,15	40092,6623
	Noviembre	78,5	103	8085,5	6162,25	50,6804705	688,092733
	Diciembre	89,7	31	2780,7	8046,09	335,586557	2094,7536

ANEXO 4.8 CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y EL OBSERVATORIO CAJIGAL

AÑO	CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y OBSERVATORIO CAJIGAL						
	MESES	OBS. CAJIGAL mm	LA CARLOTA mm	x.y mm ²	x ² mm ²	(x-X) ² mm ²	(y-Y) ² mm ²
1991	Enero	16,9	11	185,9	285,61	2968,17699	4325,49273
	Febrero	1,3	3	3,9	1,69	4911,34351	5441,78838
	Marzo	35,1	64	2246,4	1232,01	1316,30938	163,034037
	Abril	42,1	12	505,2	1772,41	857,375688	4194,95578
	Mayo	2,3	1	2,3	5,29	4772,18156	5740,8623
	Junio	59,7	73	4358,1	3564,09	136,445253	14,2014284
	Julio	58,3	45	2623,5	3398,89	171,111992	1009,23621
	Agosto	179,8	160	28768	32328,04	11754,6843	6927,48621
	Septiembre	81,2	149	12098,8	6593,44	96,4131879	5217,39273
	Octubre	98,2	83	8150,6	9643,24	719,259927	38,8318632
	Noviembre	141,8	237	33606,6	20107,24	4958,83862	25674,1406
	Diciembre	25,6	34	870,4	655,36	2095,89797	1829,14273
1992	Enero	6,7	4	26,8	44,89	4183,62895	5295,25143
	Febrero	5	2	10	25	4406,43427	5590,32534
	Marzo	0	0	0	0	5095,24406	5893,39925
	Abril	12,3	46	565,8	151,29	3490,56199	946,699254
	Mayo	66,1	135	8923,5	4369,21	27,8887314	3390,91012
	Junio	148,4	154	22853,6	22022,56	5931,92971	5964,70795
	Julio	117,2	173	20275,6	13735,84	2099,38275	9260,50578
	Agosto	126,9	85	10786,5	16103,61	3082,36177	67,7579501
	Septiembre	155,8	85	13243	24273,64	7126,57123	67,7579501
	Octubre	81,8	21	1717,8	6691,24	108,556014	3110,12317
	Noviembre	90,5	165	14932,5	8190,25	365,536992	7784,80143
	Diciembre	56,7	57	3231,9	3214,89	215,531123	390,792733
1993	Enero	8,8	10	88	77,44	3916,37884	4458,02969
	Febrero	2,4	9	21,6	5,76	4758,37536	4592,56665
	Marzo	33,1	8	264,8	1095,61	1465,4333	4729,1036
	Abril	87,5	64	5600	7656,25	259,822862	163,034037
	Mayo	107,6	94	10114,4	11577,76	1311,81754	296,925341
	Junio	147,5	170	25075	21756,25	5794,10547	8692,11665
	Julio	145,5	95	13822,5	21170,25	5493,62938	332,388385
	Agosto	241,9	199	48138,1	58515,61	29076,7368	14940,5449
	Septiembre	93,7	83	7777,1	8779,69	498,138731	38,8318632
	Octubre	52,3	33	1725,9	2735,29	364,083731	1915,67969
	Noviembre	77,3	76	5874,8	5975,29	35,0348183	0,59055884
	Diciembre	7,3	15	109,5	53,29	4106,37177	3815,34491

ANEXO 4.8 CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y EL OBSERVATORIO CAJIGAL

AÑO	CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y OBSERVATORIO CAJIGAL						
	MESES	OBS. CAJIGAL mm	LA CARLOTA mm	x.y mm ²	x ² mm ²	(x-X) ² mm ²	(y-Y) ² mm ²
1994	Enero	0,6	1	0,6	0,36	5009,94688	5740,8623
	Febrero	5,6	4	22,4	31,36	4327,1371	5295,25143
	Marzo	0,4	4	1,6	0,16	5038,29927	5295,25143
	Abril	61,4	30	1842	3769,96	99,619927	2187,29056
	Mayo	63,1	50	3155	3981,61	68,574601	716,551428
	Junio	99,3	100	9930	9860,49	779,471775	539,703602
	Julio	132,7	159	21099,3	17609,29	3760,02243	6762,02317
	Agosto	132,3	76	10054,8	17503,29	3711,12721	0,59055884
	Septiembre	107,7	61	6569,7	11599,29	1319,07134	248,644907
	Octubre	175,8	154	27073,2	30905,64	10903,3321	5964,70795
	Noviembre	107,4	114	12243,6	11534,76	1297,36993	1386,18621
	Diciembre	27,3	27	737,1	745,29	1943,13264	2476,90143
1995	Enero	0,2	7	1,4	0,04	5066,73167	4867,64056
	Febrero	0,3	0	0	0,09	5052,50547	5893,39925
	Marzo	48,8	116	5660,8	2381,44	509,900579	1539,1123
	Abril	34,1	109	3716,9	1162,81	1389,87134	1038,87099
	Mayo	56,7	25	1417,5	3214,89	215,531123	2679,97534
	Junio	129,8	152	19729,6	16848,04	3412,7821	5659,78186
	Julio	129,4	94	12163,6	16744,36	3366,20688	296,925341
	Agosto	205,2	80	16416	42107,04	17907,5306	10,4427328
	Septiembre	81,9	73	5978,7	6707,61	110,649818	14,2014284
	Octubre	157,6	111	17493,6	24837,76	7433,71971	1171,79708
	Noviembre	122,7	53	6503,1	15055,29	2633,64199	564,940559
	Diciembre	1,8	0	0	3,24	4841,51254	5893,39925
1996	Enero	22,5	6,3	141,75	506,25	2389,35004	4965,80643
	Febrero	8	3	24	64	4017,14841	5441,78838
	Marzo	0	0,5	0	0	5095,24406	5816,88078
	Abril	0,9	0	0	0,81	4967,5683	5893,39925
	Mayo	55,6	48,9	2718,84	3091,36	249,039275	776,652081
	Junio	125,3	200,4	25110,12	15700,09	2907,26091	15284,7532
	Julio	354,9	262,2	93054,78	125954,01	80383,0357	34384,8493
	Agosto	128,2	130	16666	16435,24	3228,40123	2833,59491
	Septiembre	178,3	88	15690,4	31790,89	11431,6772	126,147081
	Octubre	171,9	109	18737,1	29549,61	10104,0737	1038,87099
	Noviembre	103	223,6	23030,8	10609	999,762536	21559,4958
	Diciembre	64,4	78,5	5055,4	4147,36	48,7340575	2,99816753

ANEXO 4.8 CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y EL OBSERVATORIO CAJIGAL

AÑO	CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y OBSERVATORIO CAJIGAL						
	MESES	OBS. CAJIGAL mm	LA CARLOTA mm	x.y mm ²	x ² mm ²	(x-X) ² mm ²	(y-Y) ² mm ²
1997	Enero	53,3	16	852,8	2840,89	326,921775	3692,80795
	Febrero	51,7	23	1189,1	2672,89	387,340905	2891,04925
	Marzo	0,5	0	0	0,25	5024,11308	5893,39925
	Abril	8,6	14	120,4	73,96	3941,45123	3939,88186
	Mayo	71,9	42	3019,8	5169,61	0,26938357	1208,84708
	Junio	143,9	105	15109,5	20707,21	5259,00851	797,01882
	Julio	143,6	85	12206	20620,96	5215,5871	67,7579501
	Agosto	74,4	55	4092	5535,36	9,11449226	473,866646
	Septiembre	152,3	69	10508,7	23195,29	6547,88808	60,3492545
	Octubre	153,9	129	19853,1	23685,21	6809,38895	2728,13186
	Noviembre	47,4	36	1706,4	2246,76	575,087318	1662,06882
	Diciembre	6,1	17	103,7	37,21	4261,60612	3572,27099
1998	Enero	0	2	0	0	5095,24406	5590,32534
	Febrero	0,6	0	0	0,36	5009,94688	5893,39925
	Marzo	48,2	47	2265,4	2323,24	537,357753	886,162298
	Abril	111,3	7	779,1	12387,69	1593,5283	4867,64056
	Mayo	93,4	114	10647,6	8723,56	484,837318	1386,18621
	Junio	159,3	185	29470,5	25376,49	7729,75438	11714,0623
	Julio	130,7	87	11370,9	17082,49	3518,74634	104,684037
	Agosto	74,2	62	4600,4	5505,64	7,94688357	218,10795
	Septiembre	100,1	76	7607,6	10020,01	824,78221	0,59055884
	Octubre	44,9	70	3143	2016,01	701,24221	45,812298
	Noviembre	50,4	56	2822,4	2540,16	440,201449	431,329689
	Diciembre	25,2	46	1159,2	635,04	2132,68275	946,699254
1999	Enero	18	15	270	324	2849,52884	3815,34491
	Febrero	4,1	25	102,5	16,81	4526,73004	2679,97534
	Marzo	10	10	100	100	3767,62449	4458,02969
	Abril	119,3	131	15628,3	14232,49	2296,23264	2941,05795
	Mayo	10,4	29	301,6	108,16	3718,67971	2281,82752
	Junio	69,3	39	2702,7	4802,49	4,33047052	1426,45795
	Julio	90,3	120	10836	8154,09	357,929384	1868,96447
	Agosto	156,6	106	16599,6	24523,56	7262,28167	854,481863
	Septiembre	97	171	16587	9409	656,334275	8879,57969
	Octubre	154,5	196	30282	23870,25	6908,77177	14216,1558
	Noviembre	128,7	48	6177,6	16563,69	3285,47025	827,625341
	Diciembre	181,3	205	37166,5	32869,69	12082,1913	16443,3232

ANEXO 4.8 CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y EL OBSERVATORIO CAJIGAL

AÑO	CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y OBSERVATORIO CAJIGAL						
	MESES	OBS. CAJIGAL mm	LA CARLOTA mm	x.y mm ²	x ² mm ²	(x-X) ² mm ²	(y-Y) ² mm ²
2000	Enero	53,6	43	2304,8	2872,96	316,163188	1140,31012
	Febrero	30,8	31	954,8	948,64	1646,8158	2094,7536
	Marzo	37,5	29	1087,5	1406,25	1147,92069	2281,82752
	Abril	7,4	6	44,4	54,76	4093,56558	5008,17752
	Mayo	41,5	70	2905	1722,25	892,872862	45,812298
	Junio	84,2	84	7072,8	7089,64	164,327318	52,2949067
	Julio	91,8	182	16707,6	8427,24	416,936449	11073,6732
	Agosto	94,9	43	4080,7	9006,01	553,144384	1140,31012
	Septiembre	176,4	121	21344,4	31116,96	11028,9949	1956,42752
	Octubre	78,9	123	9704,7	6225,21	56,5356879	2137,3536
	Noviembre	106	108	11448	11236	1198,47667	975,40795
	Diciembre	13,1	16	209,6	171,61	3396,67243	3692,80795
2001	Enero	0	0,4	0	0	5095,24406	5832,14447
	Febrero	3,6	2,8	10,08	12,96	4594,26101	5471,33578
	Marzo	0,1	9,1	0,91	0,01	5080,97786	4579,02295
	Abril	7,4	9,9	73,26	54,76	4093,56558	4471,39338
	Mayo	38,5	39,7	1528,45	1482,25	1081,15873	1374,07208
	Junio	67,3	71,4	4805,22	4529,29	16,6543836	28,8205588
	Julio	58,9	106,3	6261,07	3469,21	155,774818	872,110776
	Agosto	115,8	88,2	10213,56	13409,64	1973,04949	130,679689
	Septiembre	55,2	58,4	3223,68	3047,04	261,824057	337,400994
	Octubre	161,6	180	29088	26114,56	8139,47188	10656,7471
	Noviembre	98,1	105	10300,5	9623,61	713,906123	797,01882
	Diciembre	70,1	43	3014,3	4914,01	1,6409053	1140,31012
2002	Enero	7,6	7	53,2	57,76	4068,01319	4867,64056
	Febrero	0,8	8,4	6,72	0,64	4981,67449	4674,24882
	Marzo	5	10,2	51	25	4406,43427	4431,3623
	Abril	59,3	80	4744	3516,49	145,950036	10,4427328
	Mayo	83,1	91	7562,1	6905,61	137,335471	202,536211
	Junio	91,5	84	7686	8372,25	404,775036	52,2949067
	Julio	86,8	83	7204,4	7534,24	237,746231	38,8318632
	Agosto	63	64,8	4082,4	3969	70,2407966	143,244472
	Septiembre	100,2	94	9418,8	10040,04	830,536014	296,925341
	Octubre	73,7	76	5601,2	5431,69	5,37786183	0,59055884
	Noviembre	38,8	23	892,4	1505,44	1061,52014	2891,04925
	Diciembre	22,7	15	340,5	515,29	2369,83764	3815,34491

ANEXO 4.8 CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y EL OBSERVATORIO CAJIGAL

AÑO	CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y OBSERVATORIO CAJIGAL						
	MESES	OBS. CAJIGAL mm	LA CARLOTA mm	x.y mm ²	x ² mm ²	(x-X) ² mm ²	(y-Y) ² mm ²
2003	Enero	1,1	0,5	0,55	1,21	4939,41591	5816,88078
	Febrero	0	0,7	0	0	5095,24406	5786,41338
	Marzo	0	0	0	0	5095,24406	5893,39925
	Abril	36,5	25	912,5	1332,25	1216,68264	2679,97534
	Mayo	34,7	46	1596,2	1204,09	1345,49417	946,699254
	Junio	89	102,6	9131,4	7921	310,429927	667,267515
	Julio	140,8	224,3	31581,44	19824,64	4819,00058	21765,5499
	Agosto	53,9	47,6	2565,64	2905,21	305,584601	850,800124
	Septiembre	136,5	81	11056,5	18632,25	4240,48699	17,9057762
	Octubre	145	213	30885	21025	5419,76036	18559,0275
	Noviembre	129	30	3870	16641	3319,95167	2187,29056
	Diciembre	49,2	35	1722	2420,64	491,995797	1744,60578
2004	Enero	9,9	10,4	102,96	98,01	3779,91069	4404,77491
	Febrero	3,4	2,7	9,18	11,56	4621,41341	5486,13947
	Marzo	2,1	1,2	2,52	4,41	4799,85395	5710,59491
	Abril	40,4	47,6	1923,04	1632,16	959,821014	850,800124
	Mayo	137,4	138	18961,2	18878,76	4358,51123	3749,29925
	Junio	77,3	94,8	7328,04	5975,29	35,0348183	325,135776
	Julio	91,2	88,3	8052,96	8317,44	392,793623	132,975994
	Agosto	53,3	46,1	2457,13	2840,89	326,921775	940,555559
	Septiembre	164,2	115,6	18981,52	26961,64	8615,3708	1507,88708
	Octubre	221,6	70,6	15644,96	49106,56	22565,7545	38,0501241
	Noviembre	96,1	177,9	17096,19	9235,21	611,030036	10227,5847
	Diciembre	43,1	24,9	1073,19	1857,61	799,813731	2690,33904
2005	Enero	66,6	58	3862,8	4435,56	22,8577531	352,255776
	Febrero	72,2	187,2	13515,84	5212,84	0,67079661	12195,121
	Marzo	0,6	0	0	0,36	5009,94688	5893,39925
	Abril	54,6	90,5	4941,3	2981,16	281,601231	188,554689
	Mayo	148,4	112,6	16709,84	22022,56	5931,92971	1283,89795
	Junio	133,2	178,6	23789,52	17742,24	3821,59145	10369,6588
	Julio	143,7	108,2	15548,34	20649,69	5230,04091	987,940559
	Agosto	129,3	148,2	19162,26	16718,49	3354,61308	5102,4623
	Septiembre	96,5	62,9	6069,85	9312,25	630,965253	192,334689
	Octubre	60,4	58,4	3527,36	3648,16	120,581884	337,400994
	Noviembre	229,1	228	52234,8	52486,81	24875,2898	22870,9732
	Diciembre	65,9	37,2	2451,48	4342,81	30,0411227	1565,66447

ANEXO 4.8 CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y EL OBSERVATORIO CAJIGAL

AÑO	CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y OBSERVATORIO CAJIGAL						
	MESES	OBS. CAJIGAL mm	LA CARLOTA mm	x.y mm ²	x ² mm ²	(x-X) ² mm ²	(y-Y) ² mm ²
2006	Enero	118,8	118,4	14065,92	14113,44	2248,56362	1733,1836
	Febrero	33,2	36,7	1218,44	1102,24	1457,7871	1605,48295
	Marzo	60,9	16	974,4	3708,81	109,850905	3692,80795
	Abril	92	16	1472	8464	425,144057	3692,80795
	Mayo	84,6	176,7	14948,82	7157,16	174,742536	9986,30904
	Junio	43,6	103	4490,8	1900,96	771,782753	688,092733
	Julio	100,8	72,7	7328,16	10160,64	865,47884	16,5525154
	Agosto	65,8	140,9	9271,22	4329,64	31,1473183	4112,85208
	Septiembre	119,9	96,8	11606,32	14376,01	2354,09547	401,261863
	Octubre	141,2	185	26122	19937,44	4874,6958	11714,0623
	Noviembre	111,4	104	11585,6	12409,96	1601,5221	741,555776
	Diciembre	37,1	59,8	2218,58	1376,41	1175,18547	287,929254
2007	Enero	9,5	6,4	60,8	90,25	3829,25547	4951,72273
	Febrero	7,2	13,9	100,08	51,84	4119,19797	3952,44556
	Marzo	20,4	33,4	681,36	416,16	2599,06014	1880,82491
	Abril	14,4	51	734,4	207,36	3246,83188	664,014472
	Mayo	80,6	46,5	3747,9	6496,36	84,9903618	916,180776
	Junio	89,6	177	15859,2	8028,16	331,932753	10046,358
	Julio	47,8	45,9	2194,02	2284,84	556,062536	952,86295
	Agosto	303,7	285,9	86827,83	92233,69	53972,1279	43735,9934
	Septiembre	169,6	109,1	18503,36	28764,16	9646,97623	1045,3273
	Octubre	91,2	166,2	15157,44	8317,44	392,793623	7997,99708
	Noviembre	91,8	95,2	8739,36	8427,24	416,936449	339,720994
	Diciembre	103,8	93,2	9674,16	10774,44	1050,99297	269,994907
2008	Enero	5,4	29,3	158,22	29,16	4353,48949	2253,25643
	Febrero	12,3	7,8	95,94	151,29	3490,56199	4756,65099
	Marzo	0	2,3	0	0	5095,24406	5545,55425
	Abril	39,8	42,2	1679,56	1584,04	997,358188	1194,97969
	Mayo	71,3	62,7	4470,51	5083,69	0,00655748	197,922081
	Junio	85,5	113,7	9721,35	7310,25	199,346775	1363,9373
	Julio	132,6	153,2	20314,32	17582,76	3747,76862	5841,77752
	Agosto	132,7	210,9	27986,43	17609,29	3760,02243	17991,2651
	Septiembre	67,3	24,8	1669,04	4529,29	16,6543836	2700,72273
	Octubre	243,9	234,5	57194,55	59487,21	29762,8129	24879,233
	Noviembre	198,8	237,8	47274,64	39521,44	16235,6071	25931,151
	Diciembre	38,1	38,8	1478,28	1451,61	1107,62351	1441,60534

ANEXO 4.8 CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y EL OBSERVATORIO CAJIGAL

AÑO	CORRELACIÓN ENTRE LA CARLOTA Y OBSERVATORIO CAJIGAL						
	MESES	OBS. CAJIGAL mm	LA CARLOTA mm	x.y mm ²	x ² mm ²	(x-X) ² mm ²	(y-Y) ² mm ²
2009	Enero	5,2	21,9	113,88	27,04	4379,92188	3010,54991
	Febrero	24,4	51,8	1263,92	595,36	2207,21232	623,424907
	Marzo	0	30,7	0	0	5095,24406	2122,30469
	Abril	13,1	11,3	148,03	171,61	3396,67243	4286,12165
	Mayo	92,8	114,2	10597,76	8611,84	458,774492	1401,11882
	Junio	30,2	40,9	1235,18	912,04	1695,87297	1286,54773
	Julio	50,7	96,3	4882,41	2570,49	427,702862	381,480341
	Agosto	126,8	123,5	15659,8	16078,24	3071,26797	2183,83512
	Septiembre	139,1	123,3	17151,03	19348,81	4585,86591	2165,18252
	Octubre	26,5	49	1298,5	702,25	2014,30221	771,088385
	Noviembre	88,3	63,1	5571,73	7796,89	286,253297	186,827298
	Diciembre	40,3	46,6	1877,98	1624,09	966,02721	910,137081
SUMATORIA	39402,3	42376,2	4695097,34	4744481,87	1931907,15	3087075,89	

COEFICIENTE DE CORRELACIÓN LA CARLOTA-OBSERVATORIO CAJIGAL	
n	552
n-1	551
X	71,38097826
Y	76,76847826
beta	0,86455642
alfa	15,05559526
Sx	59,21303552
Sy	74,85104254
CORRELACIÓN	0,683931823

ANEXO 4.9 CORRELACIONES ENTRE CHACAÍTO Y LAS ESTACIONES LA CARLOTA Y OBSERVATORIO CAJIGAL (DATOS ORIGINALES)

ANEXO 4.9.1 CORRELACIÓN ENTRE CHACAÍTO Y OBSERVATORIO CAJIGAL							
AÑO	MESES	CHACAÍTO mm	OBS. CAJIGAL mm	x.y mm ²	x ² mm ²	(x-X) ² mm ²	(y-Y) ² mm ²
2001	Enero	0	0,4	0	0	451,444452	3484,93444
	Febrero	4	3,6	14,4	16	297,466674	3028,66778
	Marzo	0	0,1	0	0	451,444452	3484,93444
	Abril	0	7,4	0	0	451,444452	3484,93444
	Mayo	1	38,5	38,5	1	409,950008	3367,86778
	Junio	0	67,3	0	0	451,444452	3484,93444
	Julio	0	58,9	0	0	451,444452	3484,93444
	Agosto	0	115,8	0	0	451,444452	3484,93444
	Septiembre	2	55,2	110,4	4	370,455563	3252,80111
	Octubre	37	161,6	5979,2	1369	248,150008	485,467778
	Noviembre	74	98,1	7259,4	5476	2782,85556	224,001111
	Diciembre	69	70,1	4836,9	4761	2280,32779	99,3344444
2002	Enero	7	7,6	53,2	49	202,983341	2707,46778
	Febrero	1	0,8	0,8	1	409,950008	3367,86778
	Marzo	4	5	20	16	297,466674	3028,66778
	Abril	79	59,3	4684,7	6241	3335,38334	398,667778
	Mayo	67	83,1	5567,7	4489	2093,31667	63,4677778
	Junio	47	91,5	4300,5	2209	663,205563	144,801111
	Julio	55	86,8	4774	3025	1139,25001	16,2677778
	Agosto	55	63	3465	3025	1139,25001	16,2677778
	Septiembre	88	100,2	8817,6	7744	4455,93334	839,067778
	Octubre	65	73,7	4790,5	4225	1914,30556	35,6011111
	Noviembre	25	38,8	970	625	14,083341	1158,26778
	Diciembre	30	22,7	681	900	76,6111188	842,934444
2003	Enero	1	1,1	1,1	1	409,950008	3367,86778
	Febrero	0	0	0	0	451,444452	3484,93444
	Marzo	1,1	0	0	1,21	405,910563	3356,27111
	Abril	14,7	36,5	536,55	216,09	42,8661188	1965,44444
	Mayo	2,4	34,7	83,28	5,76	355,217785	3207,33444
	Junio	0	89	0	0	451,444452	3484,93444
	Julio	0	140,8	0	0	451,444452	3484,93444
	Agosto	3,1	53,9	167,09	9,61	329,321674	3128,53778
	Septiembre	5,6	136,5	764,4	31,36	244,835563	2855,12111
	Octubre	12,1	145	1754,5	146,41	83,6716744	2202,73778
	Noviembre	2,9	129	374,1	8,41	336,620563	3150,95111
	Diciembre	12	49,2	590,4	144	85,5111188	2212,13444
	SUMATORIA	764,9	2125,2	60635,22	44739,85	28487,8497	79888,2967

COEFICIENTE DE CORRELACIÓN CHACAÍTO- OBSERVATORIO CAJIGAL	
n	36
n-1	35
X	21,24722222
Y	59,03333333
beta	0,543411436
alfa	47,48734979
Sx	28,52960854
Sy	47,77575496
CORRELACIÓN	0,324501739

ANEXO 4.9.2 CORRELACIÓN ENTRE CHACAÍTO Y LA CARLOTA

AÑO	MESES	CHACAÍTO mm	LA CARLOTA mm	x.y mm ²	x ² mm ²	(x-X) ² mm ²	(y-Y) ² mm ²
2001	Enero	0	0,4	0	0	451,444452	3587,67723
	Febrero	4	2,8	11,2	16	297,466674	3124,49945
	Marzo	0	9,1	0	0	451,444452	3587,67723
	Abril	0	9,9	0	0	451,444452	3587,67723
	Mayo	1	39,7	39,7	1	409,950008	3468,88279
	Junio	0	71,4	0	0	451,444452	3587,67723
	Julio	0	106,3	0	0	451,444452	3587,67723
	Agosto	0	88,2	0	0	451,444452	3587,67723
	Septiembre	2	58,4	116,8	4	370,455563	3352,08834
	Octubre	37	180	6660	1369	248,150008	524,282785
	Noviembre	74	105	7770	5476	2782,855556	198,888341
	Diciembre	69	43	2967	4761	2280,32779	82,8605633
2002	Enero	7	7	49	49	202,983341	2798,11612
	Febrero	1	8,4	8,4	1	409,950008	3468,88279
	Marzo	4	10,2	40,8	16	297,466674	3124,49945
	Abril	79	80	6320	6241	3335,38334	364,916119
	Mayo	67	91	6097	4489	2093,31667	50,4494522
	Junio	47	84	3948	2209	663,205563	166,338341
	Julio	55	83	4565	3025	1139,25001	23,9827855
	Agosto	55	64,8	3564	3025	1139,25001	23,9827855
	Septiembre	88	94	8272	7744	4455,93334	789,766119
	Octubre	65	76	4940	4225	1914,30556	26,038341
	Noviembre	25	23	575	625	14,083341	1217,81612
	Diciembre	30	15	450	900	76,6111188	893,843897
2003	Enero	1	0,5	0,5	1	409,950008	3468,88279
	Febrero	0	0,7	0	0	451,444452	3587,67723
	Marzo	1,1	0	0	1,21	405,910563	3457,11334
	Abril	14,7	25	367,5	216,09	42,8661188	2042,7889
	Mayo	2,4	46	110,4	5,76	355,217785	3305,93056
	Junio	0	102,6	0	0	451,444452	3587,67723
	Julio	0	224,3	0	0	451,444452	3587,67723
	Agosto	3,1	47,6	147,56	9,61	329,321674	3225,92445
	Septiembre	5,6	81	453,6	31,36	244,835563	2948,18834
	Octubre	12,1	213	2577,3	146,41	83,6716744	2284,57445
	Noviembre	2,9	30	87	8,41	336,620563	3248,68334
	Diciembre	12	35	420	144	85,5111188	2294,1439
	SUMATORIA	764,9	2156,3	60557,76	44739,85	28487,8497	82265,4597

COEFICIENTE DE CORRELACIÓN CHACAÍTO- LA CARLOTA	
n	36
n-1	35
X	21,24722222
Y	59,89722222
beta	0,517496928
alfa	48,90184999
Sx	28,52960854
Sy	48,48135421
CORRELACIÓN	0,304529133

ANEXO 4.10 CORRELACIONES ENTRE CHACAÍTO Y LAS ESTACIONES LA CARLOTA Y OBSERVATORIO CAJIGAL (CON LA MEDIA DE LOS DATOS DE CHACAÍTO)

ANEXO 4.10.1 CORRELACIÓN ENTRE CHACAÍTO Y OBSERVATORIO CAJIGAL							
AÑO	MESES	CHACAÍTO mm	OBS. CAJIGAL mm	x.y mm ²	x ² mm ²	(x-x) ² mm ²	(y-y) ² mm ²
2001	Enero	4	0,4	1,6	16	441,992224	3453,35787
	Febrero	4	3,6	14,4	16	441,992224	3087,50009
	Marzo	2,55	0,1	0,255	6,5025	505,063196	3488,70704
	Abril	46,85	7,4	346,69	2194,9225	476,391252	2679,64398
	Mayo	1	38,5	38,5	1	577,133891	427,053706
	Junio	23,5	67,3	1581,55	552,25	2,32139082	66,1737056
	Julio	27,5	58,9	1619,75	756,25	6,13250193	0,0703723
	Agosto	29,05	115,8	3363,99	843,9025	16,2118075	3207,49176
	Septiembre	2	55,2	110,4	4	530,086669	15,7234279
	Octubre	37	161,6	5979,2	1369	143,433891	10492,8723
	Noviembre	74	98,1	7259,4	5476	2398,68667	1515,91259
	Diciembre	69	70,1	4836,9	4761	1933,92278	119,56815
2002	Enero	7	7,6	53,2	49	324,850557	2658,97787
	Febrero	1	0,8	0,8	1	577,133891	3406,50565
	Marzo	4	5	20	16	441,992224	2933,87732
	Abril	79	59,3	4684,7	6241	2913,45056	0,01815008
	Mayo	67	83,1	5567,7	4489	1762,01722	572,870928
	Junio	47	91,5	4300,5	2209	482,961669	1045,53426
	Julio	55	86,8	4774	3025	898,583891	763,677872
	Agosto	55	63	3465	3025	898,583891	14,7050945
	Septiembre	88	100,2	8817,6	7744	3966,02556	1683,84843
	Octubre	65	73,7	4790,5	4225	1598,11167	211,25815
	Noviembre	25	38,8	970	625	0,00055748	414,744539
	Diciembre	30	22,7	681	900	24,7644464	1329,71648
2003	Enero	1	1,1	1,1	1	577,133891	3371,57648
	Febrero	2,5	2,2	5,5	6,25	507,313057	3245,04287
	Marzo	1,1	2,55	2,805	1,21	572,339169	3205,28968
	Abril	14,7	36,5	536,55	216,09	106,576946	513,714817
	Mayo	2,4	34,7	83,28	5,76	511,82778	598,549817
	Junio	0	89	0	0	626,181113	890,11065
	Julio	0	140,8	0	0	626,181113	6664,22787
	Agosto	3,1	53,9	167,09	9,61	480,644724	27,7231501
	Septiembre	5,6	136,5	764,4	31,36	377,276669	5980,65926
	Octubre	12,1	145	1754,5	146,41	167,019724	7367,59954
	Noviembre	2,9	129	374,1	8,41	489,454169	4876,88843
	Diciembre	12	49,2	590,4	144	169,614446	99,3067612
	SUMATORIA	900,85	2129,95	67557,36	49115,9275	26573,4074	80430,4991

COEFICIENTE DE CORRELACIÓN CHACAÍTO - OBSERVATORIO CAJIGAL	
n	36
n-1	35
X	25,02361111
Y	59,16527778
beta	0,536563463
alfa	45,73852234
Sx	27,55431386
Sy	47,93760799
CORRELACIÓN	0,30841418

ANEXO 4.10.2 CORRELACIÓN ENTRE CHACAÍTO Y LA CARLOTA

AÑO	MESES	CHACAÍTO mm	LA CARLOTA mm	x.y mm ²	x ² mm ²	(x-X) ² mm ²	(y-Y) ² mm ²
2001	Enero	4	0,4	1,6	16	441,992224	3539,91945
	Febrero	4	2,8	11,2	16	441,992224	3260,09279
	Marzo	2,55	9,1	23,205	6,5025	505,063196	2580,35779
	Abril	46,85	9,9	463,815	2194,9225	476,391252	2499,72223
	Mayo	1	39,7	39,7	1	577,133891	407,927785
	Junio	23,5	71,4	1677,9	552,25	2,32139082	132,313897
	Julio	27,5	106,3	2923,25	756,25	6,13250193	2153,21779
	Agosto	29,05	88,2	2562,21	843,9025	16,2118075	801,04723
	Septiembre	2	58,4	116,8	4	530,086669	2,24167438
	Octubre	37	180	6660	1369	143,433891	14424,6772
	Noviembre	74	105	7770	5476	2398,68667	2034,26056
	Diciembre	69	43	2967	4761	1933,92278	285,516119
2002	Enero	7	7	49	49	324,850557	2798,11612
	Febrero	1	8,4	8,4	1	577,133891	2651,9639
	Marzo	4	10,2	40,8	16	441,992224	2469,8139
	Abril	79	80	6320	6241	2913,45056	404,121674
	Mayo	67	91	6097	4489	1762,01722	967,382785
	Junio	47	84	3948	2209	482,961669	580,943897
	Julio	55	83	4565	3025	898,583891	533,738341
	Agosto	55	64,8	3564	3025	898,583891	24,0372299
	Septiembre	88	94	8272	7744	3966,02556	1162,99945
	Octubre	65	76	4940	4225	1598,11167	259,299452
	Noviembre	25	23	575	625	0,00055748	1361,40501
	Diciembre	30	15	450	900	24,7644464	2015,76056
2003	Enero	1	0,5	0,5	1	577,133891	3528,03001
	Febrero	2,5	0,7	1,75	6,25	507,313057	3504,31112
	Marzo	1,1	0	0	1,21	572,339169	3587,67723
	Abril	14,7	25	367,5	216,09	106,576946	1217,81612
	Mayo	2,4	46	110,4	5,76	511,82778	193,132785
	Junio	0	102,6	0	0	626,181113	1823,52723
	Julio	0	224,3	0	0	626,181113	27028,2733
	Agosto	3,1	47,6	147,56	9,61	480,644724	151,221674
	Septiembre	5,6	81	453,6	31,36	377,276669	445,32723
	Octubre	12,1	213	2577,3	146,41	167,019724	23440,4606
	Noviembre	2,9	30	87	8,41	489,454169	893,843897
	Diciembre	12	35	420	144	169,614446	619,871674
SUMATORIA		900,85	2156,3	68211,49	49115,9275	26573,4074	113784,37

COEFICIENTE DE CORRELACIÓN CHACAÍTO - LA CARLOTA	
n	36
n-1	35
X	25,02361111
Y	59,89722222
beta	0,536366192
alfa	46,47540321
Sx	27,55431386
Sy	57,01738324
CORRELACIÓN	0,259205203

ANEXO 4.11 CORRELACIONES ENTRE CHACAÍTO Y LAS ESTACIONES LA CARLOTA Y OBSERVATORIO CAJIGAL (CON LA MEDIA DE LOS DATOS DE LA CARLOTA Y OBSERVATORIO CAJIGAL)

ANEXO 4.11.1 CORRELACIÓN ENTRE CHACAÍTO Y OBSERVATORIO CAJIGAL							
AÑO	MESES	CHACAÍTO mm	OBS. CAJIGAL mm	x.y mm²	x² mm²	(x-X)² mm²	(y-Y)² mm²
2001	Enero	0,4	0,4	0,16	0,16	1296,30002	3437,86778
	Febrero	4	3,6	14,4	16	1050,03002	3028,66778
	Marzo	4	0,1	0,4	16	1050,03002	3028,66778
	Abril	8,65	7,4	64,01	74,8225	770,293767	2538,48028
	Mayo	1	38,5	38,5	1	1253,45502	3367,86778
	Junio	69,35	67,3	4667,255	4809,4225	1085,42793	106,433611
	Julio	82,6	58,9	4865,14	6822,76	2134,05502	555,387778
	Agosto	102	115,8	11811,6	10404	4302,81335	1846,13444
	Septiembre	2	55,2	110,4	4	1183,64668	3252,80111
	Octubre	37	161,6	5979,2	1369	0,35501736	485,467778
	Noviembre	74	98,1	7259,4	5476	1413,44668	224,001111
	Diciembre	69	70,1	4836,9	4761	1062,48835	99,3344444
2002	Enero	7	7,6	53,2	49	864,605017	2707,46778
	Febrero	1	0,8	0,8	1	1253,45502	3367,86778
	Marzo	4	5	20	16	1050,03002	3028,66778
	Abril	79	59,3	4684,7	6241	1814,40502	398,667778
	Mayo	67	83,1	5567,7	4489	936,105017	63,4677778
	Junio	47	91,5	4300,5	2209	112,271684	144,801111
	Julio	55	86,8	4774	3025	345,805017	16,2677778
	Agosto	55	63	3465	3025	345,805017	16,2677778
	Septiembre	88	100,2	8817,6	7744	2662,13002	839,067778
	Octubre	65	73,7	4790,5	4225	817,721684	35,6011111
	Noviembre	25	38,8	970	625	130,055017	1158,26778
	Diciembre	30	22,7	681	900	41,0133507	842,934444
2003	Enero	1	1,1	1,1	1	1253,45502	3367,86778
	Febrero	0,3	0	0	0,09	1303,51085	3449,60444
	Marzo	1,1	0	0	1,21	1246,38418	3356,27111
	Abril	14,7	36,5	536,55	216,09	471,070851	1965,44444
	Mayo	2,4	34,7	83,28	5,76	1156,28335	3207,33444
	Junio	95,8	89	8526,2	9177,64	3527,86502	1351,78778
	Julio	182,55	140,8	25703,04	33324,5025	21358,6046	15256,3669
	Agosto	3,1	53,9	167,09	9,61	1109,16752	3128,53778
	Septiembre	5,6	136,5	764,4	31,36	948,896684	2855,12111
	Octubre	12,1	145	1754,5	146,41	590,692517	2202,73778
	Noviembre	2,9	129	374,1	8,41	1122,52918	3150,95111
	Diciembre	12	49,2	590,4	144	595,563351	2212,13444
SUMATORIA		1310,55	2125,2	116273,025	109369,248	61659,7669	80094,6175

COEFICIENTE DE CORRELACIÓN CHACAÍTO- OBSERVATORIO CAJIGAL	
n	36
n-1	35
X	36,40416667
Y	59,03333333
beta	0,630993141
alfa	36,06255385
Sx	41,97270095
Sy	47,8374084
CORRELACIÓN	0,553635477

ANEXO 4.11.2 CORRELACIÓN ENTRE CHACAÍTO Y LA CARLOTA

AÑO	MESES	CHACAÍTO mm	LA CARLOTA mm	x.y mm ²	x ² mm ²	(x-X) ² mm ²	(y-Y) ² mm ²
2001	Enero	0,4	0,4	0,16	0,16	1297,60049	3539,91945
	Febrero	4	2,8	11,2	16	1051,20049	3260,09279
	Marzo	4,6	9,1	41,86	21,16	1012,65383	2580,35779
	Abril	8,65	9,9	85,635	74,8225	771,296327	2499,72223
	Mayo	1	39,7	39,7	1	1254,73383	407,927785
	Junio	69,35	71,4	4951,59	4809,4225	1084,23855	132,313897
	Julio	82,6	106,3	8780,38	6822,76	2132,38716	2153,21779
	Agosto	102	88,2	8996,4	10404	4300,44494	801,04723
	Septiembre	2	58,4	116,8	4	1184,88938	2,24167438
	Octubre	37	180	6660	1369	0,33382716	14424,6772
	Noviembre	74	105	7770	5476	1412,08938	2034,26056
	Diciembre	69	43	2967	4761	1061,3116	285,516119
2002	Enero	7	7	49	49	865,66716	2798,11612
	Febrero	1	8,4	8,4	1	1254,73383	2651,9639
	Marzo	4	10,2	40,8	16	1051,20049	2469,8139
	Abril	79	80	6320	6241	1812,86716	404,121674
	Mayo	67	91	6097	4489	935,000494	967,382785
	Junio	47	84	3948	2209	111,889383	580,943897
	Julio	55	83	4565	3025	345,133827	533,738341
	Agosto	55	64,8	3564	3025	345,133827	24,0372299
	Septiembre	88	94	8272	7744	2660,26716	1162,99945
	Octubre	65	76	4940	4225	816,689383	259,299452
	Noviembre	25	23	575	625	130,46716	1361,40501
	Diciembre	30	15	450	900	41,2449383	2015,76056
2003	Enero	1	0,5	0,5	1	1254,73383	3528,03001
	Febrero	0,35	0,7	0,245	0,1225	1301,20522	3504,31112
	Marzo	1,1	0	0	1,21	1247,65938	3587,67723
	Abril	14,7	25	367,5	216,09	471,854938	1217,81612
	Mayo	2,4	46	110,4	5,76	1157,5116	193,132785
	Junio	95,8	102,6	9829,08	9177,64	3525,72049	1823,52723
	Julio	182,55	224,3	40945,965	33324,5025	21353,3274	27028,2733
	Agosto	3,1	47,6	147,56	9,61	1110,37049	151,221674
	Septiembre	5,6	81	453,6	31,36	950,009383	445,32723
	Octubre	12,1	213	2577,3	146,41	591,570494	23440,4606
	Noviembre	2,9	30	87	8,41	1123,73938	893,843897
	Diciembre	12	35	420	144	596,444938	619,871674
	SUMATORIA	1311,2	2156,3	134189,075	109374,44	61617,6222	113784,37

COEFICIENTE DE CORRELACIÓN CHACAÍTO- LA CARLOTA	
n	36
n-1	35
X	36,42222
Y	59,89722
beta	0,90318
alfa	27,00138
Sx	41,95835
Sy	57,01738
CORRELACIÓN	0,664639

ANEXO 4.12 CORRELACIONES APLICANDO MÉTODO DE LANGBEIN ENTRE CHACAÍTO Y LAS ESTACIONES LA CARLOTA Y OBSERVATORIO CAJIGAL

ANEXO 4.12.1 MÉTODO DE LANGBEIN LA CARLOTA – CHACAÍTO

Mes (2001-2002)	LA CARLOTA				CHACAÍTO				ESTIMACIÓN DE DESVIACIÓN	ERROR NETO
	P (mm)	LOG P	MEDIA DE LOG	DESVIACIÓN	P (mm)	LOG P	MEDIA DE LOG	DESVIACIÓN		
Enero	0.4	-0.39794001	0.048709345	-0.446649354	4	0.602059991	0.48238601	0.119673981	-0.446649354	0.566323335
Febrero	2.8	0.44715803	0.405511786	0.041646246	4	0.602059991	0.333333333	0.268726658	0.041646246	0.227080412
Marzo	9.1	0.95904139	0.655880521	0.303160871	2.55	0.40654018	0.349997619	0.056542561	0.303160871	-0.246618309
Abril	9.9	0.99563519	1.43222173	-0.436586535	46.85	1.670709595	1.57855134	0.092158255	-0.436586535	0.52874479
Mayo	39.7	1.59879051	1.740196577	-0.14140607	1	0	0.735428681	-0.735428681	-0.14140607	-0.594022611
Junio	71.4	1.85369821	1.929708286	-0.076010074	23.5	1.371067862	1.014388573	0.356679289	-0.076010074	0.432689363
Julio	106.3	2.02653326	2.098813543	-0.072280279	27.5	1.439332694	1.059898461	0.379434233	-0.072280279	0.451714512
Agosto	88.2	1.94546859	1.811550181	0.133918404	29.05	1.463146137	1.231623507	0.23152263	0.133918404	0.097604226
Septiembre	58.4	1.76641285	1.88267524	-0.116262393	2	0.301029996	0.997900232	-0.696870236	-0.116262393	-0.580607843
Octubre	180	2.25527251	2.1548219	0.100450605	37	1.568201724	1.487966817	0.080234907	0.100450605	-0.020215698
Noviembre	105	2.0211893	1.620012797	0.401176502	74	1.86923172	1.243189909	0.626041811	0.401176502	0.224865308
Diciembre	43	1.63346846	1.451209253	0.182259203	69	1.838849091	1.465050531	0.37379856	0.182259203	0.191539358
Enero	7	0.84509804	0.048709345	0.796388695	7	0.84509804	0.48238601	0.36271203	0.796388695	-0.433676665
Febrero	8.4	0.92427929	0.405511786	0.5187675	1	0	0.333333333	-0.333333333	0.5187675	-0.852100834
Marzo	10.2	1.00860017	0.655880521	0.35271965	4	0.602059991	0.349997619	0.252062372	0.35271965	-0.100657278
Abril	80	1.90308999	1.43222173	0.470868257	79	1.897627091	1.57855134	0.319075751	0.470868257	-0.151792506
Mayo	91	1.95904139	1.740196577	0.218844815	67	1.826074803	0.735428681	1.090646121	0.218844815	0.871801306
Junio	84	1.92427929	1.929708286	-0.005429	47	1.672097858	1.014388573	0.657709285	-0.005429	0.663138285
Julio	83	1.91907809	2.098813543	-0.179735451	55	1.740362689	1.059898461	0.680464228	-0.179735451	0.86019968
Agosto	64.8	1.81157501	1.811550181	2.48246E-05	55	1.740362689	1.231623507	0.508739183	2.48246E-05	0.508714358
Septiembre	94	1.97312785	1.88267524	0.090452614	88	1.944482672	0.997900232	0.946582441	0.090452614	0.856129827
Octubre	76	1.88081359	2.1548219	-0.274008308	65	1.812913357	1.487966817	0.32494654	-0.274008308	0.598954848
Noviembre	23	1.36172784	1.620012797	-0.258284961	25	1.397940009	1.243189909	0.1547501	-0.258284961	0.41303506
Diciembre	15	1.17609126	1.451209253	-0.275117994	30	1.477121255	1.465050531	0.012070724	-0.275117994	0.287188718

ANEXO 4.12.1 MÉTODO DE LANGBEIN LA CARLOTA – CHACAÍTO										
Mes (2003)	LA CARLOTA				CHACAÍTO				ESTIMACIÓN DE DESVIACIÓN	ERROR NETO
	P (mm)	LOG P	MEDIA DE LOG	DESVIACIÓN	P (mm)	LOG P	MEDIA DE LOG	DESVIACIÓN		
Enero	0.5	-0.30103	0.048709345	-0.349739341	1	0	0.48238601	-0.48238601	-0.349739341	-0.13264667
Febrero	0.7	-0.15490196	0.405511786	-0.560413746	2.5	0.397940009	0.333333333	0.064606675	-0.560413746	0.625020421
Marzo	0	0	0.655880521	-0.655880521	1.1	0.041392685	0.349997619	-0.308604934	-0.655880521	0.347275588
Abril	25	1.39794001	1.43222173	-0.034281721	14.7	1.167317335	1.57855134	-0.411234006	-0.034281721	-0.376952284
Mayo	46	1.66275783	1.740196577	-0.077438745	2.4	0.380211242	0.735428681	-0.35521744	-0.077438745	-0.277778695
Junio	102.6	2.01114736	1.929708286	0.081439075	0	0	1.014388573	-1.014388573	0.081439075	-1.095827648
Julio	224.3	2.35082927	2.098813543	0.25201573	0	0	1.059898461	-1.059898461	0.25201573	-1.311914191
Agosto	47.6	1.67760695	1.811550181	-0.133943229	3.1	0.491361694	1.231623507	-0.740261813	-0.133943229	-0.606318584
Septiembre	81	1.90848502	1.88267524	0.025809779	5.6	0.748188027	0.997900232	-0.249712205	0.025809779	-0.275521984
Octubre	213	2.3283796	2.1548219	0.173557703	12.1	1.08278537	1.487966817	-0.405181447	0.173557703	-0.57873915
Noviembre	30	1.47712125	1.620012797	-0.142891542	2.9	0.462397998	1.243189909	-0.780791911	-0.142891542	-0.637900369
Diciembre	35	1.54406804	1.451209253	0.092858791	12	1.079181246	1.465050531	-0.385869284	0.092858791	-0.478728076
SUMATORIA		51.6939335		0				-4.44089E-16		1.77636E-15

NºMESES	36
DESVIACIÓN TÍPICA	7.5065E-17
VALOR ERROR TÍPICO	3.626E-16
CORRELACIÓN	ERROR DE NÚMERO

ANEXO 4.12.2 MÉTODO DE LANGBEIN OBSERVATORIO CAJIGAL- CHACAÍTO										
MES (2001-2002)	OBSERVATORIO CAJIGAL				CHACAÍTO				ESTIMACIÓN DE DESVIACIÓN	ERROR NETO
	P (mm)	LOG P	MEDIA DE LOG	DESVIACIÓN	P (mm)	LOG P	MEDIA DE LOG	DESVIACIÓN		
Enero	0.4	-0.39794	0.48238601	-0.880326019	4	0.60206	0.48238601	0.119673981	0.36271203	-0.243038049
Febrero	3.6	0.556303	0.333333333	0.222969167	4	0.60206	0.333333333	0.268726658	0.064606675	0.204119983
Marzo	0.1	-1	0.349997619	-1.349997619	2.55	0.40654	0.349997619	0.056542561	0.293455058	-0.236912496
Abril	7.4	0.869232	1.57855134	-0.709319621	46.85	1.67071	1.57855134	0.092158255	1.486393086	-1.394234831
Mayo	38.5	1.585461	0.735428681	0.850032048	1	0	0.735428681	-0.735428681	1.470857363	-2.206286044
Junio	67.3	1.828015	1.014388573	0.813626491	23.5	1.371068	1.014388573	0.356679289	0.657709285	-0.301029996
Julio	58.9	1.770115	1.059898461	0.710216834	27.5	1.439333	1.059898461	0.379434233	0.680464228	-0.301029996
Agosto	115.8	2.063709	1.231623507	0.832085053	29.05	1.463146	1.231623507	0.23152263	1.000100877	-0.768578247
Septiembre	55.2	1.741939	0.997900232	0.744038846	2	0.30103	0.997900232	-0.696870236	1.694770468	-2.391640703
Octubre	161.6	2.208441	1.487966817	0.720474539	37	1.568202	1.487966817	0.080234907	1.40773191	-1.327497003
Noviembre	98.1	1.991669	1.243189909	0.748479099	74	1.869232	1.243189909	0.626041811	0.617148098	0.008893713
Diciembre	70.1	1.845718	1.465050531	0.380667487	69	1.838849	1.465050531	0.37379856	1.09125197	-0.71745341
Enero	7.6	0.880814	0.48238601	0.398427582	7	0.845098	0.048709345	0.796388695	-0.74767935	1.544068044
Febrero	0.8	-0.09691	0.333333333	-0.430243346	1	0	0.405511786	-0.405511786	0.811023572	-1.216535357
Marzo	5	0.69897	0.349997619	0.348972385	4	0.60206	0.655880521	-0.05382053	0.709701051	-0.763521581
Abril	59.3	1.773055	1.57855134	0.194503353	79	1.897627	1.43222173	0.465405361	0.966816369	-0.501411008
Mayo	83.1	1.919601	0.735428681	1.184172342	67	1.826075	1.740196577	0.085878226	1.654318351	-1.568440125
Junio	91.5	1.961421	1.014388573	0.947032521	47	1.672098	1.929708286	-0.257610428	2.187318714	-2.444929143
Julio	86.8	1.93852	1.059898461	0.878621264	55	1.740363	2.098813543	-0.358450854	2.457264397	-2.815715251
Agosto	63	1.799341	1.231623507	0.567717043	55	1.740363	1.811550181	-0.071187492	1.882737673	-1.953925165
Septiembre	100.2	2.000868	0.997900232	1.00296749	88	1.944483	1.88267524	0.061807432	1.820867808	-1.759060375
Octubre	73.7	1.867467	1.487966817	0.379500671	65	1.812913	2.1548219	-0.341908544	2.496730444	-2.838638988
Noviembre	38.8	1.588832	1.243189909	0.345641817	25	1.39794	1.620012797	-0.222072788	1.842085585	-2.064158372
Diciembre	22.7	1.356026	1.465050531	-0.109024673	30	1.477121	1.451209253	0.025912002	1.425297251	-1.39938525

ANEXO 4.12.2 MÉTODO DE LANGBEIN OBSERVATORIO CAJIGAL – CHACAÍTO										
Mes (2003)	OBSERVATORIO CAJIGAL				CHACAÍTO				ESTIMACIÓN DE DESVIACIÓN	ERROR NETO
	P (mm)	LOG P	MEDIA DE LOG	DESVIACIÓN	P (mm)	LOG P	MEDIA DE LOG	DESVIACIÓN		
Enero	1.1	0.041393	0.48238601	-0.440993325	1	0	0.048709345	-0.048709345	0.09741869	-0.146128036
Febrero	2.2	0.342423	0.333333333	0.009089347	2.5	0.39794	0.405511786	-0.007571777	0.413083563	-0.42065534
Marzo	2.55	0.40654	0.349997619	0.056542561	1.1	0.041393	0.655880521	-0.614487836	1.270368358	-1.884856194
Abril	36.5	1.562293	1.57855134	-0.016258476	14.7	1.167317	1.43222173	-0.264904395	1.697126125	-1.962030521
Mayo	34.7	1.540329	0.735428681	0.804900793	2.4	0.380211	1.740196577	-1.359985335	3.100181912	-4.460167247
Junio	89	1.94939	1.014388573	0.935001433	0	0	1.929708286	-1.929708286	3.859416572	-5.789124859
Julio	140.8	2.148603	1.059898461	1.088704194	0	0	2.098813543	-2.098813543	4.197627087	-6.29644063
Agosto	53.9	1.731589	1.231623507	0.499965259	3.1	0.491362	1.811550181	-1.320188487	3.131738669	-4.451927156
Septiembre	136.5	2.135133	0.997900232	1.13723242	5.6	0.748188	1.88267524	-1.134487213	3.017162453	-4.151649666
Octubre	145	2.161368	1.487966817	0.673401185	12.1	1.082785	2.1548219	-1.07203653	3.22685843	-4.29889496
Noviembre	129	2.11059	1.243189909	0.867399802	2.9	0.462398	1.620012797	-1.157614799	2.777627595	-3.935242394
Diciembre	49.2	1.691965	1.465050531	0.226914572	12	1.079181	1.451209253	-0.372028007	1.82323726	-2.195265267
SUMATORIA		50.57228		14.63313452				-10.50319229		-67.44872192

NºMESES	36
DESVIACION TIPICA	1.775364
VALOR ERROR TIPICO	13.76791
CORRELACIÓN	ERROR DE NÚMERO

ANEXO 4.13 INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR INAMEH REFERENTE A LA LLUVIA MÁXIMA ANUAL (mm) PARA UNA HORA

M.A.R.N.

DIRECCIÓN DE HIDROLOGÍA Y METEOROLOGÍA

ESTACIÓN: CARACAS-OBSERVATORIO CAGIGAL SERIAL: 0531

AÑO ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC MAX

Parámetro: LLUVIA MÁXIMA PARA 1 HORA (mm) 6105 Edo: DF

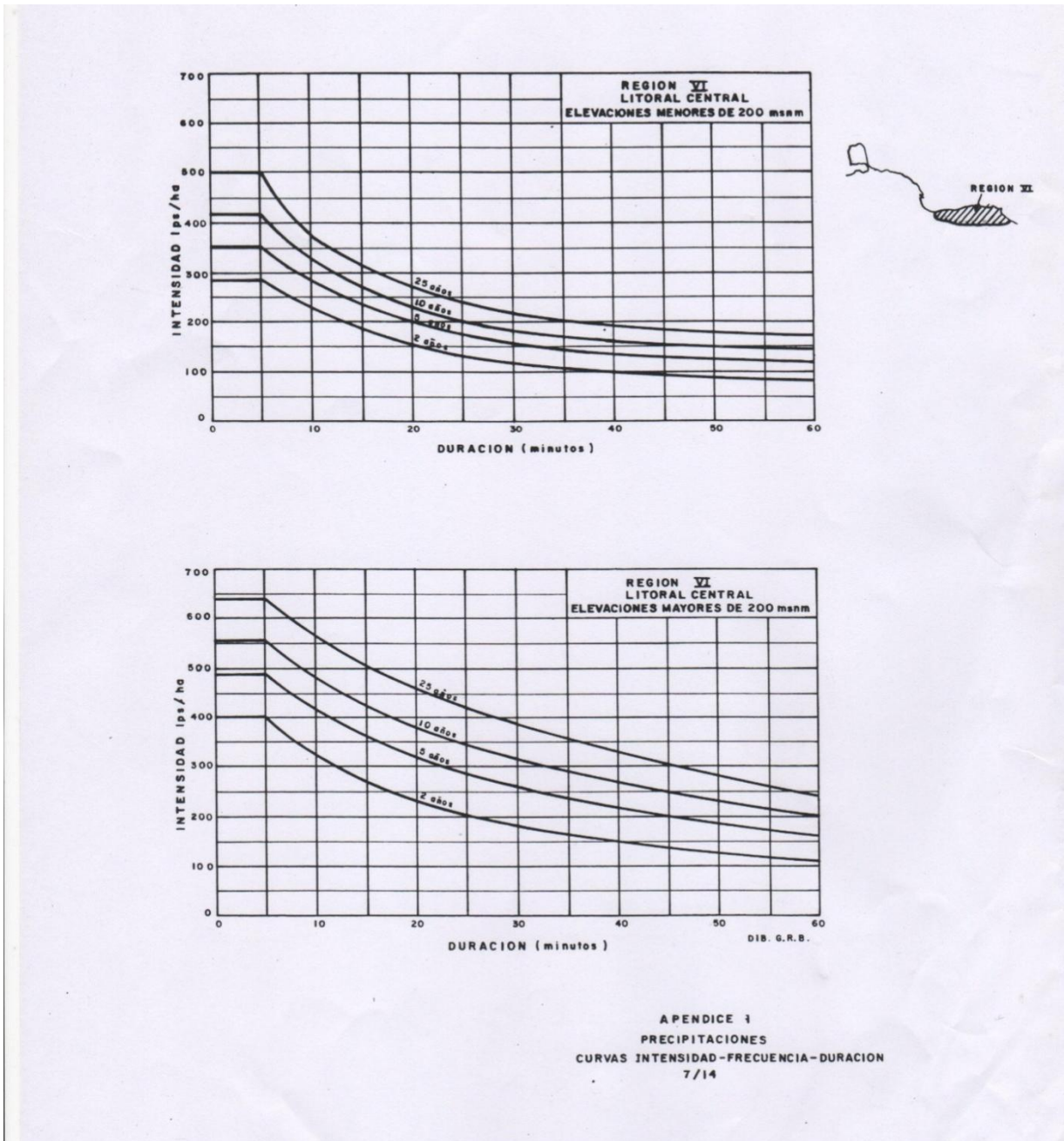
1938	-	-	-	-	-	-	12	24	30	22	10	25	30
1939	-	1	2	1	6	6	7	19	17	17	14	4	19
1940	0	0	2	5	10	9	6	32	25	27	21	3	32
1941	1	0	0	6	37	10	6	20	38	15	7	1	38
1942	18	0	6	16	19	18	8	21	45	48	18	9	48
1943	8	6	9	20	30	9	10	42	11	26	20	7	42
1944	4	1	0	7	23	10	15	26	24	11	32	9	32
1945	0	0	1	10	14	37	5	18	10	21	12	4	37
1946	1	1	2	2	16	19	17	22	40	30	4	8	40
1947	-	0	0	1	13	22	9	17	11	10	15	5	22
1948	3	0	4	26	12	17	18	30	10	13	14	4	30
1949	0	4	10	0	7	33	33	13	5	33	36	7	36
1950	8	6	0	9	13	33	10	15	43	48	19	11	48
1951	5	18	13	29	7	12	15	10	20	19	23	7	29
1952	0	0	3	9	29	12	14	24	36	17	21	18	36
1953	6	5	0	5	29	8	19	7	16	50	45	5	50
1954	8	2	11	-	8	42	21	37	12	36	34	20	42
1955	16	2	3	19	10	19	16	14	-	36	21	4	36
1956	14	2	4	2	15	19	17	16	11	20	5	9	20
1957	6	1	0	20	18	20	6	14	15	24	7	3	24
1958	3	2	1	5	36	20	19	29	39	24	11	1	39
1959	0	0	0	0	12	6	35	19	17	-	31	4	35
1960	5	5	6	52	16	10	9	34	18	14	20	-	52
1961	0	2	4	1	4	9	19	14	16	16	29	17	29
1962	3	2	5	14	21	7	13	22	18	16	8	13	22
1963	5	0	7	9	-	25	32	13	27	10	22	3	32
1964	1	0	0	4	44	16	25	27	31	23	12	23	44
1965	18	6	0	3	26	27	20	21	18	20	12	1	27
1966	14	5	0	16	10	19	16	32	13	20	22	7	32
1967	6	1	4	-	-	6	15	9	17	47	18	4	47
1968	1	33	1	14	27	26	27	20	23	15	23	13	33
1969	22	27	15	22	27	6	7	19	27	25	13	13	27
1970	11	0	8	24	17	22	14	50	-	22	15	16	50
1971	4	1	3	18	22	12	10	20	19	34	31	34	34
1972	4	3	76	23	21	12	6	15	5	25	11	4	76
1973	0	0	0	11	10	14	6	31	23	24	16	21	31
1974	2	12	5	1	23	13	34	20	15	54	13	2	54
1975	2	3	0	19	23	26	32	29	30	25	24	12	32
1976	2	2	1	10	4	11	6	23	4	33	10	26	33
1977	0	1	2	0	13	13	13	20	34	41	30	1	41

ANEXO 4.14 MÉTODO GUMBEL

TABLA PARA EL MÉTODO DE GUMBEL								
Año	Lámina (mm)	Log(l)	Año	Lámina (mm)	Log(l)	Año	Lámina (mm)	Log(l)
1939	19	1,2787536	1952	36	1,5563025	1965	27	1,43136376
1940	32	1,50514998	1953	50	1,69897	1966	32	1,50514998
1941	38	1,5797836	1954	42	1,62324929	1967	47	1,67209786
1942	48	1,68124124	1955	36	1,5563025	1968	33	1,51851394
1943	42	1,62324929	1956	20	1,30103	1969	27	1,43136376
1944	32	1,50514998	1957	24	1,38021124	1970	50	1,69897
1945	37	1,56820172	1958	39	1,59106461	1971	34	1,53147892
1946	40	1,60205999	1959	35	1,54406804	1972	76	1,88081359
1947	22	1,34242268	1960	52	1,71600334	1973	31	1,49136169
1948	30	1,47712125	1961	29	1,462398	1974	54	1,73239376
1949	36	1,5563025	1962	22	1,34242268	1975	32	1,50514998
1950	48	1,68124124	1963	32	1,50514998	1976	33	1,51851394
1951	29	1,462398	1964	44	1,64345268	1977	41	1,61278386

VARIABLES DE GUMBEL				
	Lámina		Log(l)	
n	39		39	
Desviación Estándar	11,0719034		0,12648045	
Media	36,6923077		1,54650397	
Yn	0,5424			
Sn	1,1363			
ESTUDIO PARA LOS PERÍODOS DE RETORNO				
	2	5	10	25
K2		K5	K10	K25
	-0,155	0,843	1,503	2,338
Y2		Y5	Y10	Y25
	0,367	1,500	2,250	3,199
L2		L5	L10	L25
	34,978	46,022	53,334	62,573
I2		I5	I10	I25
	97,162	127,840	148,151	173,814

**ANEXO 4.15 CURVAS INTENSIDAD-FRECUENCIA-DURACIÓN. REGIÓN XI LITORAL CENTRAL
ELEVACIONES MAYORES DE 200 MSNM**



ANEXO 4.16 DATOS PARA EL CÁLCULO DE HIDROGRAMAS DE SALIDA PARA LOS PERÍODOS DE RETORNO

DATOS DE LA CUENCA			
Tiempo de Viaje	5 min		300 Segundos
ZONA VEGETAL			
Velocidad	3 m/s	Distancia entre isócronas	900 Metros
ZONA URBANA			
Velocidad	2 m/s	Distancia entre isócronas	600 Metros

Área	m ²	km ²	Ha
10	571.905,60	0,57	57,19
9	1.511.667,70	1,51	151,17
8	2.261.048,08	2,26	226,10
7	2.883.944,64	2,88	288,39
6	1.324.791,29	1,32	132,48
5	1.257.821,68	1,26	125,78
4	828.610,92	0,83	82,86
3	1.533.285,24	1,53	153,33
2	385.713,39	0,39	38,57
1	10.658,04	0,01	1,07
Suma	12569446,58	12,57	1256,94

ANEXO 4.17 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE LA CUENCA CON ISÓCRONAS DE TIEMPO DE VIAJE DE 5 MINUTOS



(Fuente: Propia)

ANEXO 4.18 MÉTODO DE CLARK Y MUSKINGUM APLICADO PARA UN PERÍODO DE RETORNO DE 10 AÑOS

ANEXO 4.18.1 CÁLCULO DE LLUVIA EFECTIVA PARA 10 AÑOS				
Duración (min)	Intensidad (lps/ha)	Lluvia puntual (mm)	Lluvia real (mm)	Lluvia efectiva (mm)
0	550	0		
5	550	16,5	16,5	7,37
10	480	28,8	12,3	5,49
15	425	38,25	9,45	4,22
20	380	45,6	7,35	3,28
25	350	52,5	6,9	3,08
30	310	55,8	3,3	1,47
35	290	60,9	5,1	2,28
40	260	62,4	1,5	0,67
45	250	67,5	5,1	2,28
50	240	72	4,5	2,01
55	210	69,3	0	0,00
60	200	72	2,7	1,21

ANEXO 4.18.2 MÉTODO DE CLARK APLICADO PARA UN TIEMPO DE RETORNO DE 10 AÑOS

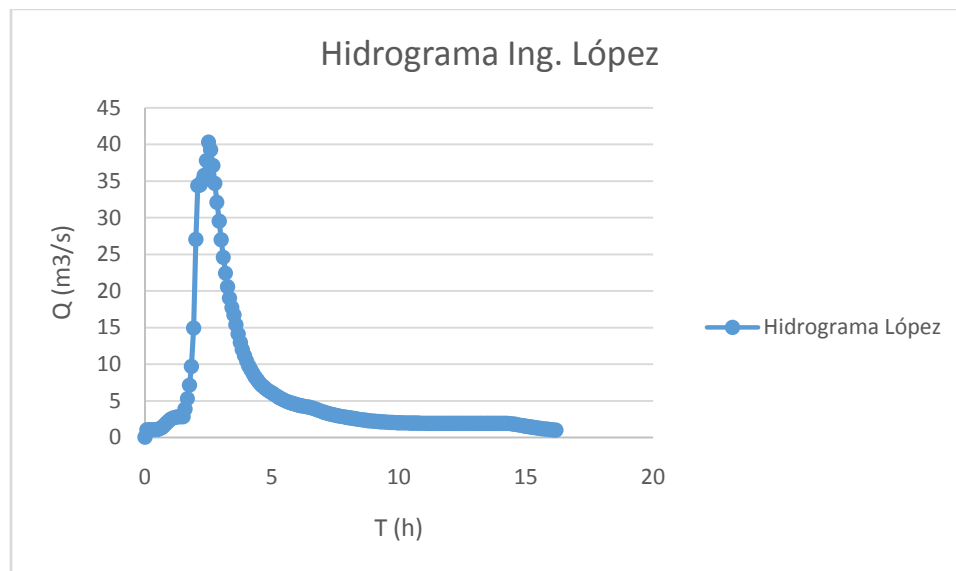
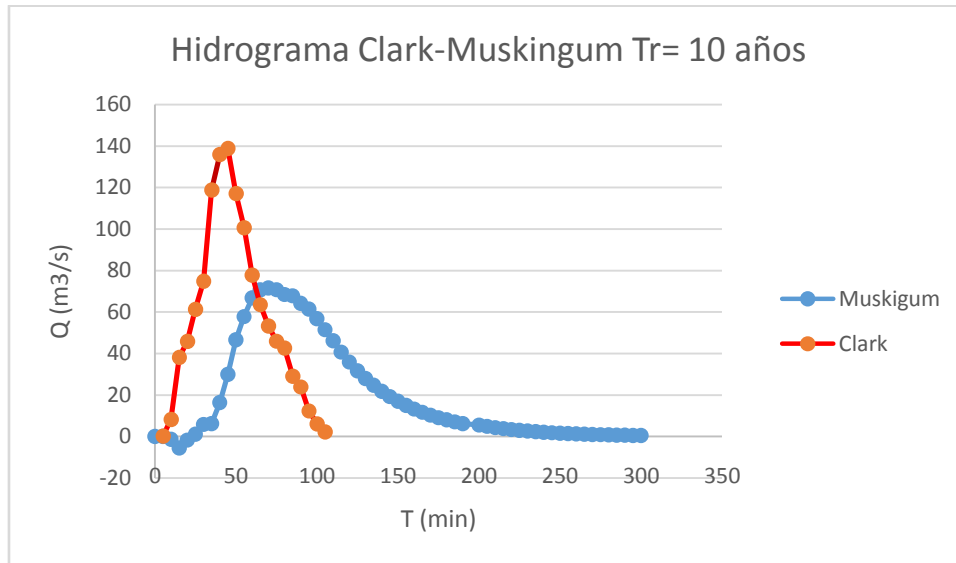
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21
6,6825905	4,9815675	3,8273018	2,9767903	2,7945379	1,3365181	2,065528	0,6075082	2,065528	1,8225247	0	1,2848799	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	241,84229	180,28244	138,50968	107,72975	101,13405	48,368459	74,751254	21,98566	74,751254	65,956989	0	46,49968	0	0	0	0	0	0	0	0
		961,36985	716,65752	550,60273	428,24657	402,02739	192,27397	297,1507	87,397259	297,15068	262,19178	0	184,8452	0	0	0	0	0	0	0
			519,53904	387,29274	297,55418	231,43103	217,26178	103,9078	160,5848	47,230822	160,5848	141,6925	0	99,89319	0	0	0	0	0	0
			788,6542	587,90585	451,68377	351,3096	329,8008	157,73084	243,76584	71,695836	243,7658	215,0875	0	151,6367	0	0	0	0	0	0
					830,64414	619,20745	475,73255	370,0142	347,36028	166,12883	256,74455	75,5131	256,7446	226,5393	0	159,7102	0	0	0	0
						1808,2333	1347,9557	1035,625	805,48574	756,17028	361,64666	558,9085	164,3848	558,9085	493,1545	0	347,6739	0	0	0
							1417,6771	1056,814	811,94237	631,51073	592,84681	283,5354	438,1911	128,8797	438,1911	386,6392	0	272,5807	0	0
								947,8156	706,55348	542,83987	422,20879	396,3593	189,5631	292,9612	86,16506	292,9612	258,4952	0	182,2391	0
									358,58481	267,30868	205,3713	159,7332	149,9536	71,71696	110,8353	32,59862	110,8353	97,79586	0	68,94608
6,68	246,82	1145,48	1377,68	1837,07	2246,82	3563,02	4077,57	4165,18	3512,21	3018,06	2334,58	1906,01	1598,77	1378,90	1279,98	871,91	717,00	370,38	182,24	68,95

ANEXO 4.18.3 CAUDAL PARA UN TR DE 10 AÑOS		
Hidrograma	mm x Ha	m³/s
0		
5	6,68	0,222753017
10	246,82	8,227462027
15	1145,48	38,18265284
20	1377,68	45,92276778
25	1837,07	61,23579847
30	2246,82	74,89404374
35	1754,78	58,49278744
40	4537,85	151,26157
45	4477,51	149,2503326
50	3742,35	124,7450709
55	3067,38	102,2459392
60	2729,10	90,96996734
65	1708,75	56,95818937
70	1993,29	66,44312099
75	984,38	32,81250824
80	1345,74	44,8578882
85	1365,06	45,50212629
90	369,33	12,31101604
95	718,05	23,93501516
100	182,24	6,074636642
105	68,95	2,298202649

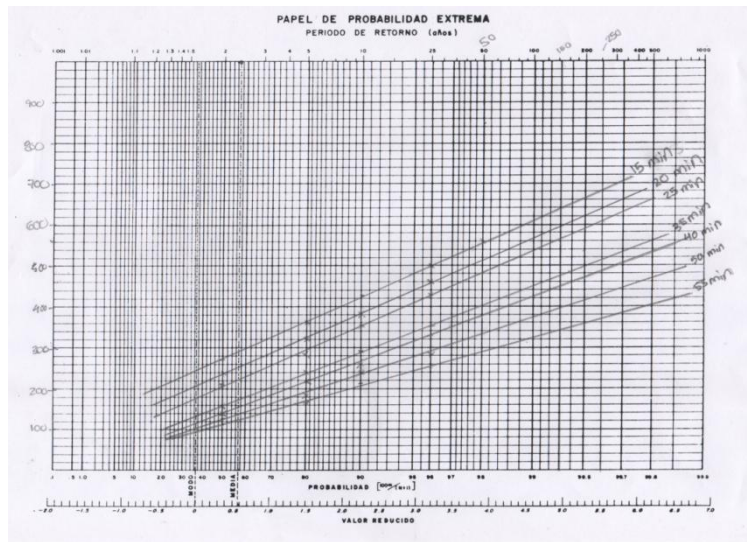
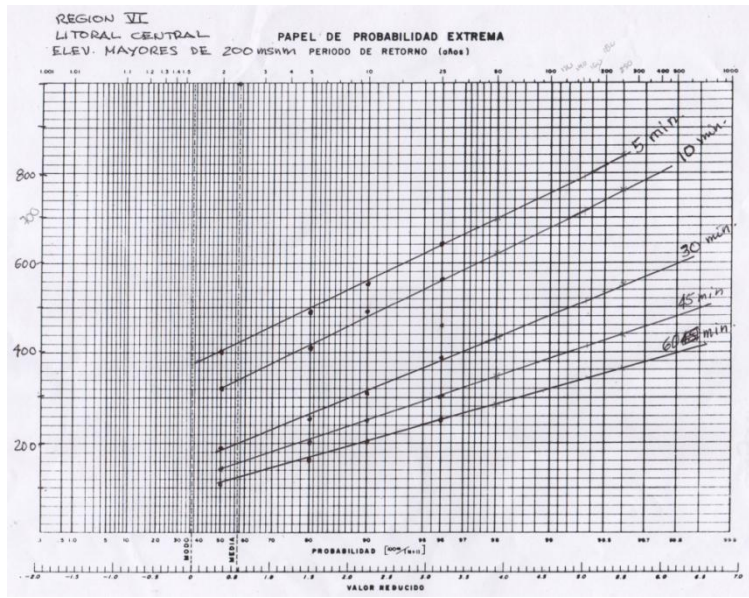
ANEXO 4.18.4 COEFICIENTES DE MUSKINGUM	
K	50
X	0,2
ΔT	5
Co	-0,176
C1	0,294
C2	0,882

ANEXO 4.18.5 CUADRO DE MUSKINGUM PR 10 AÑOS					
T(min)	Q (m ³ /s)	CoQ2 (m3/s)	C1Q1 (m3/s)	C2Q2 (m3/s)	Q2 (m3/s)
0		0	0	0	0
5	0,222753017	-0,039309356	0	0	-0,03930936
10	8,227462027	-1,451905064	0,06551559	-0,03468473	-1,4210742
15	38,18265284	-6,738115207	2,41984177	-1,253889	-5,57216243
20	45,92276778	-8,104017843	11,230192	-4,91661391	-1,79043974
25	61,23579847	-10,80631738	13,5066964	-1,57979977	1,12057926
30	74,89404374	-13,21659595	18,010529	0,9887464	5,78267941
35	118,7672303	-20,958923	22,0276599	5,10236419	6,17110111
40	135,9189845	-23,98570315	34,9315383	5,44508921	16,3909244
45	138,8392924	-24,50105161	39,9761719	14,4625804	29,9377007
50	117,0737782	-20,66007851	40,835086	26,4156182	46,5906257
55	100,6020907	-17,75331013	34,4334642	41,1093757	57,7895297
60	77,8191798	-13,73279643	29,5888502	50,9907615	66,8468153
65	63,53358314	-11,21180879	22,8879941	58,9824841	70,6586693
70	53,29233344	-9,404529431	18,686348	62,3458847	71,6277033
75	45,96329578	-8,111169844	15,6742157	63,2009146	70,7639605
80	42,66609028	-7,529310049	13,5186164	62,4387887	68,428095
85	29,06364186	-5,128877975	12,5488501	60,3777309	67,797703
90	23,90014757	-4,2176731	8,54812996	59,8215027	64,1519595
95	12,34588364	-2,178685348	7,02945517	56,6046702	61,45544
100	6,074636642	-1,071994701	3,63114225	54,2253882	56,7845358
105	2,298202649	-0,405565173	1,78665784	50,1040022	51,4850948
110	0	0	0,67594196	45,4280248	46,1039668
115	0	0	0	40,6799707	40,6799707
120	0	0	0	35,8940918	35,8940918
125	0	0	0	31,6712575	31,6712575
130	0	0	0	27,9452272	27,9452272
135	0	0	0	24,6575534	24,6575534
140	0	0	0	21,7566648	21,7566648
145	0	0	0	19,1970571	19,1970571
150	0	0	0	16,9385798	16,9385798
155	0	0	0	14,9458057	14,9458057
160	0	0	0	13,1874756	13,1874756
165	0	0	0	11,6360079	11,6360079
170	0	0	0	10,2670658	10,2670658
175	0	0	0	9,05917572	9,05917572
180	0	0	0	7,99339034	7,99339034
185	0	0	0	7,05299148	7,05299148
190	0	0	0	6,22322777	6,22322777
200	0	0	0	5,49108333	5,49108333
205	0	0	0	4,84507353	4,84507353
210	0	0	0	4,27506488	4,27506488
215	0	0	0	3,77211607	3,77211607
220	0	0	0	3,32833771	3,32833771
225	0	0	0	2,93676856	2,93676856
230	0	0	0	2,59126638	2,59126638
235	0	0	0	2,28641151	2,28641151
240	0	0	0	2,01742192	2,01742192
245	0	0	0	1,78007817	1,78007817
250	0	0	0	1,57065721	1,57065721
255	0	0	0	1,38587401	1,38587401
260	0	0	0	1,22283	1,22283
265	0	0	0	1,07896765	1,07896765
270	0	0	0	0,95203028	0,95203028
275	0	0	0	0,84002672	0,84002672
280	0	0	0	0,74120005	0,74120005
285	0	0	0	0,65400004	0,65400004
290	0	0	0	0,57705886	0,57705886
295	0	0	0	0,50916958	0,50916958
300	0	0	0	0,44926728	0,44926728

ANEXO 4.19 HIDROGRAMA DE CLARK – MUSKINGUM Y SU COMPARACIÓN CON HIDROGRAMA DEL ING. LOPEZ



ANEXO 4.20 CURVAS INTENSIDAD-DURACIÓN-FRECUENCIA DE 5 A 60 MINUTOS PARA DISTINTOS PERÍODOS DE RETORNO DE LA REGIÓN XI LITORAL CENTRAL ELEVACIONES MAYORES DE 200 MSNM



ANEXO 4.21 HIDROGRAMA PARA LOS PERÍODOS DE RETORNO DE 50 AÑOS

ANEXO 4.21.1 LLUVIA PARA UN PERÍODO DE RETORNO DE 50 AÑOS				
Duración (min)	Intensidad (lps/ha)	Lluvia puntual (mm)	Lluvia real (mm)	Lluvia efectiva (mm)
0	0			
5	700	21	21	7,98
10	620	37,2	16,2	6,156
15	560	50,4	13,2	5,016
20	520	62,4	12	4,56
25	480	72	9,6	3,648
30	470	84,6	12,6	4,788
35	420	88,2	3,6	1,368
40	380	91,2	3	1,14
45	340	91,8	0,6	0,228
50	330	99	7,2	2,736
55	290	95,7	-3,3	0
60	280	100,8	5,1	1,938

ANEXO 4.21.2 MÉTODO DE CLARK APLICADO PARA UN TIEMPO DE RETORNO DE 50 AÑOS

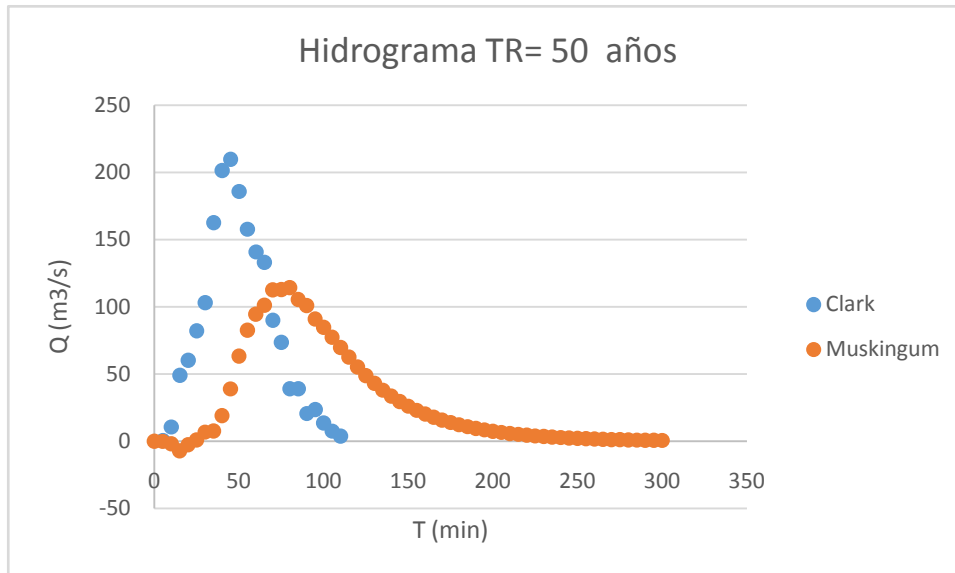
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	
8,505115	6,561089	5,346072	4,860066	3,888053	5,103069	5,103069	1,45802	1,215016	0,243003	2,916039	-1,33652	2,065528	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	307,7993	237,4452	193,4738	175,8853	140,7082	184,6796	184,6796	52,76559	43,97133	8,794265	105,5312	-48,3685	74,75125	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1223,562	943,8904	769,0959	699,1781	559,3425	734,137	734,137	209,7534	174,7945	34,9589	419,5068	-192,274	297,1507	0	0	0	0	0	0	0	0
			661,2315	510,0929	415,6312	377,8466	302,2773	396,7389	396,7389	113,354	94,46164	18,89233	226,7079	-103,908	160,5848	0	0	0	0	0	0	0
				1003,742	774,315	630,9234	573,5667	458,8534	602,245	602,245	172,07	143,3917	28,67833	344,14	-157,731	243,7658	0	0	0	0	0	0
					1057,183	815,5415	664,5153	604,1048	483,2839	634,3101	634,3101	181,2314	151,0262	30,20524	362,4629	-166,129	256,7446	0	0	0	0	0
						2301,388	1775,356	1446,587	1315,079	1052,063	1380,833	1380,833	394,5236	328,7697	65,75394	789,0473	-361,647	558,9085	0	0	0	0
							1804,316	1391,901	1134,142	1031,038	824,8303	1082,59	1082,59	309,3114	257,7595	51,5519	618,6228	-283,535	438,1911	0	0	0
								1206,311	930,5826	758,2525	689,3205	551,4564	723,7865	723,7865	206,7961	172,3301	34,46602	413,5923	-189,563	292,9612	0	0
									456,3807	352,0651	286,8678	260,789	208,6312	273,8284	273,8284	78,23669	65,19724	13,03945	156,4734	-71,717	110,8353	0
8,51	314,36	1466,35	1803,46	2462,70	3092,12	4874,82	6040,31	6292,61	5572,42	4729,83	4221,85	3992,39	2698,42	2203,28	1169,45	1168,80	613,38	702,00	405,10	221,24	110,84	0

ANEXO 4.21.3 CAUDAL PARA UN TR DE 10 AÑOS		
Hidrograma	mm x Ha	m³/s
0		
5	8,51	0,28350384
10	314,36	10,47867904
15	1466,35	48,87842853
20	1803,46	60,11519352
25	2462,70	82,09012723
30	3092,12	103,0706366
35	4874,82	162,4941456
40	6040,31	201,3435505
45	6292,61	209,7537774
50	5572,42	185,7473106
55	4729,83	157,6610808
60	4221,85	140,7282214
65	3992,39	133,0795735
70	2698,42	89,94736261
75	2203,28	73,44280286
80	1169,45	38,98182719
85	1168,80	38,96009887
90	613,38	20,44613043
95	702,00	23,40015902
100	405,10	13,50337871
105	221,24	7,374807921
110	110,84	3,694510169

ANEXO 4.21.4 COEFICIENTES DE MUSKINGUM	
K	50
X	0,2
ΔT	5
Co	-0,176
C1	0,294
C2	0,882

ANEXO 4.21.5 CUADRO DE MUSKINGUM TR 50 AÑOS					
T	Q (m ³ /s)	CoQ2 (m3/s)	CIQ1 (m3/s)	C2Q2 (m3/s)	Q2 (m3/s)
0		0	0	0	0
5	0,28350384	-0,05003009	0	0	-0,05003009
10	10,478679	-1,84917865	0,08338348	-0,0441442	-1,80993937
15	48,8784285	-8,62560504	3,08196442	-1,59700533	-7,14064594
20	60,1151935	-10,6085636	14,3760084	-6,30056994	-2,53312511
25	82,0901272	-14,486493	17,6809393	-2,2351104	0,95933584
30	103,070637	-18,1889359	24,1441551	0,8464728	6,80169199
35	162,494146	-28,6754375	30,3148931	6,00149293	7,64094859
40	201,343551	-35,5312148	47,7923958	6,74201346	19,0031944
45	209,753777	-37,0153725	59,2186913	16,7675245	38,9708434
50	185,747311	-32,7789372	61,6922875	34,3860383	63,2993886
55	157,661081	-27,8225437	54,6315619	55,8524017	82,6614199
60	140,728221	-24,834392	46,3709061	72,936547	94,4730611
65	133,079573	-23,4846306	41,3906534	83,3585833	101,264606
70	89,9473626	-15,873064	39,141051	89,351123	112,61911
75	73,4428029	-12,9604946	26,4551066	99,369803	112,864415
80	38,9818272	-6,87914597	21,6008244	99,5862485	114,307927
85	38,9600989	-6,87531157	11,4652433	100,859936	105,449867
90	20,4461304	-3,60814066	11,4588526	93,0440005	100,894712
95	23,400159	-4,12943983	6,01356777	89,0247463	90,9088742
100	13,5033787	-2,38294918	6,88239971	80,2137126	84,7131631
105	7,37480792	-1,30143669	3,97158197	74,7469086	77,4170539
110	3,69451017	-0,65197238	2,16906115	68,3091652	69,826254
115	0	0	1,08662064	61,6114006	62,6980212
120	0	0	0	55,3217834	55,3217834
125	0	0	0	48,8133383	48,8133383
130	0	0	0	43,0705926	43,0705926
135	0	0	0	38,0034641	38,0034641
140	0	0	0	33,5324683	33,5324683
145	0	0	0	29,587472	29,587472
150	0	0	0	26,106593	26,106593
155	0	0	0	23,0352291	23,0352291
160	0	0	0	20,3252021	20,3252021
165	0	0	0	17,9340019	17,9340019
170	0	0	0	15,8241193	15,8241193
175	0	0	0	13,9624582	13,9624582
180	0	0	0	12,3198161	12,3198161
185	0	0	0	10,8704259	10,8704259
190	0	0	0	9,59155231	9,59155231
195	0	0	0	8,46313439	8,46313439
200	0	0	0	7,46747152	7,46747152
205	0	0	0	6,58894546	6,58894546
210	0	0	0	5,8137754	5,8137754
215	0	0	0	5,12980183	5,12980183
220	0	0	0	4,52629573	4,52629573
225	0	0	0	3,99379035	3,99379035
230	0	0	0	3,52393266	3,52393266
235	0	0	0	3,10935235	3,10935235
240	0	0	0	2,74354619	2,74354619
245	0	0	0	2,42077605	2,42077605
250	0	0	0	2,13597887	2,13597887
255	0	0	0	1,88468724	1,88468724
260	0	0	0	1,66295933	1,66295933
265	0	0	0	1,46731705	1,46731705
270	0	0	0	1,29469152	1,29469152
275	0	0	0	1,14237487	1,14237487
280	0	0	0	1,00797782	1,00797782
285	0	0	0	0,8893922	0,8893922
290	0	0	0	0,78475782	0,78475782
295	0	0	0	0,69243337	0,69243337
300	0	0	0	0,61097062	0,61097062

ANEXO 4.21.6 HIDROGRAMA PARA UN TR 50 AÑOS



ANEXO 4.22 HIDROGRAMA PARA LOS PERÍODOS DE RETORNO DE 150 AÑOS

ANEXO 4.22.1 CÁLCULO DE LLUVIA EFECTIVA PARA 150 AÑOS				
Duración (min)	Intensidad (lps/ha)	Lluvia puntual (mm)	Lluvia real (mm)	Lluvia efectiva (mm)
0	0			
5	790	23,7	23,7	9,006
10	710	42,6	18,9	7,182
15	640	57,6	15	5,7
20	600	72	14,4	5,472
25	560	84	12	4,56
30	515	92,7	8,7	3,306
35	480	100,8	8,1	3,078
40	450	108	7,2	2,736
45	345	93,15	-14,85	0
50	400	120	26,85	10,203
55	340	112,2	-7,8	0
60	285	102,6	-9,6	0

ANEXO 4.22.2 MÉTODO DE CLARK APLICADO PARA UN TIEMPO DE RETORNO DE 150 AÑOS

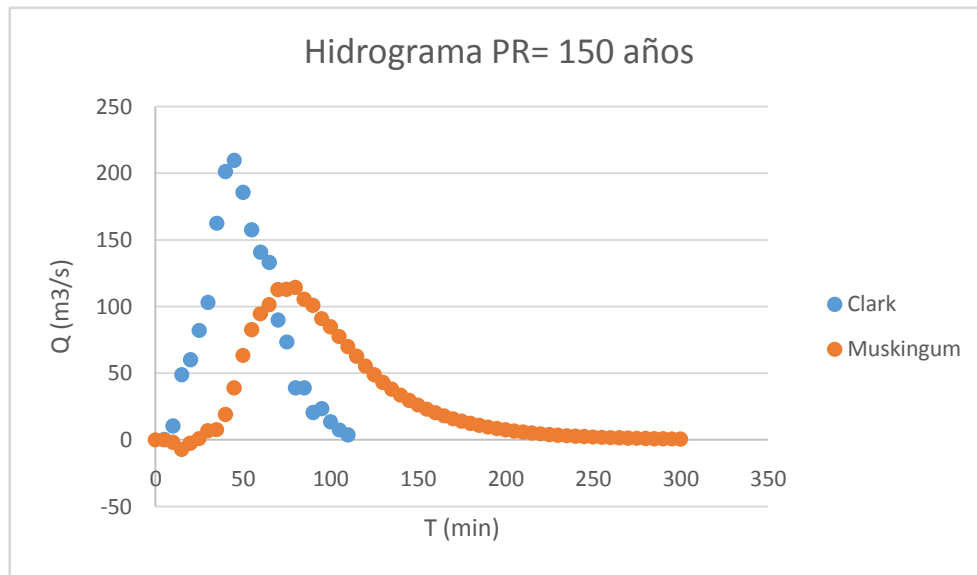
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20
9,59863	7,654604	6,075082	5,832079	4,860066	3,523548	3,523548	3,280544	2,916039	0	10,8744	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	347,3735	277,0194	219,8566	211,0624	175,8853	127,5168	127,5168	118,7226	105,5312	0	393,5434	0	0	0	0	0	0	0	0
		1380,877	1101,205	873,9726	839,0137	699,1781	506,9041	506,9041	471,9452	419,5068	0	1564,411	0	0	0	0	0	0	0
			746,247	595,1084	472,3082	453,4159	377,8466	273,9388	273,9388	255,0464	226,7079	0	845,4317	0	0	0	0	0	0
				1132,794	903,3675	716,9584	688,28	573,5667	415,8358	415,8358	387,1575	344,14	0	1283,355	0	0	0	0	0
					1193,107	951,4651	755,131	724,9258	604,1048	437,976	437,976	407,7708	362,4629	0	1351,685	0	0	0	0
						2597,281	2071,249	1643,848	1578,095	1315,079	953,4321	953,4321	887,6782	789,0473	0	2942,489	0	0	0
							2036,3	1623,885	1288,797	1237,246	1031,038	747,5025	747,5025	695,9506	618,6228	0	2306,947	0	0
								1361,408	1085,68	861,6506	827,1846	689,3205	499,7573	499,7573	465,2913	413,5923	0	1542,355	0
									515,0582	410,7426	325,9862	312,9467	260,789	189,072	189,072	176,0325	156,4734	0	583,5153
9,60	355,03	1663,97	2073,14	2817,80	3587,21	5549,34	6566,51	6830,12	6338,99	5363,96	4583,03	5019,52	3603,62	3457,18	2624,67	3532,11	2463,42	1542,35	583,52

ANEXO 4.22.3 CAUDAL PARA UN PR DE 150 AÑOS		
Hidrograma	mm x Ha	m³/s
0		
5	9,60	0,319954334
10	355,03	11,83426932
15	1663,97	55,46570417
20	2073,14	69,10470534
25	2817,80	93,9265862
30	3587,21	119,573511
35	5549,34	184,9779454
40	6566,51	218,8836025
45	6830,12	227,6705026
50	6338,99	211,2995221
55	5363,96	178,7985661
60	4583,03	152,7675203
65	5019,52	167,3174504
70	3603,62	120,1207188
75	3457,18	115,2394216
80	2624,67	87,48902073
85	3532,11	117,7371179
90	2463,42	82,1140244
95	1542,35	51,41181839
100	583,52	19,45050942
105	0,00	0

ANEXO 4.22.4 COEFICIENTES DE MUSKINGUM	
K	50
X	0,2
ΔT	5
C ₀	-0,176
C ₁	0,294
C ₂	0,882

ANEXO 4.22.5 CUADRO DE MUSKINGUM PR 150 AÑOS					
T (min)	Q (m3/s)	CoQ2 (m3/s)	C1Q1 (m3/s)	C2Q1 (m3/s)	Q2 (m3/s)
0		0	0	0	0
5	0,319954	-0,05646	0	0	-0,05646
10	11,83427	-2,0884	0,094104	-0,04982	-2,04412
15	55,4657	-9,78807	3,480667	-1,80363	-8,11103
20	69,10471	-12,1949	16,31344	-7,15679	-3,0383
25	93,92659	-16,5753	20,32491	-2,68085	1,068783
30	119,5735	-21,1012	27,62547	0,943044	7,467303
35	184,9779	-32,6432	35,16868	6,588797	9,11431
40	218,8836	-38,6265	54,40528	8,042038	23,8208
45	227,6705	-40,1771	64,37753	21,01835	45,21873
50	211,2995	-37,2882	66,96191	39,89888	69,57264
55	178,7986	-31,5527	62,14692	61,38763	91,98186
60	152,7675	-26,959	52,58781	81,16046	106,7893
65	167,3175	-29,5266	44,93162	94,22585	109,6309
70	120,1207	-21,1978	49,21101	96,73312	124,7464
75	115,2394	-20,3364	35,32962	110,0703	125,0636
80	87,48902	-15,4392	33,89395	110,3502	128,8049
85	117,7371	-20,7771	25,73206	113,6514	118,6063
90	82,11402	-14,4907	34,62856	104,6526	124,7905
95	51,41182	-9,07267	24,15118	110,1093	125,1878
100	19,45051	-3,43244	15,12112	110,4598	122,1485
105	0	0	5,720738	107,7781	113,4988
110	0	0	0	100,146	100,146
115	0	0	0	88,36412	88,36412
120	0	0	0	77,96834	77,96834
125	0	0	0	68,7956	68,7956
130	0	0	0	60,702	60,702
135	0	0	0	53,56059	53,56059
140	0	0	0	47,25934	47,25934
145	0	0	0	41,69942	41,69942
150	0	0	0	36,7936	36,7936
155	0	0	0	32,46494	32,46494
160	0	0	0	28,64554	28,64554
165	0	0	0	25,27548	25,27548
170	0	0	0	22,30189	22,30189
175	0	0	0	19,67814	19,67814
180	0	0	0	17,36306	17,36306
185	0	0	0	15,32035	15,32035
190	0	0	0	13,51796	13,51796
195	0	0	0	11,92761	11,92761
200	0	0	0	10,52436	10,52436
205	0	0	0	9,2862	9,2862
210	0	0	0	8,193706	8,193706
215	0	0	0	7,229741	7,229741
220	0	0	0	6,379183	6,379183
225	0	0	0	5,628691	5,628691
230	0	0	0	4,966492	4,966492
235	0	0	0	4,382199	4,382199
240	0	0	0	3,866646	3,866646
245	0	0	0	3,411746	3,411746
250	0	0	0	3,010365	3,010365
255	0	0	0	2,656204	2,656204
260	0	0	0	2,343709	2,343709
265	0	0	0	2,067979	2,067979
270	0	0	0	1,824687	1,824687
275	0	0	0	1,610018	1,610018
280	0	0	0	1,420604	1,420604
285	0	0	0	1,253474	1,253474
290	0	0	0	1,106007	1,106007
295	0	0	0	0,975888	0,975888
300	0	0	0	0,861078	0,861078

ANEXO 4.22.6 HIDROGRAMA PARA UN PR 150 AÑOS



ANEXO 4.23 HIDROGRAMA PARA LOS PERÍODOS DE RETORNO DE 250 AÑOS

ANEXO 4.23.1 CÁLCULO DE LLUVIA EFECTIVA PARA 250 AÑOS				
Duración (min)	Intensidad (lps/ha)	Lluvia puntual (mm)	Lluvia real (mm)	Lluvia efectiva (mm)
0	0			
5	840	25,2	25,2	9,576
10	760	45,6	20,4	7,752
15	680	61,2	15,6	5,928
20	640	76,8	15,6	5,928
25	610	91,5	14,7	5,586
30	550	99	7,5	2,85
35	515	108,15	9,15	3,477
40	480	115,2	7,05	2,679
45	440	118,8	3,6	1,368
50	430	129	10,2	3,876
55	380	125,4	-3,6	0
60	360	129,6	4,2	1,596

ANEXO 4.23.2 MÉTODO DE CLARK APLICADO PARA UN TIEMPO DE RETORNO DE 250 AÑOS

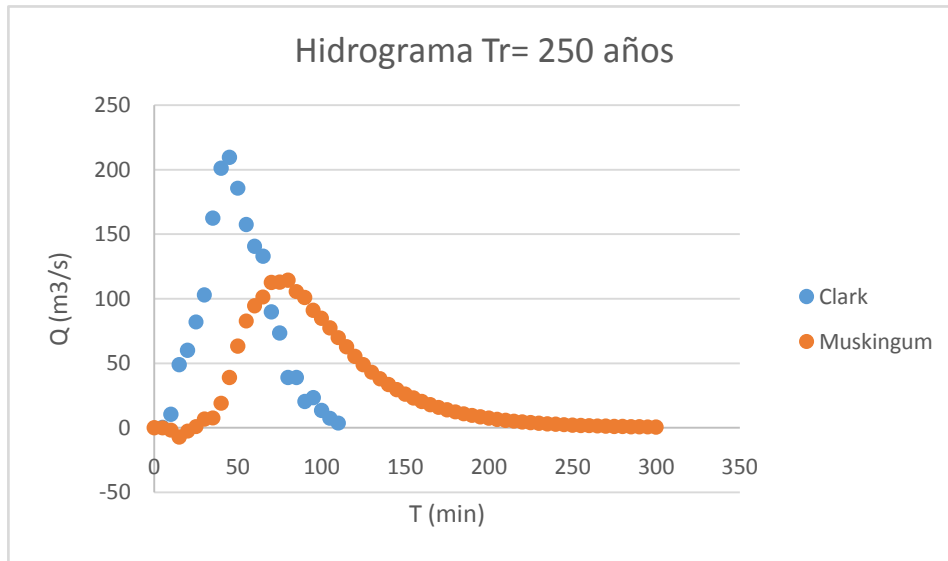
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22
10,20614	8,262112	6,318086	6,318086	5,953581	3,037541	3,037541	3,7058	2,855289	1,45802	4,131056	0	1,701023	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	369,3591	299,005	228,6509	228,6509	215,4595	109,9283	109,9283	134,1125	103,3326	52,76559	149,5025	0	61,55986	0	0	0	0	0	0	0	0
		1468,274	1188,603	908,9315	908,9315	856,4931	436,9863	436,9863	533,1233	410,7671	209,7534	594,3014	0	244,7123	0	0	0	0	0	0	0
			793,4778	642,3392	491,2006	491,2006	462,8621	236,1541	236,1541	288,108	221,9849	113,354	321,1696	0	132,2463	0	0	0	0	0	0
				1204,49	975,0634	745,6367	745,6367	702,6192	358,4792	358,4792	437,3446	336,9704	172,07	487,5317	0	200,7483	0	0	0	0	0
					1268,62	1026,978	785,3363	785,3363	740,0284	377,5655	377,5655	460,6299	354,9116	181,2314	513,4891	0	211,4367	0	0	0	0
						2761,665	2235,634	1709,602	1709,602	1610,971	821,9242	821,9242	1002,748	772,6088	394,5236	1117,817	0	460,2776	0	0	0
							2165,18	1752,764	1340,349	1340,349	1263,021	644,3987	644,3987	786,1664	605,7348	309,3114	876,3822	0	360,8633	0	0
								1447,573	1171,845	896,1166	896,1166	844,4176	430,8253	430,8253	525,6069	404,9758	206,7961	585,9224	0	241,2622	0
									547,6568	443,3412	339,0256	339,0256	319,4665	162,9931	162,9931	198,8516	153,2135	78,23669	221,6706	0	91,27613
10,21	377,62	1773,60	2217,05	2990,37	3862,31	5994,94	6945,27	7208,00	6742,03	5782,60	4716,24	4156,72	3307,15	3066,07	2334,59	2231,70	1447,83	1124,44	582,53	241,26	91,28

ANEXO 4.23.3 CAUDAL PARA UN PR DE 250 AÑOS		
Hidrograma	mm x Ha	m³/s
0		
5	10,21	0,340204608
10	377,62	12,58737503
15	1773,60	59,11990167
20	2217,05	73,90165043
25	2990,37	99,67883976
30	3862,31	128,7437531
35	5994,94	199,8313277
40	6945,27	231,5089656
45	7208,00	240,2667851
50	6742,03	224,7342969
55	5782,60	192,7531696
60	4716,24	157,2079614
65	4156,72	138,5574286
70	3307,15	110,2383019
75	3066,07	102,2023011
80	2334,59	77,81979233
85	2231,70	74,39013375
90	1447,83	48,26095263
95	1124,44	37,48122165
100	582,53	19,41779614
105	241,26	8,04207215
110	91,28	3,042537786

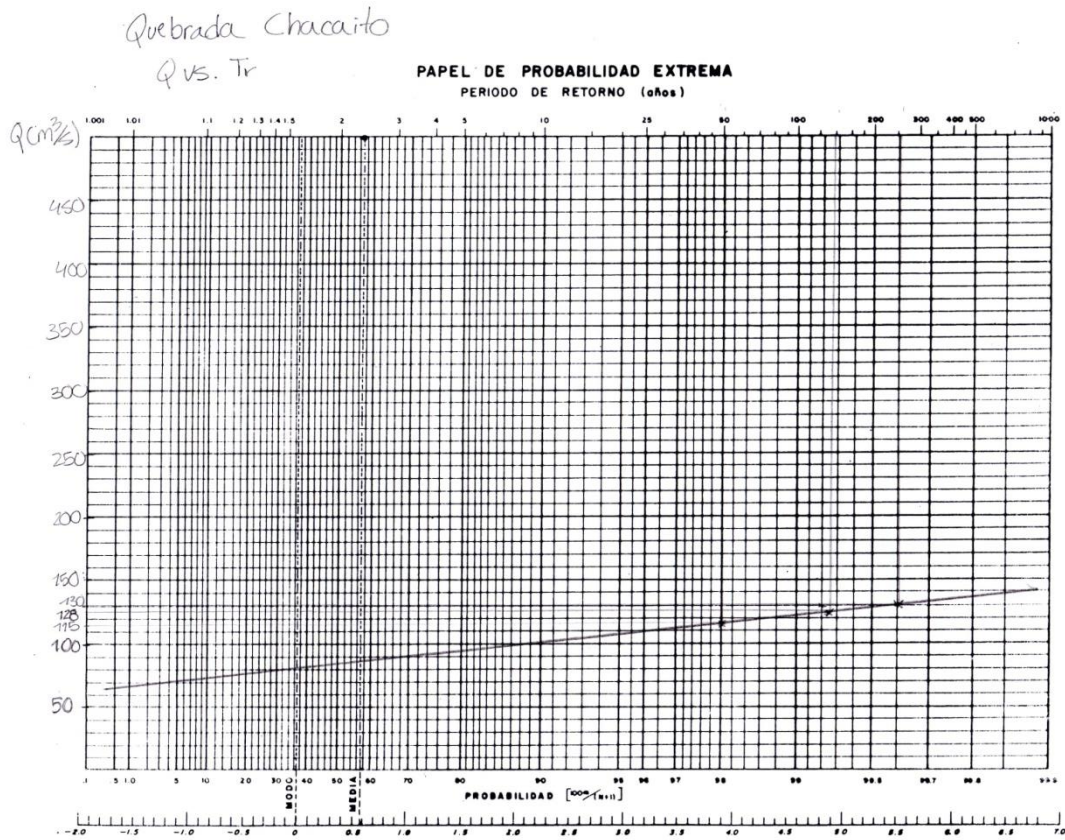
ANEXO 4.23.4 COEFICIENTES DE MUSKINGUM	
K	50
X	0,2
ΔT	5
Co	-0,176
C1	0,294
C2	0,882

ANEXO 4.23.5 CUADRO DE MUSKINGUM PR 250 AÑOS					
T	Q (m3/s)	CoQ2 (m3/s)	C1Q1 (m3/s)	C2Q2 (m3/s)	Q2 (m3/s)
0		0	0	0	0
5	0,340205	-0,06004	0	0	-0,06004
10	12,58738	-2,2213	0,10006	-0,05297	-2,17421
15	59,1199	-10,4329	3,702169	-1,91842	-8,64918
20	73,90165	-13,0415	17,38821	-7,63163	-3,28489
25	99,67884	-17,5904	21,73578	-2,89843	1,246964
30	128,7438	-22,7195	29,31731	1,100262	7,698082
35	199,8313	-35,2644	37,86581	6,792425	9,393883
40	231,509	-40,8545	58,77392	8,28872	26,20812
45	240,2668	-42,4	68,09087	23,12481	48,81566
50	224,7343	-39,659	70,6667	43,07264	74,08035
55	192,7532	-34,0153	66,09832	65,36501	97,44807
60	157,208	-27,7426	56,69211	85,98359	114,9331
65	138,5574	-24,4513	46,23764	101,4116	123,1979
70	110,2383	-19,4538	40,75218	108,704	130,0024
75	102,2023	-18,0357	32,42303	114,708	129,0953
80	77,81979	-13,7329	30,0595	113,9076	130,2342
85	74,39013	-13,1277	22,88817	114,9126	124,6731
90	48,26095	-8,51664	21,87945	110,0056	123,3685
95	37,48122	-6,61433	14,1944	108,8545	116,4346
100	19,4178	-3,42667	11,02389	102,7364	110,3336
105	8,042072	-1,41919	5,711117	97,35319	101,6451
110	3,042538	-0,53692	2,365315	89,68687	91,51527
115	0	0	0,894864	80,74877	81,64363
120	0	0	0	72,0385	72,0385
125	0	0	0	63,56338	63,56338
130	0	0	0	56,08534	56,08534
135	0	0	0	49,48706	49,48706
140	0	0	0	43,66505	43,66505
145	0	0	0	38,52799	38,52799
150	0	0	0	33,99528	33,99528
155	0	0	0	29,99584	29,99584
160	0	0	0	26,46692	26,46692
165	0	0	0	23,35316	23,35316
170	0	0	0	20,60573	20,60573
175	0	0	0	18,18153	18,18153
180	0	0	0	16,04252	16,04252
185	0	0	0	14,15517	14,15517
190	0	0	0	12,48985	12,48985
195	0	0	0	11,02046	11,02046
200	0	0	0	9,723935	9,723935
205	0	0	0	8,579943	8,579943
210	0	0	0	7,570538	7,570538
215	0	0	0	6,679886	6,679886
220	0	0	0	5,894017	5,894017
225	0	0	0	5,200603	5,200603
230	0	0	0	4,588768	4,588768
235	0	0	0	4,048913	4,048913
240	0	0	0	3,57257	3,57257
245	0	0	0	3,152268	3,152268
250	0	0	0	2,781413	2,781413
255	0	0	0	2,454188	2,454188
260	0	0	0	2,16546	2,16546
265	0	0	0	1,9107	1,9107
270	0	0	0	1,685912	1,685912
275	0	0	0	1,487569	1,487569
280	0	0	0	1,312561	1,312561
285	0	0	0	1,158142	1,158142
290	0	0	0	1,02189	1,02189
295	0	0	0	0,901668	0,901668
300	0	0	0	0,795589	0,795589

ANEXO 4.23.6 HIDROGRAMA PARA UN PR 250 AÑOS

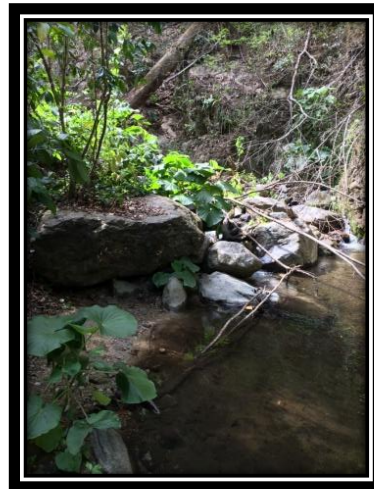
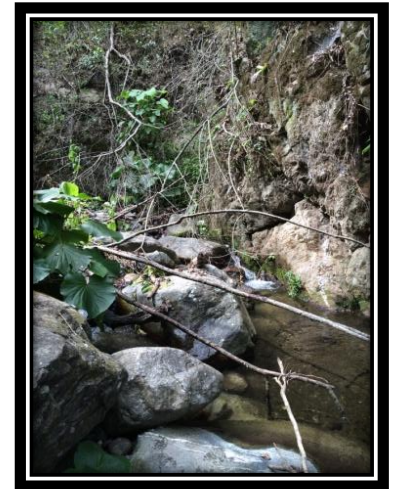
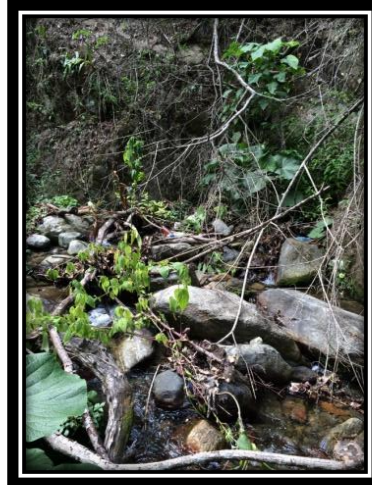


ANEXO 4.24 RELACIÓN CAUDAL VS. PERÍODO DE RETORNO DE LA QUEBRADA CHACAÍTO



ANEXO 4.25 FOTOGRAFÍAS DE LAS VISITAS REALIZADAS A LA QUEBRADA CHACAÍTO

ESTADO NATURAL DE LA QUEBRADA CHACAÍTO, AGUAS ARRIBA, CERCA DE LA TOMA DE HIDROCAPITAL A 150 METROS DE LA AVENIDA BOYACÁ, AL PIE DE MONTE DEL PARQUE NACIONAL WARAIRA REPANO (TOMA 1)



Presencia de maleza y sedimentos de gran tamaño en el primer sitio de muestreo

ANEXO 4.25 FOTOGRAFÍAS DE LAS VISITAS REALIZADAS A LA QUEBRADA CHACAÍTO

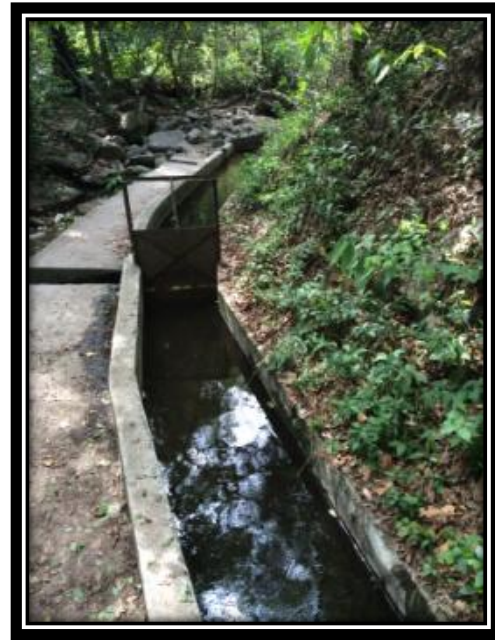


Preservación de las muestras realizadas en el muestreo 2



Presencia de desechos que presuntamente fueron dejados por los excursionistas que visitan la quebrada.

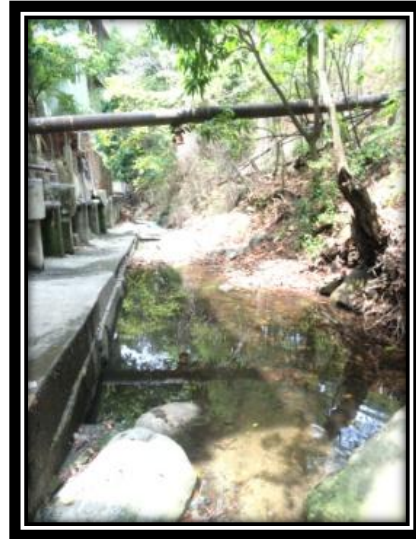
ANEXO 4.25 FOTOGRAFÍAS DE LAS VISITAS REALIZADAS A LA QUEBRADA CHACAÍTO



Obra de Toma de Agua (inactiva) perteneciente a HIDROCAPITAL

ANEXO 4.25 FOTOGRAFÍAS DE LAS VISITAS REALIZADAS A LA QUEBRADA CHACAÍTO

INICIO DEL DESARROLLO NO CONTROLADO “BARRIO NUEVO” DE LA URBANIZACIÓN LA CASTELLANA DEL MUNICIPIO CHACAO. (TOMA 2)



**Presencia de tuberías perpendiculares al cauce a la altura del desarrollo no controlado
Barrio Nuevo**

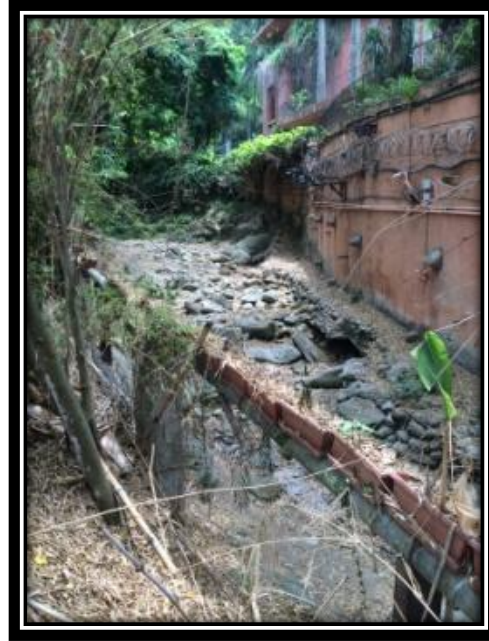
ANEXO 4.25 FOTOGRAFÍAS DE LAS VISITAS REALIZADAS A LA QUEBRADA CHACAÍTO



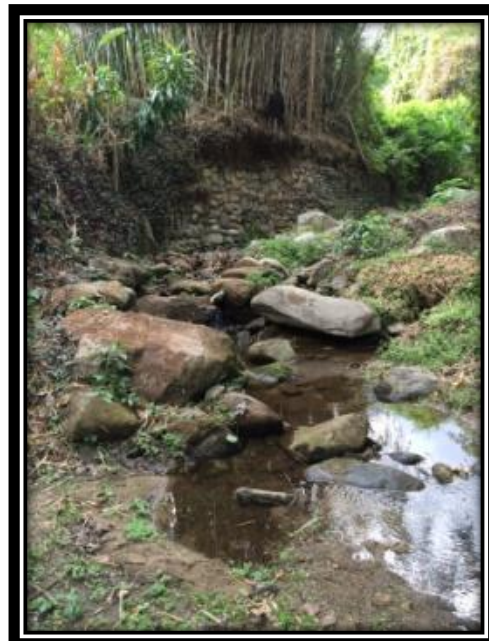
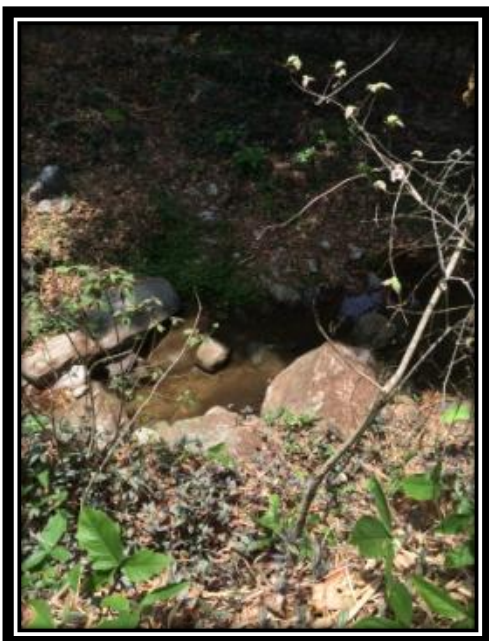
Presencia de Jabones en la Quebrada al realizar el muestreo 1 a la altura del desarrollo no controlado del Barrio Nuevo

ANEXO 4.25 FOTOGRAFÍAS DE LAS VISITAS REALIZADAS A LA QUEBRADA CHACAÍTO

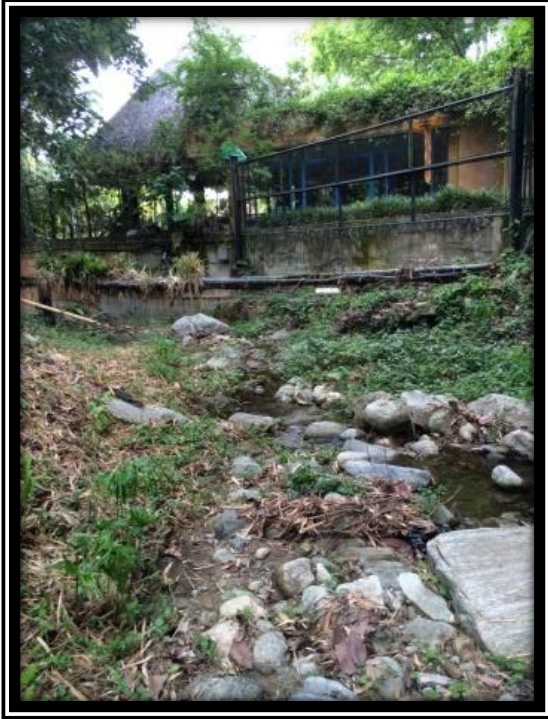
QUEBRADA DENTRO DE LAS INSTALACIONES DEL COUNTRY CLUB EN LOS CAMPOS DE GOLF(TOMA 3)



Presencia de sedimento de tamaños más reducidos dentro de las instalaciones del Country Club



ANEXO 4.25 FOTOGRAFÍAS DE LAS VISITAS REALIZADAS A LA QUEBRADA CHACAÍTO



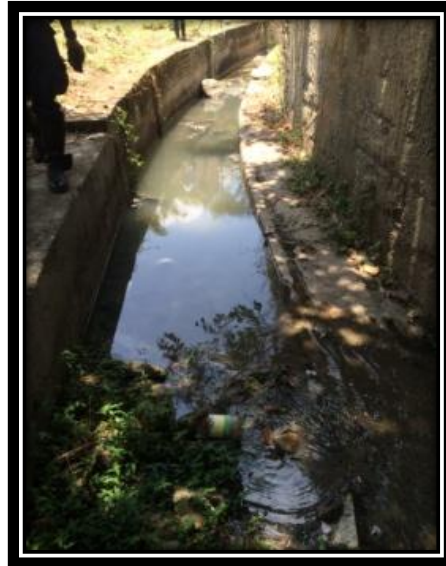
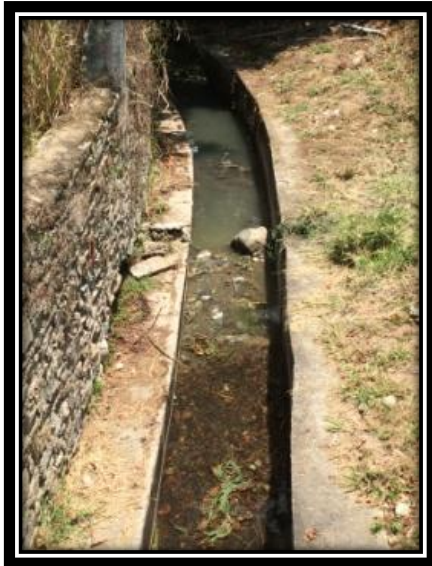
Presencia de sedimento de tamaños más reducidos dentro de las instalaciones del Country Club



Toma de muestra en las instalaciones del Country Club

ANEXO 4.25 FOTOGRAFÍAS DE LAS VISITAS REALIZADAS A LA QUEBRADA CHACAÍTO

INCORPORACIÓN DE LA QUEBRADA CHAPELLÍN A LA QUEBRADA CHACAÍTO A LA ALTURA DE LOS CAMPOS DE GOLF, A 15 METROS DEL HOYO 16. (TOMA 4)



**Aguas estancadas y contaminadas a la altura de la vivienda que se menciona fue del
Expresidente Pérez Jiménez**



**Presencia de tuberías perpendiculares al cauce a la altura del Hoyo N° 16 de las
Instalaciones del Country Club**

ANEXO 4.25 FOTOGRAFÍAS DE LAS VISITAS REALIZADAS A LA QUEBRADA CHACAÍTO

DESCARGAS NO CONTROLADAS A LA ALTURA DEL BARRIO CHAPELLÍN (TOMA 5)



Canalización a la altura del Barrio Chapellín



Canalización entre el Barrio Chapellín y la Urbanización Sans Souci

ANEXO 4.25 FOTOGRAFÍAS DE LAS VISITAS REALIZADAS A LA QUEBRADA CHACAÍTO

URBANIZACIÓN SANS SOUCI ÚLTIMO PUNTO ACCESIBLE DE LA QUEBRADA CHACAÍTO, ANTES DE SU EMBAULAMIENTO Y DESCARGA AL RÍO GUAIRE. (TOMA 6)



Canalización a la altura de la Urbanización Sans Souci

ANEXO 4.26 PROCEDIMIENTOS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS SANITARIOS EN LAS MUESTRAS DE AGUA DE LA QUEBRADA CHACAÍTO.

Anexo 26.1 Procedimiento para Determinar el Color

Para hacer las determinaciones de color en un aparato con discos precalibrados de intensidades, deben seguirse las instrucciones del fabricante, pero por regla general éstas se basan todas en un mismo principio, el cual consiste básicamente en comparar el color de los discos previamente calibrados con el color que presenta la muestra de agua a analizar.

1. Utilizando el comparador de color Hellige se coloca en el tubo del lado izquierdo agua destilada en la cantidad apropiada y en el tubo de la derecha la muestra por analizar.
2. Se compara el color de la muestra con el del disco haciéndolo girar hasta lograr en el campo visual colores similares.
3. Se anota directamente la cifra en unidades de color. Estos discos deben mantenerse resguardados de la luz intensa para evitar su decoloración.
4. La determinación del color aparente se realiza con la muestra original sin tratamiento previo.
5. Para la determinación del color real se debe centrifugar o filtrar la muestra antes de realizar la comparación con los discos.

Cálculos y Resultados

Los valores de color real y aparente son directamente tomados del equipo de comparación y sus unidades son unidades de color.

Los resultados de las determinaciones de color deben expresarse en números enteros y aproximando los valores obtenidos de la siguiente forma:

Unidad de Color	Unidad de Aproximacion
1-50	1
51-100	5
101-50	10
251-500	20

Bajo ninguna circunstancia se debe expresar el color con números decimales.

ANEXO 4.26 PROCEDIMIENTOS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS SANITARIOS EN LAS MUESTRAS DE AGUA DE LA QUEBRADA CHACAÍTO.

Anexo 26.2 Procedimiento para Determinar la Turbiedad

Turbidímetro de Hellige

Cada comparador está provisto de bulbos aforados y de los gráficos correspondientes. Los vasos y su tapa deben ser lavados por el mismo analista y, en general, manipularse con sumo cuidado. Debe desconectarse la corriente al terminar cada operación. Las medidas de los frascos son de 10, 20, 50 y 100 mm, siendo los primeros para las turbiedades más altas. El de 50 mm sirve para las turbiedades medianas. Si no se logra precisión en lecturas sucesivas para una muestra dada se cambia de vaso.

1. Homogeneizar la muestra, llenar uno de los vasos hasta la marca, secar el fondo con papel absorbente y taparlo.
2. Llevar al aparato y encender el bombillo.
3. Mirar por el ocular y girar el cuadrante hasta obtener un campo de aspecto homogéneo, donde el círculo central no sea ni más claro ni más oscuro que el resto. Apagar el aparato.

Cálculos y Resultados

Con la lectura obtenida en el cuadrante, buscar en el gráfico, suministrado por el profesor, la unidad de turbiedad correspondiente.

ANEXO 4.26 PROCEDIMIENTOS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS SANITARIOS EN LAS MUESTRAS DE AGUA DE LA QUEBRADA CHACAÍTO.

Anexo 26.3 Procedimiento para Determinar el Oxígeno Disuelto (OD)

1. Tomar la muestra de agua en un frasco Winkler hasta que este rebose por aproximadamente 1 minuto.
2. Medir la temperatura del agua a ensayar y se tapa de inmediato
3. Remueva la tapa de la botella que contiene la muestra y con una pipeta agregar 2 ml de sulfato manganoso, desde el fondo del frasco y después 2 ml de álcali – yoduro – nitrato de igual forma a la adición anterior.
4. Se tapa cuidadosamente con la finalidad de excluir las burbujas y se agita vigorosamente hasta que la mezcla se vea uniforme.
5. Se deja reposar hasta que sedimenten el 50% de los flóculos formados, luego se vuelve a agitar vigorosamente.
6. Deje reposar la botella.
7. Cuando la sedimentación de los flóculos ha progresado lo suficiente como para que se tenga alrededor de 100 ml de líquido claro sobrenadante, se destapa cuidadosamente el frasco y se agregan 2 ml de ácido sulfúrico concentrado, dejando que el ácido escurra por el cuello del frasco.
8. Se tapa cuidadosamente el frasco.
9. Lave exteriormente la botella, ya tapada, con agua del chorro en el fregadero.
10. Mezcle bien la muestra hasta que el precipitado se disuelva por completo y el color marrón o amarillo se distribuya uniformemente.
11. Se destapa la botella y se extraen 97 ml de la muestra. El volumen restante en la botella corresponde a 200 ml de muestra.
12. Llene la bureta con la solución (tiosulfato de sodio 0,025N).
13. Titule con el tiosulfato de sodio que tiene en la bureta agitando constantemente la muestra, hasta que ésta cambie a un color amarillo pálido.
14. Con una pipeta añada 2 ml de solución de almidón (indicador recientemente preparado), lo cual hará que la solución tome un color azul.
15. Continúe la titulación añadiendo el tiosulfato de sodio gota a gota hasta volverse incolora la muestra.
16. Anote el volumen utilizado de tiosulfato de sodio.

ANEXO 4.26 PROCEDIMIENTOS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS SANITARIOS EN LAS MUESTRAS DE AGUA DE LA QUEBRADA CHACAÍTO.

Cálculos y Resultados

Para obtener la cantidad de O.D. en la muestra se utiliza la siguiente relación:

1 ml de tiosulfato de sodio 0,025N equivalen a 0,2 mg de O.D., si se titulan 200 ml de la muestra original entonces:

1 ml de tiosulfato de sodio 0,025N = 1 mg/l de O.D.

Tabla de resultados

Ensayo	Resultado	
	ml de tiosulfato de sodio 0.025N	ml O.D
O.D		

ANEXO 4.26 PROCEDIMIENTOS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS SANITARIOS EN LAS MUESTRAS DE AGUA DE LA QUEBRADA CHACAÍTO.

Anexo 26.4 Procedimiento para Determinar la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

1. Use 7 botellas Winkler correspondientes a 7 diluciones por cada muestra yanote en la tabla los números de botella correspondiente con cada una de las diluciones.
2. Tome una de las botellas y llénela completamente con el agua de dilución, siendo ésta nuestra muestra patrón.
3. Las 6 botellas restantes se llenan aproximadamente hasta la mitad con el agua de dilución.
4. Con una pipeta de descarga rápida, añada la cantidad pre-determinada, de la dilución escogida en cada una de las 6 botellas (dado en el laboratorio).
5. Después de pipetear las porciones de muestra termine de llenar las botellas con agua de dilución, tápelas e incúbelas a 20°C por 5 días.
6. Después de los 5 días determine la cantidad de oxígeno disuelto en cada una de las botellas, incluyendo la botella de control, por el método ya descrito en la Práctica N°10.

Cálculos y Resultados

Para obtener la DBO se aplica la siguiente ecuación:

$$DBO \text{ (mg/l)} = (O.D. \text{ testigo} - O.D. \text{ muestra}) \times \frac{\text{Volumen total botella}}{\text{ml de muestra}}$$

Tabla de resultados

Ensayo	Resultado
	mg/l
DBO	

ANEXO 4.26 PROCEDIMIENTOS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS SANITARIOS EN LAS MUESTRAS DE AGUA DE LA QUEBRADA CHACAÍTO.

Anexo 26.5 Procedimiento para Determinar la Demanda Química de Oxígeno

1. Colocar 0,4 g de HgSO_4 , en un balón de 250 ml.
2. Agregar 20 ml de muestra y enseguida 10 ml de solución patrón de dicromato de potasio 0,25N.
3. Agregar cuidadosamente, en constante agitación, 30 ml de la mezcla H_2SO_4 y Ag_2SO_4 .
4. Agregar unas perlas de vidrio para evitar ebulliciones tumultuosas; homogeneizar muy bien el contenido del balón antes del calentamiento para evitar sobrecalentamientos locales en el fondo del balón que podrían provocar expulsión violenta del líquido fuera del condensador.
5. Ajuste el frasco al condensador y manténgalo durante dos horas sobre la hornilla caliente.
6. Montar y practicar una prueba testigo con 20 ml de agua destilada y todos los demás reactivos, en la cantidad usada en la muestra y colocarlo en el condensador por 2 horas.
7. Una vez transcurridas las 2 horas, dejar enfriar y sin desmontar los balones lavar el condensador con agua destilada en pequeñas porciones hasta obtener un volumen total de 140 ml.
8. Titular el exceso de dicromato con solución patrón de sulfato ferroso amoniacal, usando 3 gotas del indicador ferroin para indicar el vire de neutralización de color verde azulado a rojo azulado.

ANEXO 4.26 PROCEDIMIENTOS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS SANITARIOS EN LAS MUESTRAS DE AGUA DE LA QUEBRADA CHACAÍTO.

Cálculos y Resultados

Para obtener la DQO se aplica la siguiente ecuación:

$$DQO \text{ (mg/l)} = \frac{(A-B).C-8000}{ml \text{ de muestra}}$$

Donde:

A = ml $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ usados en el testigo

B = ml $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ usados en la muestra

C = normalidad del $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$

Tabla de resultados

Ensayo	Resultado
	mg/l
DQO	

ANEXO 4.26 PROCEDIMIENTOS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS SANITARIOS EN LAS MUESTRAS DE AGUA DE LA QUEBRADA CHACAÍTO.

Anexo 4.26.6 Procedimiento para Determinar cantidad de Coliformes Fecales

1. Inocular caldo de peptona con diluciones decimales de la muestra de agua, expresados en 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} .
2. Inocular 3 tubos de lactosa bilis verde brillante (a los que se les añade un tubo de Durham invertido) con 1 ml de cada dilución. Incubar a 37°C ($\pm 1^{\circ}\text{C}$) durante 24 ó 48h.
3. Si se observa crecimiento bacteriano con producción de gas las 24h o antes, la presencia de bacterias coliformes fecales se considerará confirmada.

Para Coliformes fecales:

Se escogen los tubos positivos y se lleva una asada al caldo EC utilizando un asa que tenga 3 mm de diámetro. Luego, estos tubos se incuban a $45.5^{\circ}\text{C} \pm 0.2$, en baño María con agitación constante por 24 h. Si hay gas a las 24 o 48 h. es positivo para coliformes fecales