

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



**“UTILIZACIÓN DEL MODELO “HEC-HMS” EN  
SISTEMAS DE PRONÓSTICOS HIDROLÓGICOS Y  
VERIFICACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS POR EL  
MODELO CMPORH, EN LA CUENCA DEL RIO SUCIO”**

PRESENTADO POR:

**CLAUDIA STEPHANIE CARRILLO CARRILLO  
NORMA CONCEPCIÓN MEJÍA GRANADOS**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

**INGENIERO CIVIL**

CIUDAD UNIVERSITARIA, ABRIL 2016

RECTOR INTERINO :  
**LIC. JOSÉ LUIS ARGUETA ANTILLÓN**

SECRETARIA GENERAL :  
**DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

DECANO :  
**ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL**

SECRETARIO :  
**ING. JULIO ALBERTO PORTILLO**

**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

DIRECTOR :  
**ING. JORGE OSWALDO RIVERA FLORES**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

Trabajo de Graduación previo a la opción al grado de:

**INGENIERO CIVIL**

Título

:

**“UTILIZACIÓN DEL MODELO “HEC-HMS” EN  
SISTEMAS DE PRONÓSTICOS HIDROLÓGICOS Y  
VERIFICACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS POR EL  
MODELO CMPORH, EN LA CUENCA DEL RIO SUCIO”**

Presentado por

:

**CLAUDIA STEPHANIE CARRILLO CARRILLO  
NORMA CONCEPCIÓN MEJÍA GRANADOS**

Trabajo de Graduación aprobado por :

Docentes asesores

:

**ING. EDWIN SANTIAGO ESCOBAR  
ING JOAQUÍN MARIANO SERRANO CHOTO  
ING. ROBERTO ADOLFO CERÓN PINEDA  
ING. JOSÉ RODOLFO VALLES LEÓN**

San Salvador, Abril 2016

Trabajo de Graduación Aprobado por :

Docentes asesores :

**ING. EDWIN SANTIAGO ESCOBAR**

**ING JOAQUÍN MARIANO SERRANO CHOTO**

**ING. ROBERTO ADOLFO CERÓN PINEDA**

**ING. JOSÉ RODOLFO VALLES LEÓN**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios Todopoderoso y a la Virgen María, que han estado presente en cada momento de nuestra carrera y en especial en esta etapa, que nos dieron el ánimo, la sabiduría y la fortaleza para poder alcanzar esta meta.

A nuestros asesores, Ing. Edwin Escobar, Ing. Roberto Cerón, Ing. Joaquín Serrano Choto e Ing. José Valles, por ser nuestros guías, por dedicarnos su tiempo, compartirnos su conocimiento e impulsarnos en nuestra formación profesional.

A todos los docentes que formaron parte del proceso de enseñanza-aprendizaje a lo largo de nuestra carrera, por brindarnos sus conocimientos y por su disponibilidad para asesorarnos cuando lo necesitamos.

Agradecimiento especial al Ing. Carlos Najarro, Ing. Sislán Vásquez e Ing. Wilfredo Ascencio, por aportar sus conocimientos en áreas específicas para lograr el desarrollo de este trabajo de graduación.

**Claudia y Connie**

A DIOS TODOPODEROSO, por permitirme culminar este objetivo, y darme la fortaleza para seguir adelante.

A LA MEMORIA DE MI PADRE, Víctor Manuel Carrillo, por haberme brindado todo su amor, su vida, y porque su recuerdo me impulsa a seguir adelante siempre.

A MIS PADRES, Orlando Aquino y Mirian Carrillo de Aquino, gracias por tanto cariño, por creer siempre en mí y apoyarme a cumplir mis sueños. Este logro es también suyo.

A MIS HERMANAS, Fanny Marcela y Mónica Michelle Carrillo Carrillo, por todo su apoyo y comprensión a lo largo de mi carrera y por impulsarme siempre a ser la mejor versión de mi misma.

A MI COMPAÑERA DE TESIS, Connie Mejía, con todo cariño y agradecimiento por la confianza depositada en mí, por su amistad incondicional y por haber sido parte vital en la consecución de este objetivo.

A todos los amigos que descubrí durante la carrera, gracias por haber hecho de mis años universitarios, una maravillosa experiencia.

***Claudia Stephanie Carrillo.***

A DIOS TODOPODEROSO, por su infinito amor, por haberme permitido alcanzar esta meta, por ser el guía de mi vida y estar conmigo en cada momento de este camino.

EN MEMORIA DE MI QUERIDA ABUELA Concepción Mejía, por darme los ánimos cuando los necesite, manifestándome lo orgullosa que siempre se sintió de mí.

A MIS PADRES, Nelson Mejía y Vilma Granados de Mejía, ya que sin ellos, sin su esfuerzo, su gran amor y su sacrificio, se me hubiese hecho más difícil culminar esta meta, gracias por los consejos, por la confianza que depositaron en mí, porque sé que cuando el camino se ponía más duro fueron mi apoyo y mi fortaleza.

A MIS HERMANAS, Nidia Mejía y Claudia Mejía, por haberme apoyado en el transcurso de mi carrera, por sus consejos y por estar siempre para mí.

A MI COMPAÑERA DE TESIS, Claudia Carillo, por su dedicación y esfuerzo en esta etapa y por haber sido más que mi compañera, mi gran amiga.

A LUIS ALBERTO, por todo el apoyo mostrado durante este proceso.

A TODOS LOS AMIGOS que hice durante la carrera, que si los mencionara a todos no me alcanzarían las líneas, gracias por haber hecho este trayecto mucho más agradable.

Finalmente, a los lectores que consultaran esta tesis para su enriquecimiento académico.

***Norma Concepción Mejía***

## ÍNDICE GENERAL

Introducción General.....	i
---------------------------	---

### CAPÍTULO I

#### CONSIDERACIONES GENERALES

1.0 Introducción.....	2
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Planteamiento del Problema.....	5
1.3 Objetivos.....	8
1.3.1 Objetivo General.....	8
1.3.2 Objetivos Específicos.....	9
1.4 Alcances.....	9
1.5 Limitaciones.....	10
1.6 Justificación.....	10

### CAPÍTULO II

#### CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO SUCIO

2.0 Introducción.....	13
2.1 Cuenca.....	14
2.1.1 Clasificación de la Cuenca.....	14
2.2 Características de las Cuencas con Énfasis en la del Río Sucio.....	16
2.2.1 Ubicación.....	16
2.2.2 Geología.....	18
2.2.3 Hidrografía.....	19
2.2.4 Clima.....	25
2.2.5 Evapotranspiración.....	26

2.2.6 Tipos de Suelo .....	30
2.2.7 Usos del Suelo.....	33
2.3 Características Fisiológicas de las Cuencas.....	35
2.3.1 Área y Perímetro de la Cuenca.....	35
2.3.2 Longitud del Cauce del Río y Longitud media de la Cuenca.....	36
2.3.3 Pendiente Media del Cauce Principal .....	36
2.3.4 Pendiente Media de la Cuenca .....	38
2.3.5 Elevación Media de la Cuenca.....	40
2.3.5.1 Curva Hipsométrica .....	40
2.4 Parámetros de Comparación de las Cuencas.....	44
2.4.1 Orden de las Corrientes .....	44
2.4.2 Densidad del Drenaje .....	48
2.4.3 Densidad de Corriente.....	49
2.4.4 Índice de Gravelius o Coeficiente de Compacidad .....	50
2.4.5 Factor de Forma .....	52
2.4.6 Relación de Circularidad.....	55
2.4.7 Relación de Elongación .....	55
2.4.8 Rectángulo Equivalente .....	56
2.5 Tabla de Resumen.....	57

### **CAPÍTULO III**

#### **LA PRECIPITACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS**

#### **DE LA PRECIPITACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO SUCIO**

3.0 Introducción .....	64
3.1 La precipitación.....	65
3.1.1 Generalidades.....	65
3.1.2 Variación espacial y temporal de la precipitación .....	65
3.1.3 Características de la precipitación .....	67

3.1.4 Clasificación de la precipitación .....	67
3.1.5 Precipitación pluvial .....	68
3.1.6 Clasificación de la precipitación pluvial .....	68
3.2 Medición de la Precipitación Pluvial .....	70
3.2.1 Determinación de Estaciones Pluviográficas y Pluviométricas de la Cuenca del Río Sucio .....	76
3.3. Descripción del Evento Meteorológico a Analizar .....	79
3.3.1 Depresión Tropical 12E .....	79
3.4 Hietograma .....	81
3.4.1 Elaboración de Hietogramas.....	82
3.5 Distribución Espacial de la Lluvia.....	106
3.5.1 Spline .....	107
3.5.2 Caudal a la salida de la cuenca del río Sucio .....	110

## **CAPÍTULO IV**

### **MODELACIÓN HIDROLÓGICA CON HEC - HMS**

4.0 Introducción .....	114
4.1 Generalidades.....	115
4.1.1 Generalidades del HEC-HMS .....	115
4.1.2 Componentes del HEC-HMS .....	115
4.2 Modelos de Cuenca .....	117
4.2.1 Modelo de Cuenca del Río Sucio.....	118
4.3 Método de las Pérdidas Iniciales (LOSS).....	120
4.3.1 Método de Transformación de Lluvia en Esguerrimiento (Transform) .....	122
4.3.2 Método de Flujo de Base (Baseflow) .....	123
4.3.3 Modelo de Tránsito de Avenidas (Routing) .....	124
4.4. Modelo Meteorológico.....	127
4.5 Especificaciones de Control.....	152

4.6 Resultados del Modelo .....	155
---------------------------------	-----

## **CAPÍTULO V**

### **VERIFICACIÓN DE DATOS OBTENIDOS POR EL CMORPH**

5.0 Introducción .....	158
5.1 Sensores Remotos .....	158
5.1.1 Generalidades.....	158
5.1.2 CMORPH.....	162
5.2 Análisis de los Datos Proporcionados por la Base de Datos CMORPH ...	163
5.3 Elaboración de Hietograma con los Datos de Precipitación de CMORPH.....	171
5.4 Comparación de Hietogramas Elaborados con Datos de Estaciones Pluviométricas y Datos Obtenidos de CMORPH .....	199
5.5 Comparación y Distribución Espacial de la Lluvia, entre el CMORPH y los Mapas de Lluvia Registrada .....	204
5.6 Cálculo del Caudal Máximo con los Datos Obtenidos de CMORPH por Medio de HEC-HMS .....	206

## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

6.0 Conclusiones .....	234
6.1 Recomendaciones .....	235
• Bibliografía.....	237
• Anexos	

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO II

#### CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO SUCIO

Figura 2.1 Clasificación de cuenca según el área.....	16
Figura 2.2 Mapa de ubicación de la cuenca del río Sucio.....	21
Figura 2.3 Mapa geológico de la cuenca del río Sucio .....	22
Figura 2.4 Mapa regiones hidrográficas.....	23
Figura 2.5 Mapa de ríos de la cuenca del río Sucio.....	24
Figura 2.6 Mapa de zona climática de la cuenca del río Sucio .....	28
Figura 2.7. Mapa de evapotranspiración potencial y real de la cuenca del río Sucio .....	29
Figura 2.8. Mapa de tipos suelos de la cuenca del río Sucio .....	32
Figura 2.9. Mapa de uso de suelo de la cuenca del río Sucio .....	34
Figura 2.10 Método para definir la pendiente media de un cauce .....	37
Figura 2.11 Perfil del río Sucio.....	37
Figura 2.12 Método para calcular la pendiente del río Sucio .....	38
Figura 2.13 Características de las curvas hipsométricas en ciclo erosivo .....	41
Figura 2.14 Curva hipsométrica de la cuenca del río Sucio.....	42
Figura 2.15 Histograma de frecuencias altimétricas de la cuenca del río Sucio .....	43
Figura 2.16 Sistema Strahler .....	45
Figura 2.17 Mapa de orden de corrientes de la cuenca del río Sucio.....	47
Figura 2.18 Diferentes hidrogramas para cada tipo de cuenca .....	54

**CAPÍTULO III**  
**LA PRECIPITACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS**  
**DE LA PRECIPITACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO SUCIO**

Figura 3.1 Esquema de pluviómetro .....	72
Figura 3.2 Esquema de pluviógrafo .....	74
Figura 3.3 Ubicación de estaciones pluviométricas en las cercanías y dentro de la cuenca del río Sucio.....	78
Figura 3.4 Hietograma Procafé .....	85
Figura 3.5 Hietograma L-04 .....	90
Figura 3.6 Hietograma L-09 .....	93
Figura 3.7 Hietograma L-14 .....	96
Figura 3.8 Hietograma L-17 .....	99
Figura 3.9 Hietograma L-27 .....	102
Figura 3.10 Hietograma L-29 .....	105
Figura 3.11 Ráster con valores de precipitación .....	107
Figura 3.12 Mapa de distribución espacial de precipitación cuenca del río Sucio .....	109
Figura 3.13 Sección transversal Dos Cerros .....	111

**CAPÍTULO IV**  
**MODELACIÓN HIDROLÓGICA CON HEC - HMS**

Figura 4.1 Esquema de procesos de HEC-HMS.....	116
Figura 4.2 Subcuencas de la cuenca del río Sucio .....	119
Figura 4.3 Esquema del método de Muskingum.....	124
Figura 4.4 Esquema ilustrativo de procesos de HEC – HMS.....	127
Figura 4.5 Áreas de influencia de las estaciones pluviométricas .....	128
Figura 4.6 Modelo meteorológico en HEC-HMS.....	151

Figura 4.7 Especificaciones de control en HEC-HMS.....	153
Figura 4.8 Modelo de cuenca en HEC-HMS.....	154
Figura 4.9 Caudal de salida de la depresión tropical 12E con datos de precipitación de pluviómetros.....	156

## **CAPÍTULO V**

### **VERIFICACIÓN DE DATOS OBTENIDOS POR EL CMORPH**

Figura 5.1 Funcionamiento de los sensores remoto .....	159
Figura 5.2 Visualización gráfica de la distribución de la lluvia mediante CMORPH.....	163
Figura 5.3 Ventana de base de datos de IRI .....	164
Figura 5.4 Delimitación de puntos con coordenadas a introducir a CMORPH .....	165
Figura 5.5 Ventana de Visualización de CMORPH con datos de depresión tropical 12E .....	166
Figura 5.6 Estaciones Pluviométricas y estaciones CMOPRH .....	167
Figura 5.7 Hietograma C-1 .....	174
Figura 5.8 Hietograma C-2 .....	177
Figura 5.9 Hietograma C-3 .....	180
Figura 5.10 Hietograma C-4 .....	183
Figura 5.11 Hietograma C-5 .....	186
Figura 5.12 Hietograma C-6 .....	189
Figura 5.13 Hietograma C-7 .....	192
Figura 5.14 Hietograma C-8 .....	195
Figura 5.15 Hietograma C-9 .....	198
Figura 5.16 Comparación de hietogramas.....	200
Figura 5.17 Precipitación acumulada.....	202

Figura 5.18 Mapa de distribución espacial de lluvia, con datos de CMORPH .....	205
Figura 5.19 Área de influencia de las estaciones CMORPH.....	207
Figura 5.20 Caudal de salida de la depresión tropical 12E con datos de precipitación de CMORPH .....	231
Figura 5.21 Distribución del caudal a la salida de la cuenca del Rio Sucio a través de la depresión tropical 12E .....	232

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO II

#### CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO SUCIO

Tabla 2.1 Clasificación de las cuencas según el área .....	15
Tabla 2.2 Longitud de cauces principales que aportan en la cuenca río Sucio .....	20
Tabla 2.3. Clasificación climática .....	25
Tabla 2.4 Tipos de suelo presentes en la cuenca del río Sucio .....	31
Tabla 2.5 Tipos de uso suelo presentes en la cuenca del río Sucio .....	33
Tabla 2.6 Sumatoria de longitudes de órdenes de corrientes en la cuenca del río Sucio .....	46
Tabla 2.7 Índice de Gravelius .....	51
Tabla 2.8 Resumen de parámetros geomorfológicos en la cuenca del río Sucio .....	58

### CAPÍTULO III

#### LA PRECIPITACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS DE LA PRECIPITACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO SUCIO

Tabla 3.1: Ubicación con coordenadas de las estaciones pluviométricas .....	79
Tabla 3.2: Datos de precipitación acumulada del 10 al 20 de octubre de 2011, durante la depresión tropical 12E.....	81
Tabla 3.3: Datos de precipitación de la Estación Procafé .....	83
Tabla 3.4 Porcentaje de lluvia para cada intervalo de tiempo de la estación Procafé.....	86
Tabla 3.5 Datos de precipitación estación L-04 San Andrés, Ciudad Arce.....	88

Tabla 3.6 Datos de precipitación estación L-09 Finca El Rosario, Comasagua.....	91
Tabla 3.7 Datos de precipitación estación L-14 Hacienda Amaquilco .....	94
Tabla 3.8 Datos de precipitación estación L-17 Beneficio El Paraíso, Jayaque .....	97
Tabla 3.9 Datos de precipitación estación L-27 Chiltiupán .....	100
Tabla 3.10 Datos de precipitación estación L-29 Finca Los Cedros, Talnique. ....	103
Tabla 3.11 Resumen de parámetros para el cálculo de caudal .....	112

## **CAPÍTULO IV**

### **MODELACIÓN HIDROLÓGICA CON HEC - HMS**

Tabla 4.1 Descripción de elementos hidrológicos de HEC-HMS .....	117
Tabla 4.2 Áreas de las subcuencas del río Sucio .....	118
Tabla 4.3 Número de curvas de las subcuencas .....	121
Tabla 4.4 Tiempo de concentración y tiempo de retardo de las subcuencas del río Sucio .....	123
Tabla 4.5 Parámetros de tránsito de avenidas introducidos al modelo de la cuenca del río Sucio.....	126
Tabla 4.6 Porcentajes de influencia de los pluviómetros dentro de las subcuencas.....	129
Tabla 4.7 Precipitación de estación SC-1 .....	130
Tabla 4.8 Precipitación de estación SC-2 .....	130
Tabla 4.9 Precipitación de estación SC-3.....	134
Tabla 4.10 Precipitación de estación SC-4 .....	136
Tabla 4.11 Precipitación de estación SC-5 .....	138
Tabla 4.12 Precipitación de estación SC-6 .....	140
Tabla 4.13 Precipitación de estación SC-7 .....	142

Tabla 4.14 Precipitación de estación SC-8 .....	144
Tabla 4.15 Precipitación de estación SC-9 .....	146
Tabla 4.16 Precipitación de estación SC-10 .....	148
Tabla 4.17 Precipitación de estación SC-11 .....	150

## **CAPÍTULO V**

### **VERIFICACIÓN DE DATOS OBTENIDOS POR EL CMORPH**

Tabla 5.1 Datos de precipitación de la depresión tropical 12E de obtenidos de CMORPH .....	169
Tabla 5.2 Valores de lluvia acumulados durante la depresión tropical 12E. ...	171
Tabla 5.3 Datos de precipitación de Estación C-1 CMORPH .....	172
Tabla 5.4 Datos de precipitación de Estación C-2 CMORPH .....	175
Tabla 5.5 Datos de precipitación de Estación C-3 CMORPH .....	178
Tabla 5.6 Datos de precipitación de Estación C-4 CMORPH .....	181
Tabla 5.7 Datos de precipitación de Estación C-5 CMORPH .....	184
Tabla 5.8 Datos de precipitación de Estación C-6 CMORPH .....	187
Tabla 5.9 Datos de precipitación de Estación C-7 CMORPH .....	190
Tabla 5.10 Datos de precipitación de Estación C-8 CMORPH .....	193
Tabla 5.11 Datos de precipitación de Estación C-9 CMORPH .....	196
Tabla 5.12 Porcentaje de influencia de cada estación sobre cada subcuenca del río Sucio.....	208
Tabla 5.13 Precipitación Estación SC-1.....	209
Tabla 5.14 Precipitación para Estación SC-2 .....	210
Tabla 5.14 Precipitación para Estación SC-3 .....	213
Tabla 5.15 Precipitación para Estación SC-4 .....	215
Tabla 5.16 Precipitación para Estación SC-5 .....	217
Tabla 5.17 Precipitación para Estación SC-6 .....	219
Tabla 5.18 Precipitación para Estación SC-7 .....	221

Tabla 5.19 Precipitación para Estación SC-8 .....	223
Tabla 5.20 Precipitación para Estación SC-9 .....	225
Tabla 5.21 Precipitación para Estación SC-10.....	227
Tabla 5.22 Precipitación para Estación SC-11.....	229

## TABLA DE SIGLAS

CMORPH	(CPC MORPHing Technique) Base de datos satelital de precipitaciones.
CPC	Climate Prediction Center (Centro de Predicción Climática).
DGOA	Dirección General del Observatorio Ambiental.
GOES	Satelite Geoestacionario Operacional Ambiental (Geostationary Operational Environmental Satellite).
HEC-HMS	Hydrologic Engineering Center's Hydrologic Modeling System (Centro de Ingenieria Hidrologica, Sistema de Modelado Hidrológico).
MARN	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
NOAA	(National Oceanic and Atmospheric Administration) Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos.
NRCS	Natural Resources Conservation Service (Servicio de Conservación de Recursos Naturales).
SIG	Sistema de información geográfica.
SCS	U.S. Soil Conservation Service (Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos).
TRMM	Tropical Rainfall Measuring Mission (Misión de Medición de Lluvias Tropicales).

## TABLA DE SÍMBOLOS Y UNIDADES

%	Porcentaje.
A	Área de sección transversal.
Km	Kilómetros.
m <sup>3</sup> /seg	Metros cúbicos por segundo.
mm	Milímetros.
mm/h	Milímetros por hora.
m/seg	Metros por segundo, unidades de velocidad.
m.s.n.m	Metros sobre nivel del mar.
Mts	Metros.
n	Coeficiente de rugosidad de Manning.
q	Caudal.
R	Radio hidráulico.
s	Pendiente.
tc	Tiempo de concentración.
í	

## INTRODUCCIÓN GENERAL

La investigación sobre el tema de la **“UTILIZACIÓN DEL MODELO “HEC-HMS” EN SISTEMAS DE PRONÓSTICOS HIDROLÓGICOS Y VERIFICACIÓN DE DATOS OBTENIDOS POR EL MODELO CMORPH, EN LA CUENCA DEL RÍO SUCIO”**, se presenta como un requisito previo para obtener el título académico de Ingeniero Civil, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, de la Universidad de El Salvador.

Dicha investigación tiene como propósito utilizar el modelo hidrológico HEC-HMS para verificar los datos de precipitación obtenidos por la base de datos satelitales CMORPH, ello con el fin de determinar si los pronósticos hidrológicos brindados a través de dicho sistema, son confiables, a efecto de que se adopten políticas ambientales institucionales de prevención de desastres en un momento determinado, considerando que nuestro país es sumamente vulnerable en este tipo de situaciones, sobre todo por la degradación ambiental que día con día va en aumento, no solamente en el país sino a nivel mundial y cuyas repercusiones son evidentes en nuestros días. Es así que muchos se han dedicado a hacer esfuerzos para investigar diversos fenómenos que inciden en el medio ambiente y sus posibles soluciones, como una forma de contribuir en alguna medida a evitar la degradación ambiental, lo cual repercute drásticamente en el ser humano y su entorno; sin embargo, dichos esfuerzos no son suficientes ya que el ser humano no ha tomado conciencia del grave problema que ha ocasionado y sigue ocasionando al medio ambiente.

Para llevar a cabo dicha investigación fue necesario plantearnos un problema y la determinación de objetivos que orientaran nuestra investigación y que permitieran el desarrollo de la misma; ello conllevó a formular un objetivo general y cuatro objetivos específicos. El primero consiste en Evaluar el modelo de estimación de lluvia basado en sensores remotos CMORPH y realizar las comparaciones con los datos de estaciones pluviométricas y pluviográficas, ubicadas al interior y cercanías de la cuenca del río Sucio; cuyos resultados fueron utilizados en el modelo hidrológico HEC-HMS para el cálculo de los caudales máximos de esorrentía. Los segundos, consisten en: a) Calcular el caudal máximo de la cuenca del río Sucio, usando el programa de computadora HEC-HMS, con datos proporcionados por estaciones pluviométricas y pluviográficas ubicadas al interior y cercanías de la cuenca del río Sucio; b) Elaborar hietogramas con los datos de precipitación obtenidos de las estaciones pluviométricas y pluviográficas de la cuenca del río Sucio y los datos de CMORPH, y posteriormente comparar dichos hietogramas; y además comparar la distribución espacial de lluvia entre CMORPH y los mapas de lluvia registrada; c) Realizar el cálculo del caudal máximo del río Sucio con el modelo hidrológico previamente elegido, con datos de precipitaciones obtenidos de CMOPRH; d) Verificar si la base de datos de precipitación CMORPH proporciona datos similares a los obtenidos por medio de estaciones pluviométricas y pluviográficas, para validar su utilización.

En la presente investigación se usó de metodología de carácter bibliográfica, verificación de información obtenida a través del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y mediante la base de datos de CMORPH, así como la elaboración de hietogramas, mapas de distribución de lluvia y modelos hidrológicos para cálculo de caudal, con el objetivo de poder comparar los resultados obtenidos de las dos bases de datos.

El documento final se desarrolló en seis capítulos; en el Capítulo I contiene aparte del objetivo general y objetivos específicos, se presenta la problemática de la poca cantidad con que se cuenta de estaciones pluviométricas, especialmente para determinar de forma temprana los desastres naturales, y lo necesario que se hace contar con alternativas en el uso de estimaciones de precipitaciones por medio del sensor remoto CMORPH; así como los beneficios que se esperaba obtener a partir de la presente investigación.

En el Capítulo II se ha desarrollado la caracterización de la cuenca objeto de nuestro estudio, como es la cuenca del río Sucio, considerando aspectos como geografía, características de la zona, hidrografía, clima, vegetación, tipo de suelo, y uso que se le da éstos. Además se ha considerado características fisiográficas como el área, perímetro, longitud del cauce principal, longitud, elevación media y pendiente media de la cuenca; parámetros que han sido calculados para la cuenca del río Sucio, que es el de nuestro interés.

En el Capítulo III se analiza un fenómeno que causó severos daños en nuestro país, como fue la Depresión Tropical 12E, ocurrida durante diez días en octubre de 2011, causando destrucción a nivel nacional, por las inundaciones en diferentes parte del territorio salvadoreño, y afectando grandemente a la agricultura, la ganadería, la pesca; así como daños en transporte y viviendas. También en este capítulo se determinó el caudal máximo que alcanzó dicha tormenta.

En el capítulo IV se simuló un modelo de la cuenca del río Sucio, por medio del software HEC-HMS, logrando que el modelo matemático refleje la realidad de la cuenca, por lo que se introdujeron diversos parámetros que caracterizan la

cuenca, como el área, pendiente, longitud del cauce, tiempos de concentración, entre otros.

En el capítulo V desarrollamos la base de datos satelital de estimaciones de precipitación CMORPH, cuyo método nos proporciona datos de precipitación cada cierto período de horas; y se analizó la confiabilidad que tienen dichos datos para ser utilizados en nuestro país; dato que se vuelve sumamente necesario contar con alternativas eficientes para el monitoreo ambiental, que permitan hacer frente a posibles desastres naturales provocados por la lluvia.

En el capítulo VI se plasman las conclusiones a las que el grupo llegó luego de este estudio de investigación, donde se refleja que CMORPH no es una herramienta confiable para la toma de decisiones en la ingeniería civil; sin embargo, en la base de datos virtual se encuentra amplia información espacial y temporal de precipitación, determinando además las recomendaciones que se deben tomar en cuenta, a partir de dichas conclusiones.

# **CAPÍTULO I**

## **CONSIDERACIONES GENERALES**

## **1.0 INTRODUCCIÓN**

Todo trabajo de investigación es de suma importancia en cualquier rama del campo profesional, y en la Ingeniería Civil no es la excepción, debido a que se obtienen soluciones a los problemas que se presentan en el país y además presentan técnicas novedosas; en este caso el tema de investigación es: **“UTILIZACIÓN DEL MODELO “HEC-HMS” EN SISTEMAS DE PRONÓSTICOS HIDROLÓGICOS Y VERIFICACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS POR EL MODELO CMORPH, EN LA CUENCA DEL RÍO SUCIO”**.

En el presente capítulo se abordan los puntos principales del trabajo de investigación, se presentan los antecedentes de las diferentes metodologías para el cálculo de caudales, que se han ido desarrollando a lo largo del tiempo, tanto en nuestro país como en otras partes del mundo. También se hace una breve descripción de los diferentes programas de computadora que se utilizarán en el presente trabajo. Además se presenta la problemática de no poseer una cantidad adecuada de estaciones pluviométricas en nuestro país, en especial para alerta temprana para desastres naturales, y por lo cual es necesario contar con nuevas alternativas como el uso de estimaciones de precipitaciones por medio del sensor remoto CMORPH.

En este trabajo se presentan de manera organizada las ideas, se han definido los objetivos que se pretenden alcanzar, así como los alcances y limitaciones de la investigación. También se presenta una justificación del porqué se ha considerado importante realizar esta investigación, y cuáles serían los beneficios que se esperan obtener. Seguidamente, se define de manera detallada la propuesta del contenido temático, la cual se divide en seis capítulos.

## 1.1 ANTECEDENTES

El agua es un recurso fundamental para la vida y un factor esencial para el desarrollo económico y social, por ello desde tiempos inmemorables el hombre se ha interesado en su estudio. La precipitación y su distribución ha sido motivo de estudios hidrológicos; así como la determinación de caudales máximos en cuencas hidrográficas, procedentes de esta precipitación.

A lo largo de los años, los hidrólogos han usado diferentes métodos para el cálculo de caudales máximos en cuencas hidrográficas, tanto en El Salvador como otros países, inicialmente se utilizaron métodos empíricos, entre los cuales se pueden mencionar avenidas históricas, curvas envolventes, fórmulas empíricas, y muchos más. Actualmente existen metodologías tanto hidrometeorológicas como estadísticas, para el cálculo de estos caudales máximos; siendo algunas de las metodológicas hidrometeorológicas mayormente usadas: El Método Racional, los Hidrogramas Unitarios, Tradicionales, Complejos y Sintéticos, como los de Snyder, Triangular y SCS; y las metodologías Estadísticas utilizadas son puntuales y regionales.

El Método Racional se atribuye a Lloyd-George (1960) y sus principios fueron establecidos por Mulvaney en 1950 y consiste en determinar el caudal máximo que escurrirá por una sección determinada para una lluvia de intensidad máxima constante y uniforme, este método comprende la determinación del coeficiente de escurrimiento C, Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia y cálculos de tiempos de concentración. Este método depende mucho del área de la cuenca y se ocupa principalmente para cuencas pequeñas.

Los Hidrogramas Unitarios se utilizan cuando no se cuenta con una estación hidrométrica o bien con los registros pluviográficos necesarios, y se busca

obtener un diagrama unitario usando únicamente como datos las características generales de la cuenca; dichos hidrogramas se denominan sintéticos, y entre los que más utilizan se encuentran los de Snyder, el Triangular y SCS.

Las metodologías estadísticas son utilizadas para la determinación de caudales máximos y es necesario analizar datos o muestras históricas recopiladas, para comprender el comportamiento del fenómeno hidrológico, para ello se deben conocer diferentes técnicas estadísticas.

También es importante mencionar que en la actualidad existen programas de computadora (Softwares), que realizan con mayor eficiencia los cálculos de caudales máximos en una cuenca hidrográfica, entre los cuales se pueden mencionar los software desarrollados por el cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos, tal como el HEC-HMS, el HBV, entre otros, los cuales son utilizados en diferentes partes del mundo entre los que se encuentra nuestro país.

El modelo HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center's Hydrologic Modeling System), fue desarrollado a partir de 1992 en Estados Unidos, por el cuerpo de Ingenieros del Ejército (US Army Corps of Engineers) como reemplazo para HEC-1, el cual habría sido considerado un estándar para la modelación hidrológica.

HEC-HMS es un programa de simulación hidrológica, desarrollado para estimar las salidas de agua en una cuenca o varias subcuencas (caudales máximos y tiempos de pico) a partir de condiciones extremas de lluvias, aplicando para ello, algunos de los métodos de cálculo de hietogramas de diseño, pérdidas por infiltración, flujo base y conversión en escorrentía directa. Dicho programa ha alcanzado cierta popularidad en los Estados Unidos y Centroamérica. Para el cálculo de dichos caudales es necesario contar con datos de precipitación, los

cuales se pueden obtener a través de una estación pluviométrica, o bien registros pluviográficos.

Durante los últimos años surgieron diversas técnicas para estimar la precipitación acumulada en base a sensores remotos y a una combinación de sensores remotos y pluviómetros (Joyce et al., 2004; Huffman et al., 2005; Huffman et al., 2007; entre otros) que buscan lograr una descripción detallada de la variabilidad temporal y espacial de la precipitación aún en aquellas regiones donde la densidad de estaciones es muy escasa.

Uno de los mayores avances en este campo, fue la incorporación en varios satélites (TRMM, SSM/I, NOAA) de sensores en microondas pasivas que proveen mejores estimaciones de la tasa de precipitación (Kidd et al., 2003). En particular una de las estimaciones que hace uso de esta nueva tecnología es el CMORPH (CPC Morphing Technique) (Joyce et al., 2004). Las estimaciones CMORPH están disponibles en internet con diferentes resoluciones espaciales y temporales desde diciembre de 2002.

CMORPH produce la precipitación global y la analiza a muy alta resolución espacial y temporal sin necesidad de datos de pluviómetros en tierra; sino que, utiliza estimaciones de precipitación, que se han derivado de las observaciones de microondas por satélite.

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El Salvador es un país de la región Centroamericana, que por su posición geográfica solo cuenta con dos estaciones climáticas: la estación de estiaje o época seca, que se da de noviembre a abril, y la época lluviosa, comprendida de mayo a octubre.

Actualmente en nuestro país se cuenta con el Servicio Hidrológico Nacional, el cual es administrado por la Dirección General del Observatorio Ambiental (DGOA), del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), que por medio de la Red de Monitoreo de Precipitación o estaciones de transmisión telemétrica, registran la cantidad de lluvia en nuestro país. Estas estaciones tienen la función de brindar información que se utilizará para alerta temprana, ordenamiento y desarrollo territorial, balance hídricos y gestión adecuada de recursos e impacto en los recursos hídricos a sequías y cambio climático.

El monitoreo de los ríos consiste en aforos, recopilación de datos de nivel medidos y grabados en las estaciones hidrométricas automáticas, recepción y manejo de datos recibidos.

También se utilizan estaciones pluviométricas y pluviográficas, las cuales están distribuidas e instaladas en todo el país. En total, El Salvador cuenta con 140 estaciones pluviométricas y 15 estaciones pluviográficas. Nuestro país cuenta con 21,040 km<sup>2</sup>, y los 155 elementos de medición de precipitación deben dar abasto para toda la superficie, pero los pluviómetros y pluviógrafos no se encuentran distribuidos de manera uniforme en nuestro país.

Lo anterior indica que hay regiones en el país donde no se cuenta con estaciones pluviométricas, y esto dificulta tener un registro confiable de la precipitación de esta zona. Con los datos de la precipitación se puede obtener diferente tipo de información, como cantidad de precipitación diaria, cantidad de precipitación anual, etc., pero si no se cuenta con los datos necesarios no se puede hacer un análisis de alerta temprana por deslaves o inundaciones para salvaguardar a la población, por los métodos tradicionales.

El no poder emitir una alerta temprana, tiene consecuencias negativas en la seguridad de la población, ya que las inundaciones representan riesgos de vida y económicos, y muchas veces se dan grandes pérdidas materiales, principalmente por el colapso de obras hidráulicas, así como pérdidas en la agricultura. A la larga este problema genera un costo mayor, pues las inundaciones recurrentes generan gastos en reparaciones y en recuperación de las pérdidas económicas.

El no contar con un registro de precipitaciones en una zona, especialmente en las zonas que son propensas a inundaciones, dificulta el cálculo del caudal máximo, lo que genera incertidumbre al momento de diseñar obras de paso en el sitio, alerta temprana, ordenamiento territorial, protección de cauces, pues no se cuenta con la información precisa y necesaria.

Una solución a esta limitación podría ser contar con la información de la cantidad de precipitación en toda la superficie del país, pero esto implicaría una fuerte inversión económica pues sería necesario contar con una mayor cantidad de pluviómetros y pluviógrafos, así como con mayor cantidad de personal a cargo de realizar las mediciones de dichos aparatos. Otra solución a este inconveniente es hacer uso de la tecnología para darle una respuesta a un problema de nuestra realidad. Como por ejemplo, las estaciones telemétricas, ya que estas ocupan la transmisión vía satélite y se obtienen datos a cada 15 minutos, lo cual significa tener precipitación a tiempo real.

Conocer la distribución espacial y temporal de la precipitación es de suma importancia para diversas actividades entre las que se cuentan aquellas relacionadas con el pronóstico meteorológico, la hidrología, la industria y la agronomía.

CMOPRH es una base de datos satelital que da los datos de precipitación, sin necesidad de colocar estaciones pluviométricas y pluviográficas, pero es un programa que actualmente está siendo investigado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, quien es el encargado en nuestro país de registrar la cantidad de precipitación, así como de brindar la información técnica, tales como pronósticos, para el desarrollo de los sistemas de alerta temprana para las distintas amenazas naturales que el país es afectado.

CMORPH es un programa que todavía no ha sido usado ni validado en El Salvador, por lo cual no se conoce la precisión con que arroja los datos para la precipitación, para poder conocer si la información de los datos de precipitación que arroja el programa CMORPH es confiable, es necesario realizar un estudio hidrológico y compararlos con mediciones en el terreno y finalmente obtener resultados de caudal máximo en una cuenca del país.

Asimismo el HEC-HMS es una herramienta para calcular caudales, que por medio de su calibración, nos permitirá generar el modelo hidrológico en la cuenca del estudio, que para el caso será la cuenca del río Sucio.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar el modelo de estimación de lluvia basado en sensores remotos CMORPH y realizar las comparaciones con los datos de estaciones pluviométricas y pluviográficas, ubicadas al interior y cercanías de la cuenca del río Sucio; cuyos resultados serán utilizados en el modelo hidrológico HEC-HMS para el cálculo de los caudales máximos de escorrentía.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Elaborar hietogramas con los datos de precipitación obtenidos de las estaciones pluviométricas y pluviográficas de la cuenca del río Sucio y los datos de CMORPH, y posteriormente comparar dichos hietogramas. Además comparar la distribución espacial de lluvia entre el CMORPH y los mapas de lluvia registrada.
- Calcular el caudal máximo de la cuenca del río Sucio, usando el programa de computadora HEC-HMS, con datos proporcionados por estaciones pluviométricas y pluviográficas ubicadas al interior y cercanías de la cuenca del río Sucio.
- Realizar el cálculo del caudal máximo del río Sucio con el modelo hidrológico previamente elegido, con datos de precipitaciones obtenidos de CMOPRH.
- Verificar si la base de datos de precipitación CMORPH proporciona datos similares a los obtenidos por medio de estaciones pluviométricas y pluviográficas, para validar su utilización.

### **1.4 ALCANCES**

- Para las simulaciones lluvia escorrentía se utilizará el modelo hidrológico HEC-HMS, que es un software de uso libre.
- Se efectuarán comparaciones entre los datos medidos en pluviómetros y pluviógrafos y los datos proporcionados por CMORPH en una misma

cuenca, que será la cuenca del río Sucio. Para el análisis se utilizarán entre 10 y 30 años de registro de lluvias.

- Una vez calibrado el modelo hidrológico, se trabajará con la información obtenida del CMORPH, para poder evaluar las simulaciones tanto de la lluvia medida en el terreno, como la estimada por satélite.

### **1.5 LIMITACIONES**

- La utilización de la base de datos CMORPH en nuestro país aún no se ha implementado, por lo cual la información a tomar en cuenta en nuestra investigación es retomada de fuentes internacionales.
- Se seleccionarán las estaciones pluviométricas y pluviográficas que cuenten con un registro de al menos 10 años de lluvia para la elaboración del modelo hidrológico.
- La cantidad de pluviómetros dependerá de que cumplan con los requisitos de registro de 10 a 30 años para poder usarlos en la investigación.

### **1.6 JUSTIFICACIÓN**

HEC–HMS es un programa que incluye una interfaz gráfica que permite introducir la información necesaria para una simulación hidrológica, manejar los componentes de análisis hidrológico a través de módulos integrados y obtener respuestas gráficas o tabuladas de fácil comprensión e impresión. El modelo

hidrológico trata de reproducir el fenómeno lluvia-escorrentamiento en una cuenca, donde se consideran la precipitación y las características físicas de la misma.

En esta investigación se busca calibrar el modelo hidrológico de la cuenca del río Sucio con el programa HEC-HMS. Una vez calibrado el modelo hidrológico, se seleccionarán los datos que se obtienen del CMORPH, el cual tiene una base de datos de precipitaciones, obtenidos por medio de satélites, proporcionando información sobre la cantidad de lluvia, sin necesidad de tener estaciones pluviométricas y pluviográficas que estén registrando la precipitación. Se tomarán datos de precipitación del CMORPH para introducirlos al modelo calibrado, y estos resultados se compararán con los que se obtengan de datos de estaciones pluviométricas y pluviográficas.

CMORPH es una base de datos de precipitación que nunca ha sido usada en El Salvador, por lo que lo convierte en una herramienta novedosa. Con esta investigación se busca determinar si CMORPH es un programa que se puede aplicar en el país y si la información de precipitación que el programa reporta del país es válida. Si CMORPH fuera una base de datos de precipitación aplicable a nuestro país, representaría muchos beneficios, pues significaría que se podría conocer la cantidad de lluvia de un lugar, sin necesidad de tener una estación pluviométrica o pluviográficas. Esto permitiría tener la información necesaria para estudios hidrológicos de lugares donde no se tienen pluviómetros o pluviógrafos.

# **CAPÍTULO II**

## **CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO SUCIO**

## 2.0 INTRODUCCIÓN

El presente Capítulo 2 - “**CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO SUCIO**”, incluye los conceptos hidrológicos básicos acerca de las cuencas hidrográficas y las clasificaciones de que ellas son objeto: por su tipo de salida, por su tamaño, por su edad geológica, etc. También, se dan a conocer las características del río Sucio, describiendo su ubicación geográfica dentro del país, y además se presentan aspectos característicos de la zona como la geología, la hidrografía, el clima, la vegetación, el tipo de suelos presentes y el uso que se le da a estos. Muchas de estas características de la cuenca servirán para el cálculo de la esorrentía en capítulos posteriores.

Aunado a lo anterior, se presenta la teoría de las características fisiográficas de la cuenca, como el área, el perímetro, la longitud del cauce principal, así como la longitud, elevación media y pendiente media de la cuenca; calculando además dichos parámetros para la cuenca del río Sucio. También se presenta la teoría sobre los parámetros de comparación de la cuenca, calculando los mismos para la cuenca en referencia; estos parámetros son: el orden de corrientes, la densidad de drenaje, el índice de Gravelius, el factor de forma, la relación de circularidad, la relación de elongación y el rectángulo equivalente. Estos parámetros permiten comparar entre diferentes tipos de cuenca, la respuesta de estas a estímulos de lluvia. Finalmente se presenta un cuadro resumen con los valores de los parámetros calculados para la cuenca en estudio y lo que dichos valores representan.

## **2.1 CUENCA**

Una cuenca es una zona de la superficie terrestre en donde (si fuera impermeable) las gotas de lluvia que caen sobre ella, tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida.

El concepto de cuenca hidrográfica es muy amplio y suele asociarse con el sistema de drenaje superficial, donde existen entradas y salidas de agua. La entrada es en parte la precipitación que llega al suelo y luego se infiltra, o el agua que escurre por los cauces en forma de caudales. En el caso de la salida, se puede mencionar la evaporación y las pérdidas por percolación. La cuenca hidrográfica, se refiere a la definición geográfica de la misma, es el contorno o límite de la misma que drena agua en un punto en común, mientras que la cuenca hidrológica, se suele entender como una unidad para la gestión de recursos hídricos que se realiza dentro de la cuenca hidrográfica, la cual considera a la cuenca hidrográfica y la cuenca subterránea asociada como un todo.

La delimitación de una cuenca se hace sobre un plano a curvas de nivel, siguiendo la línea imaginaria por sobre las mayores elevaciones topográficas. Esta línea imaginaria es llamada parteaguas, y separa a la cuenca en estudio de las cuencas vecinas y distribuye el escurrimiento generado por la precipitación.

### **2.2.1 CLASIFICACIÓN DE CUENCA**

Existen diversos aspectos para clasificar una cuenca, entre los que están: En relación al tamaño: Una cuenca se puede clasificar atendiendo a su tamaño, en cuencas grandes, intermedias y cuencas pequeñas.

La respuesta hidrológica de una cuenca pequeña es diferente que una cuenca intermedia o grande. En una cuenca pequeña la cantidad y la distribución del escurrimiento son influenciadas principalmente por las condiciones físicas del suelo y la cobertura. Mientras que en las cuencas grandes el efecto del almacenamiento en el cauce llega a ser pronunciado y la hidrología de la corriente principal adquieren suma importancia.

Es difícil definir que se considera una cuenca pequeña, intermedia o grande, según Ven Te Chow, una cuenca pequeña se puede definir como aquella que es sensible a lluvias de alta intensidad y corta duración y en la que predominan las características físicas del suelo con respecto a las del cauce, el tamaño de una cuenca pequeña puede variar desde 4 km<sup>2</sup> hasta 130 km<sup>2</sup>. Mientras que otros autores como I-Pai Wu y R. Springall, consideran que una cuenca pequeña tiene un área de hasta 250 km<sup>2</sup>.

Para fines prácticos se ha propuesto la siguiente clasificación de las cuencas.

Tabla 2.1 Clasificación de las cuencas según el área.

<b>TAMANO DE LA CUENCA (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
0 a 25	Muy pequeña
25 a 250	Pequeña
250 a 500	Intermedia pequeña
500 a 2500	Intermedia grande
2500 a 5000	Grande
Mayor a 5000	Muy grande

Fuente: Campos Aranda. "Procesos del ciclo hidrológico". Segunda reimpresión. Universidad Autónoma San Luis Potosí. 1992. Pág. 2-5.

En función a la salida de la cuenca: desde el punto de vista de su salida, existen fundamentalmente dos tipos de cuencas: Endorreicas y Exorreicas.

- Las Endorreicas el punto de salida está dentro de los límites de la cuenca y generalmente es un lago.
- En las Exorreicas su punto de salida está en los límites de las cuencas y está en otra corriente o en mar.

Figura 2.1 Clasificación de la cuenca en función a la salida.



Fuente: Aparicio Mijares, Francisco. J. "Fundamentos de Hidrología de Superficie". 1ª Edición. Editorial Limusa. 1992. Pág. 20.

## 2.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS CON ÉNFASIS EN LA DEL RÍO SUCIO

### 2.2.1 UBICACIÓN

La cuenca del río Sucio se distribuye en los departamentos de Santa Ana, Sonsonate, San Salvador y La Libertad, y comprende los siguientes municipios: Armenia, Ciudad Arce, Coatepeque, Colón, Comasagua, El Congo, El Paisnal, Izalco, Jayaque, Nejapa, Santa Tecla, Quezaltepeque, Sacacoyo, San Juan Opico, San Matías, San Pablo Tacachico, Talnique, Tamanique y Tepecoyo. En

la figura 2.2 se observan los municipios en los cuales se ubica la cuenca del río Sucio.

Dentro de los límites de la cuenca los elementos geomorfológicos más importantes que se encuentran cercanos son el volcán de San Salvador y el lago de Coatepeque, mientras que dentro de la cuenca se encuentra el valle de Zapotitán.

El volcán de San Salvador, limita la parte oriental de la cuenca del río Sucio. Este volcán posee dos cimas importantes: el Boquerón, con una elevación de 1893.39 m.s.n.m. y el Picacho con una elevación de 1959.97 m.s.n.m. En su mayoría se encuentra formado por materiales geológicos modernos, cuaternarios poco consolidados, que permiten una buena permeabilidad.

El lago de Coatepeque, se sitúa al sur del departamento de Santa Ana, en el municipio de El Congo. Dicho lago tiene una altitud de 745 m.s.n.m. y es de origen volcánico. La caldera se formó como resultado de una gran erupción explosiva, donde posteriormente se formaron conos de escoria y flujos de lava.

La cuenca del río Sucio se sitúa en el valle de Zapotitán, al pie de la caldera de Coatepeque, en esta zona el drenaje de la mayor parte de los terrenos se orienta hacia el noreste mediante el río Sucio, que desagua en el río Lempa. Los terrenos de la zona se han estado usando en cultivos de algodón, caña, maíz y frijol. También se han logrado buenas cosechas de hortalizas.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Organización de los Estados Americanos. "Estudio realizado por el Departamento de Desarrollo Regional con la colaboración del Consejo Nacional de Planificación y Coordinación Económica (CONAPLAN) del Gobierno de El Salvador". Capítulo 4, Zonas Agrícolas.

### **2.2.2 GEOLOGÍA**

El Salvador es un país joven en términos geológicos, un cuarto de la superficie del territorio nacional es de la edad pleistocénica y las tres cuartas partes restantes están cubiertas por rocas predominantes de la época pliocénica en la edad terciaria. Solamente en un 5% del territorio salvadoreño se encuentran capas de la edad cretácica, siendo estas de origen sedimentario marino. Todas las demás rocas, están originadas por fenómenos volcánicos.

La mayor parte de la geología local corresponde a rocas cuaternarias de los períodos Pleistoceno a Holoceno, las cuales tienen su origen en los centros de actividad volcánica de la cordillera del Bálsamo, la caldera de Coatepeque y el volcán de San Salvador, constituidas por pómez, cenizas, escorias, lapilli, tobas, piroclastos y flujos de lava andesíticos y basálticos.

Por tanto los materiales presentes en la zona de estudio corresponden a las diferentes fases y procesos asociados a la cadena costera, a la depresión central y a la cadena volcánica. En la figura 2.3 se muestra la geología de la cuenca del río Sucio.

La zona del volcán del San Salvador es constituida por materiales cuaternarios poco consolidados, lo que permite tener una permeabilidad muy buena y constituye una zona de recarga del acuífero de San Salvador.

El lago de Coatepeque que está situado al sur de Santa Ana, presenta buzamiento de lavas y rocas piroclásticas, que componen paredones que circundan al lago con una dirección radial, lo que hace suponer que en el pasado formaron parte de una zona volcánica, la formación geológica es muy variada, siendo las más frecuentes y dominantes, las andesitas, basaltos, lavas,

tobas y pómez. Es una zona de recarga bastante buena, especialmente para los aportes del lago, el cual desagua subterráneamente a la cuenca del río Sucio.

La formación geológica del valle de Zapotitán son sedimentos piroclásticos en su mayoría intercalado con estratos de lapilli, cenizas, polvo volcánico, materia orgánica y arcilla. Es una de las zonas acuíferas más importantes del país, donde actualmente funciona un distrito de riego.

En ambos lados del río Sucio se encuentran diferentes formaciones y edades, especialmente las formaciones San Salvador, del Bálsamo y Cuscatlán. Debido a la diversidad de elementos que contiene no se puede considerar como un área de acuífero buena, siendo una zona de rendimiento medio y bajo poder de infiltración.

### **2.2.3 HIDROGRAFÍA**

En nuestro país se cuenta con 11 regiones hidrográficas, las cuales se han determinado por medio de la delimitación de los principales ríos. Cada región hidrográfica está identificada por el nombre del río principal. En la figura 2.4 se muestran las regiones hidrográficas de nuestro país.

Dentro de las 11 regiones, una de las más importantes que se pueden mencionar la región del río Lempa que es conocida como la región “A”, con una extensión de 10,082 km<sup>2</sup> representado aproximadamente el 48% del territorio nacional<sup>2</sup>. En el sentido estricto, la cuenca del río Sucio, es realmente una subcuenca, ya que se encuentra dentro de la cuenca del río Lempa.

---

<sup>2</sup> Clasificación de Ríos por Cuencas Hidrográficas de El Salvador, Ministerio de Agricultura y Ganadería.

El río Sucio nace en la laguna del valle de Zapotitán, departamento de La Libertad, después de un recorrido de unos 60 Kms., desemboca en el río Lempa, a unos 10 Km aguas arriba del embalse del Cerrón Grande. El punto más alto de la cuenca del río Sucio tiene una elevación de 1870 m.s.n.m. ubicado en el volcán de San Salvador y tiene una elevación mínima de 250 m.s.n.m., en la desembocadura del río Lempa, siendo éste el punto de salida de la cuenca.

Entre los principales ríos que se encuentran dentro de la cuenca están: Flor Amarilla, Colón, Talnique, Ateos, Chutia, Agua Caliente, Ojustal, Obraje, Las Lágrimas, La Joya, Palio y Tacachico; todos estos ríos tributan hacia el río Sucio que tiene su salida en un área estrecha hacia el norte de la cuenca. En la planicie del valle de Zapotitán, los ríos Obraje, Talnique, Colón y otros han sido canalizados y sus aguas son utilizadas para el riego. En la tabla 2.2 se hace un resumen de los principales ríos dentro de la cuenca del río Sucio y su longitud.

Tabla 2.2 Longitud de cauces principales que aportan en la cuenca río Sucio.

<b>AFLUENTE</b>	<b>LONGITUD (Mts)</b>
Agua Amarilla	5070.35
Colón	18002.99
Talnique	14157.71
Ateos	2566.56
Chutia	8733.68
Agua Caliente	4347.66
Ojustal	7653.63
Obraje	9549.19
Las Lágrimas	5336.09
La Joya	12205.64
Palio	6808.26
Tacachico	2645.01

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

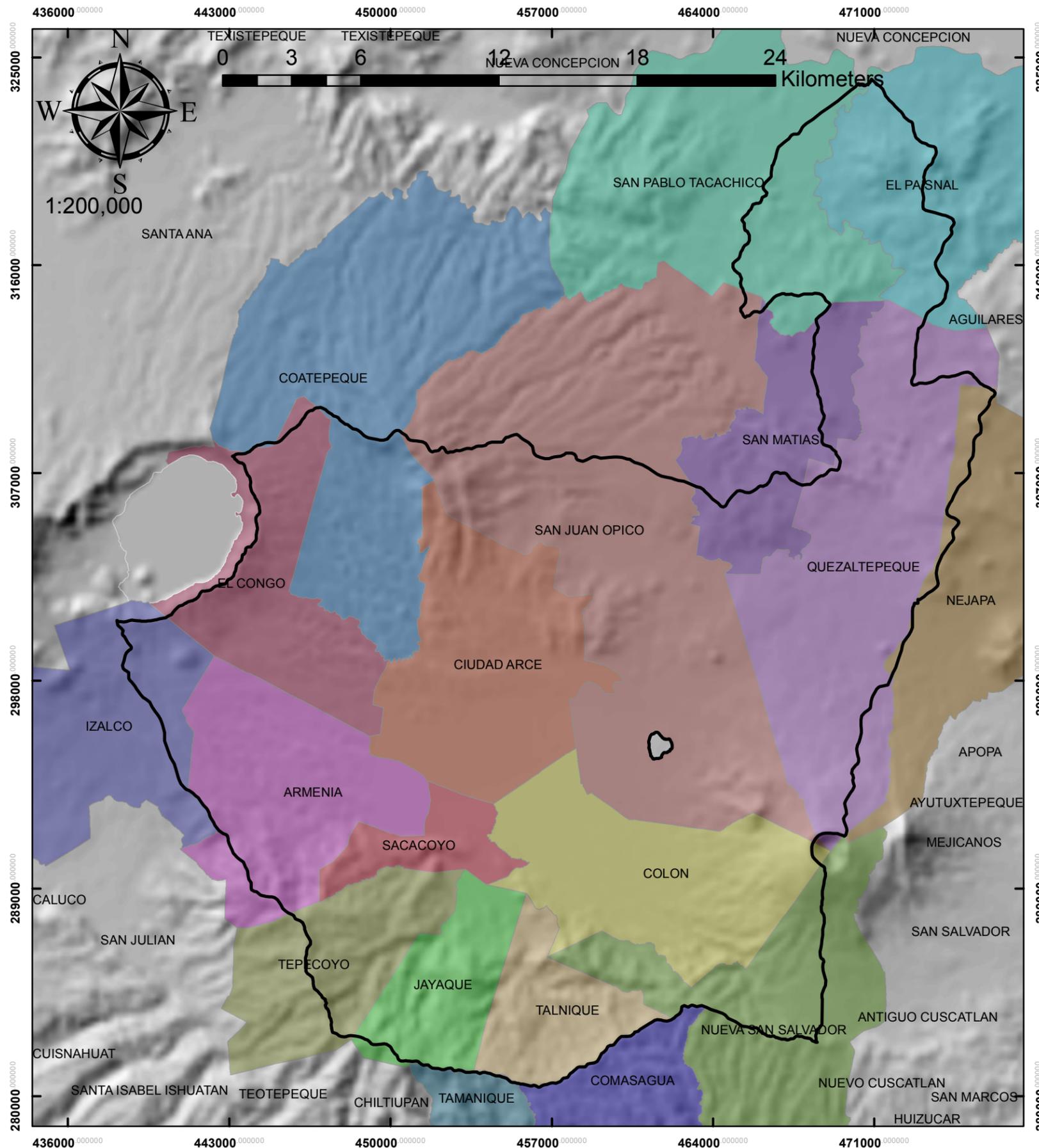


Figura 2.2

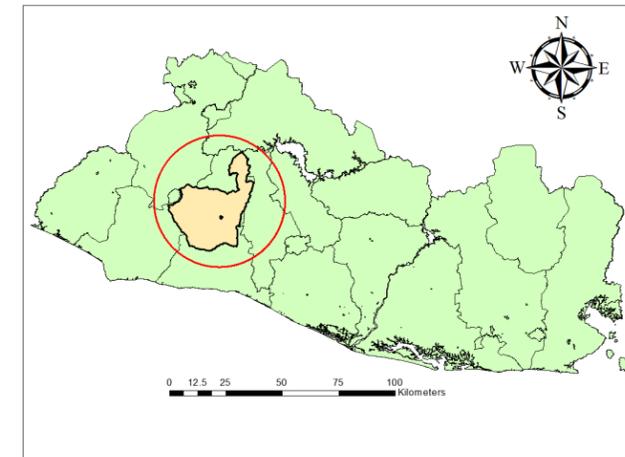
# MAPA DE UBICACIÓN CUENCA DEL RÍO SUCIO

## SIMBOLOGÍA

CUENCA RIO SUCIO

### MUNICIPIOS

	EL CONGO		SACACOYO
	EL PAISNAL		SAN JUAN OPICO
	IZALCO		SAN MATIAS
	JAYAQUE		SAN PABLO TACACHICO
	COATEPEQUE		TALNIQUE
	NEJAPA		TAMANIQUE
	CIUDAD ARCE		TEPECOYO
	COMASAGUA		
	QUEZALTEPEQUE		



ESQUEMA DE UBICACIÓN



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

PROYECCIÓN CÓNICA CONFORME LAMBERT  
 DATUM NAD 1927  
 ELIPSOIDE DE CLARK DE 1866

Fuente: Retomado del MARN y modificado por el Grupo de Tesis, utilizando ArcGIS

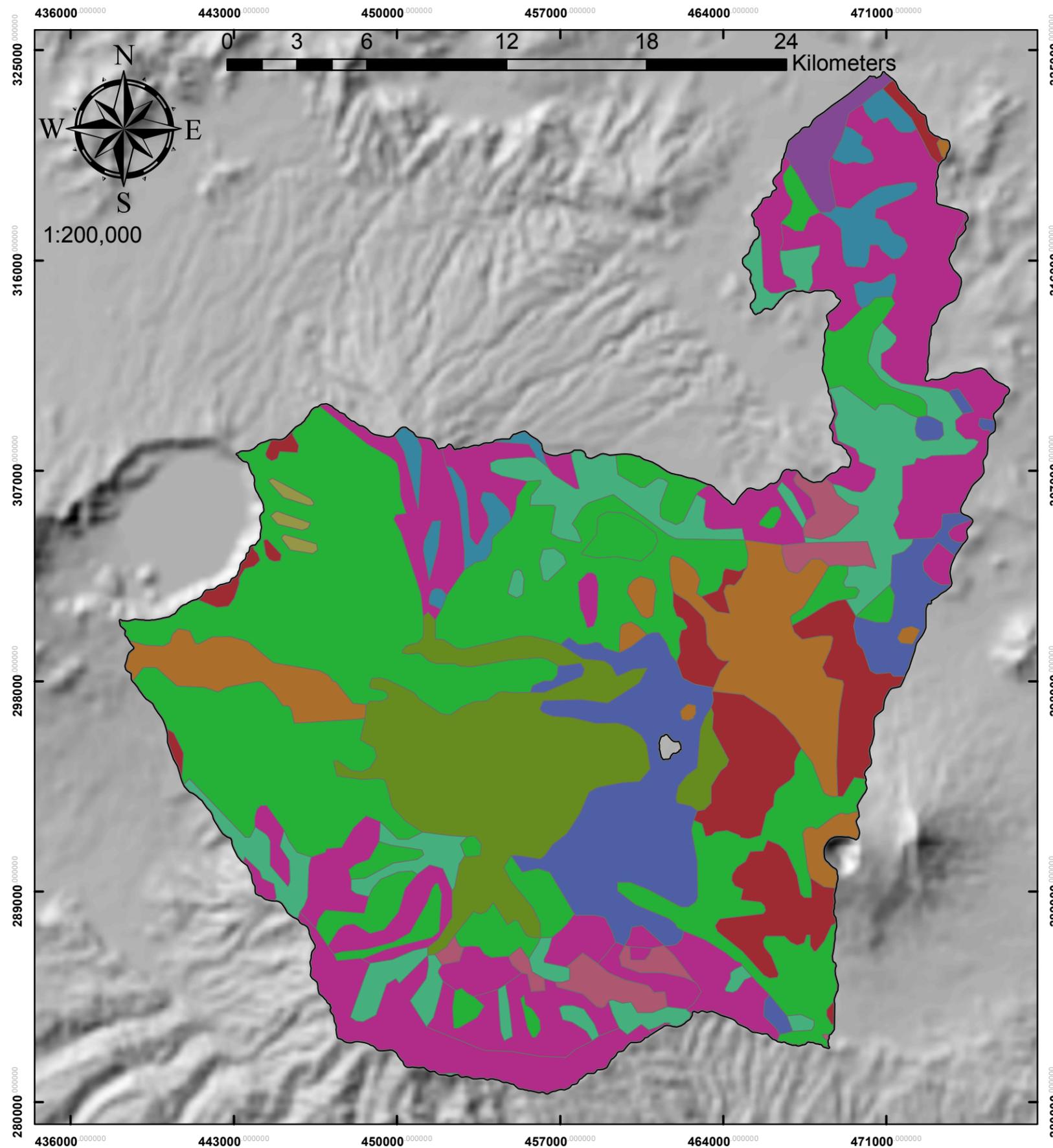


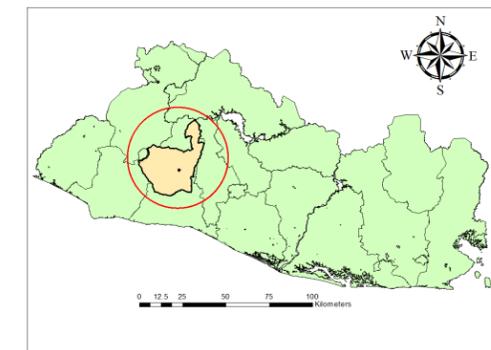
Figura 2.3

# MAPA GEOLÓGICO CUENCA DEL RIO SUCIO

**SIMBOLOGÍA**

**DESCRIPCION**

- aluviones, localmente con intercalaciones de piroclastitas
- efusivas andesíticas y basálticas: piroclastitas
- efusivas andesíticas, piroclastitas, epiclastitas volcánicas subordinadas
- efusivas andesíticas-basálticas
- efusivas basálticas
- epiclastitas volcánicas, piroclastitas, corrientes de lava intercaladas
- piroclastitas ácidas (tierra blanca)
- piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas (tobas color café)
- piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas, tobas ardientes y fundidas
- piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas, tobas ardientes y fundidas, edad de Chalatenango localmente
- piroclastitas ácidas, epiclastitas volcánicas, tobas ardientes y fundidas; efusivas andesíticas
- CUENCA RIO SUCIO



ESQUEMA DE UBICACIÓN



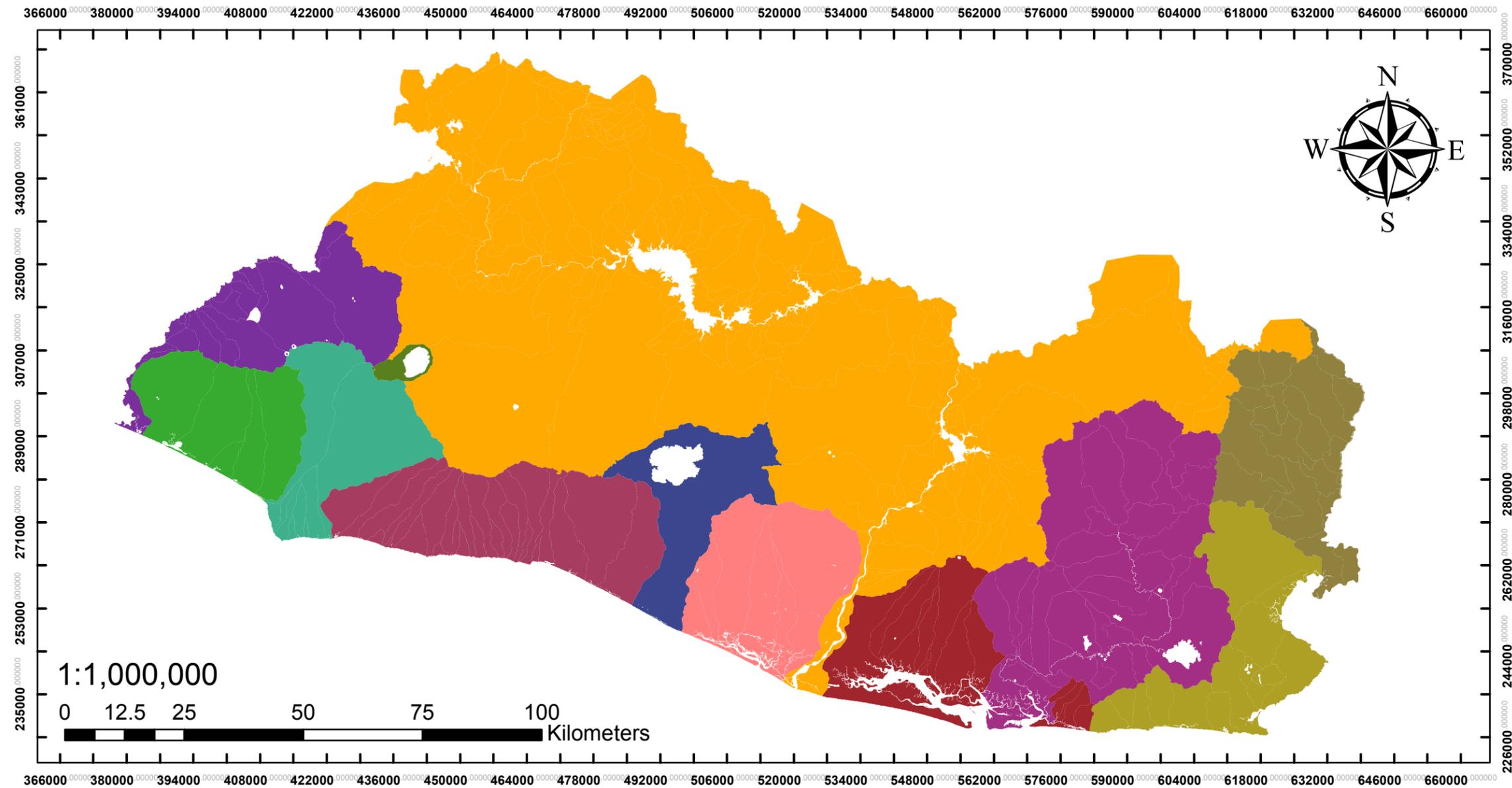
**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

PROYECCIÓN CÓNICA CONFORME LAMBERT  
DATUM NAD 1927  
ELIPSOIDE DE CLARK DE 1866

Fuente: Retomado del MARN y modificado por el Grupo de Tesis, utilizando ArcGIS

Figura 2.4

# REGIONES HIDROGRÁFICAS DE EL SALVADOR



Fuente: Retomado del MARN y modificado por el Grupo de Tesis, utilizando ArcGIS

- |  |   |
|--|---|
|  BAHIA DE JIQUILISCO  |  GRANDE DE SONSONATE |
|  CARA SUCIA SAN PEDRO |  JIBOA               |
|  ESTERO DE JALTEPEQUE |  LAGO DE COATEPEQUE  |
|  GOASCORAN            |  LEMPA               |
|  GRANDE DE SAN MIGUEL |  MANDINGA...         |
|  |  PAZ                 |
|  |  SIRAMA              |



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
PROYECCIÓN CÓNICA CONFORME LAMBERT  
DATUM NAD 1927  
ELIPSOIDE DE CLARK DE 1866

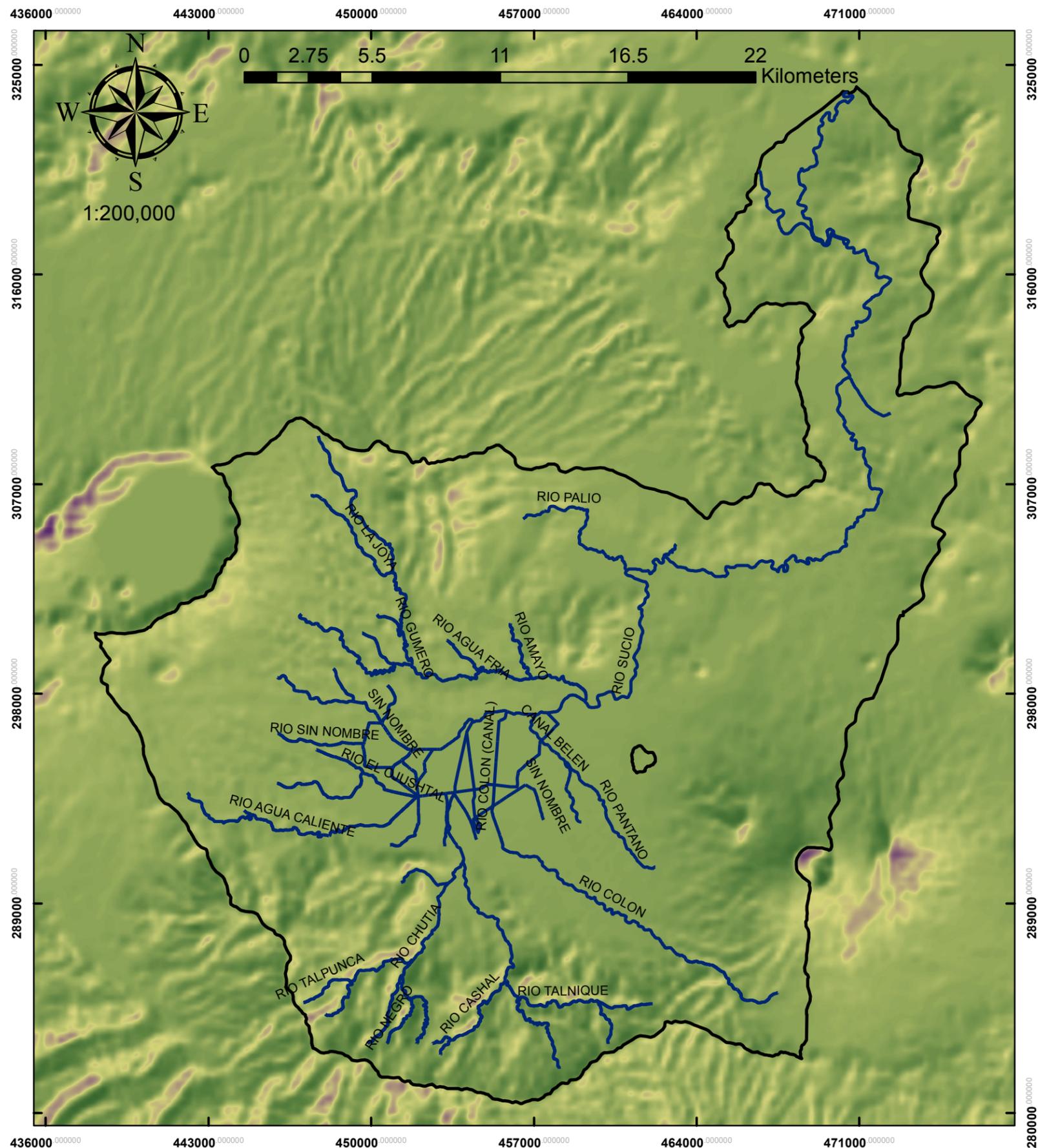
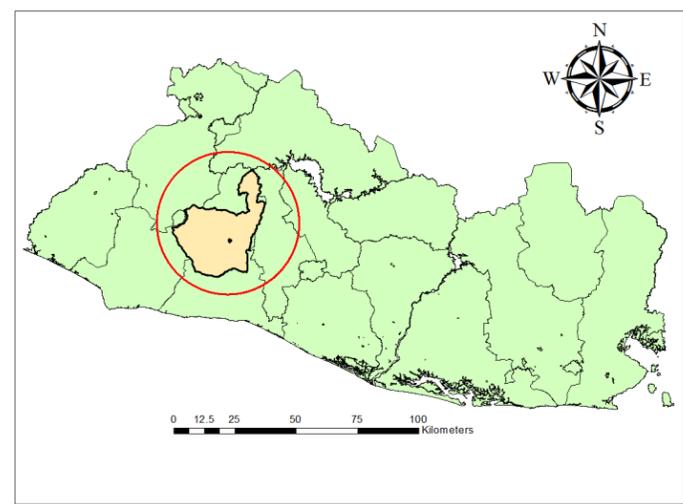


Figura 2.5  
**MAPA DE RIOS  
 CUENCA DEL RIO SUCIO**

**SIMBOLOGÍA**

- Ríos
- Cuenca río Sucio



ESQUEMA DE UBICACIÓN



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
 PROYECCIÓN CÓNICA CONFORME LAMBERT  
 DATUM NAD 1927  
 ELIPSOIDE DE CLARK DE 1866

Fuente: Retomado del MARN y modificado por el grupo de tesis, utilizando ArcGIS

## 2.2.4 CLIMA

En El Salvador se tiene dos estaciones principales, la época seca que comprende los meses de noviembre a abril, y la época lluviosa, que comprende los meses de mayo a octubre, donde se recoge la mayoría de las precipitaciones anuales. Según la clasificación climática de Koppen, Sapper y Laver, encontramos las siguientes clases climáticas<sup>3</sup>:

Tabla 2.3. Clasificación climática.

CLASE CLIMÁTICA	SITUACIÓN	PRECIPITACIÓN ANUAL	TEMPERATURAS
Sabanas tropicales. (Tierra caliente)	0 – 800 msnm	1700 mm	Costa: 22-27°C
Sabanas tropicales calurosas. (Tierra caliente)	800 – 1200 msnm	1800 mm	Planicies altas y valles de 22 a 20°C Faldas de montañas de 19 a 21°C
Clima tropical de las alturas	1200-1800 msnm	1900 mm	Planicies altas y valles de 20 a 16°C Faldas de montañas de 19 a 21°C

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis, en base a información en Plan Maestro y Aprovechamiento de Recursos Hídricos.

La zona de Zapotitán y la llanura a ambos lados del río Sucio, se caracterizan por tener temperaturas altas y períodos de sequías de lluvia bien marcados. En la zona del volcán de San Salvador la precipitación media anual es de 1800 mm., y debido a su elevación la zona se considera bosque muy húmedo

<sup>3</sup> Plan Maestro de Desarrollo y Aprovechamiento de Recursos Hídricos. "Recursos y Demandas potenciales en la Región "A" Cuenca Alta. Volumen 1. Noviembre 1981. Pág. 43.

subtropical. En la figura 2.6 se muestra el mapa de la zona climática de la cuenca del río Sucio, donde se puede observar que el clima predominante en la zona es un clima caliente.

### **2.2.5 EVAPOTRANSPIRACIÓN**

La evapotranspiración se define como la cantidad de agua transferida del suelo a la atmósfera por evaporación y transpiración de las plantas. La evaporación es el proceso por el cual el agua cambia de estado líquido a gaseoso, retornando directamente a la atmósfera en forma de vapor; mientras que la transpiración, es el proceso por el cual el agua de la vegetación pasa a la atmósfera en forma de vapor.

La evaporación y la transpiración son esencialmente el mismo proceso, siendo la única diferencia el tipo de superficie desde la cual el vapor del agua pasa a la atmósfera. Dentro de la evaporación se consideran dos términos, la evaporación real y la evaporación potencial. La evaporación potencial se define como el límite superior de la cantidad de agua que realmente retorna a la atmósfera por evaporación y transpiración. La unidad para expresar las pérdidas por evapotranspiración, es el milímetro de altura de lluvia.

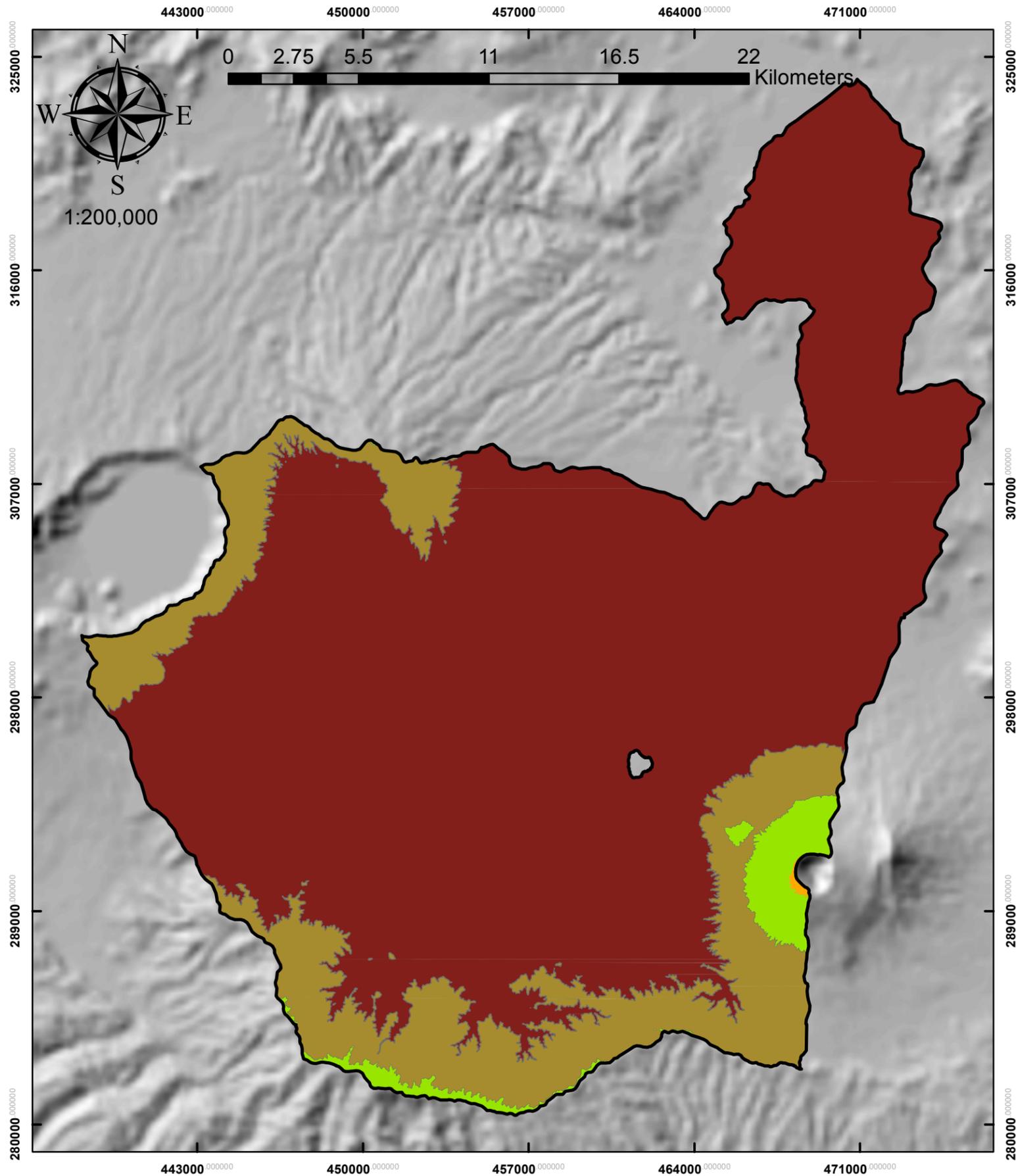
Los factores que condicionan la evapotranspiración pueden ser clasificados en tres grandes grupos que son:

- Factores climáticos: abarca la radiación solar, la temperatura, el viento.
- Factores edáficos: se refieren a la accesibilidad del agua a la superficie evaporante, influye en el contenido de humedad del suelo y la facilidad por parte de éste para cederla.

- Factores biológicos: comprende las etapas del desarrollo de las plantas y el tipo de especie.

En la figura 2.7 se muestran dos mapas comparativos de la cuenca del río Sucio, donde se puede observar la evapotranspiración potencial y la evapotranspiración real de la cuenca del río Sucio. Para la evapotranspiración potencial se tiene un máximo de 1898.61 milímetros de lluvia y un mínimo de 1516.67 milímetros de lluvia, mientras que para la evapotranspiración real el máximo valor es de 1028.96 milímetros de lluvia y el mínimo 800 milímetros de lluvia.

Calculando un promedio ponderado, se obtiene que la evapotranspiración potencial es de 1739.746 milímetros de lluvia mientras que para la evapotranspiración real se obtiene un promedio de 851.892 milímetros de lluvia. Quiere decir que solamente el 51.03% de la evapotranspiración potencial se evapora.

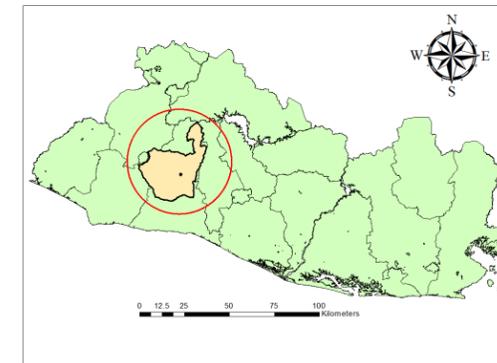


Fuente Retomado del MARN y modificado por el grupo de tesis, utilizando ArcGIS

Figura 2.6

# ZONA CLIMÁTICA CUENCA DEL RIO SUCIO

-  Cuenca Rio Sucio
- DESCRIPCION
-  Clima Tropical de las Alturas - picos y cumbres
-  Clima Tropical de las Alturas
-  Sabanas Tropicales Calientes
-  Sabanas Tropicales Calurosas



ESQUEMA DE UBICACIÓN

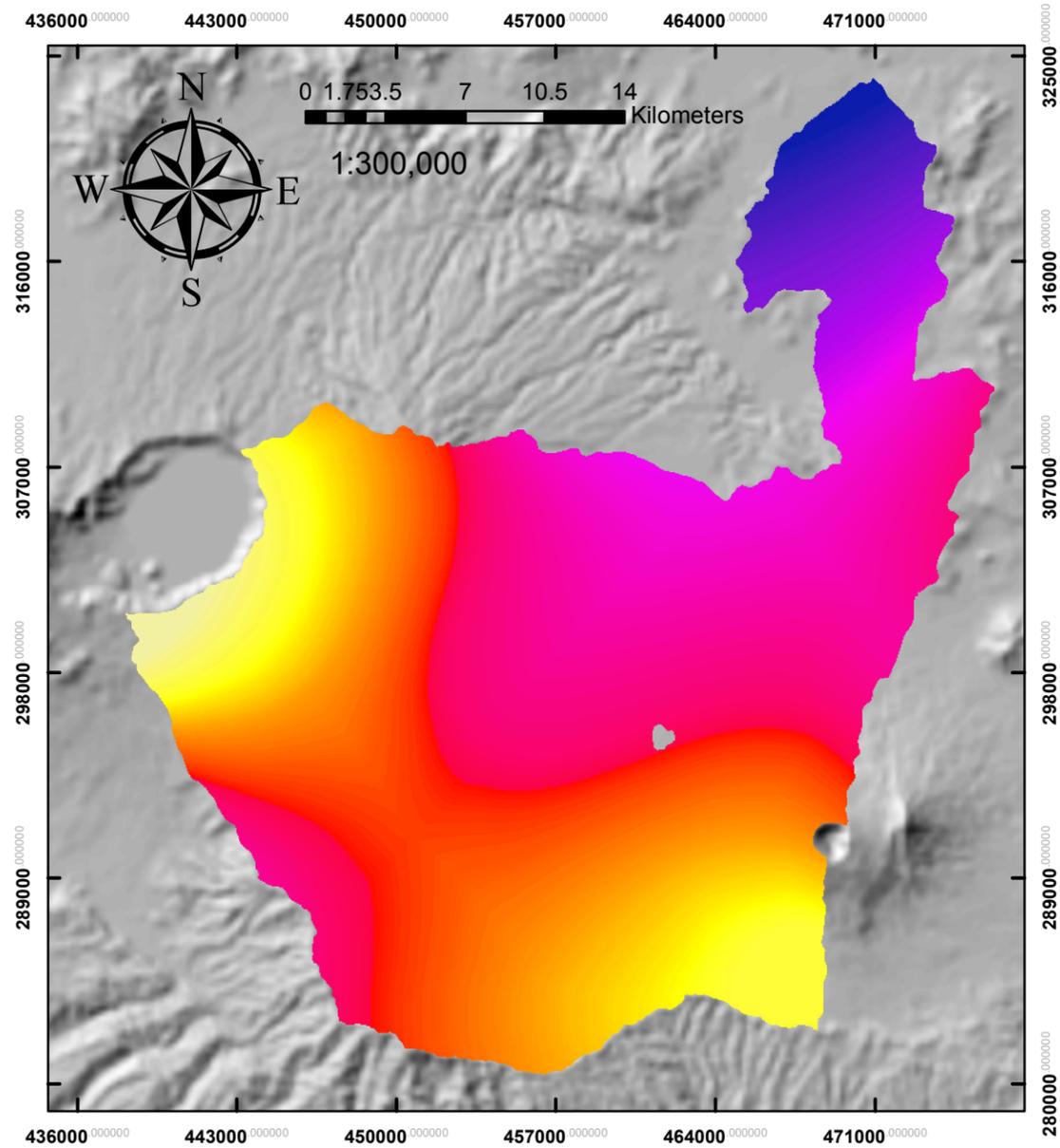


**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

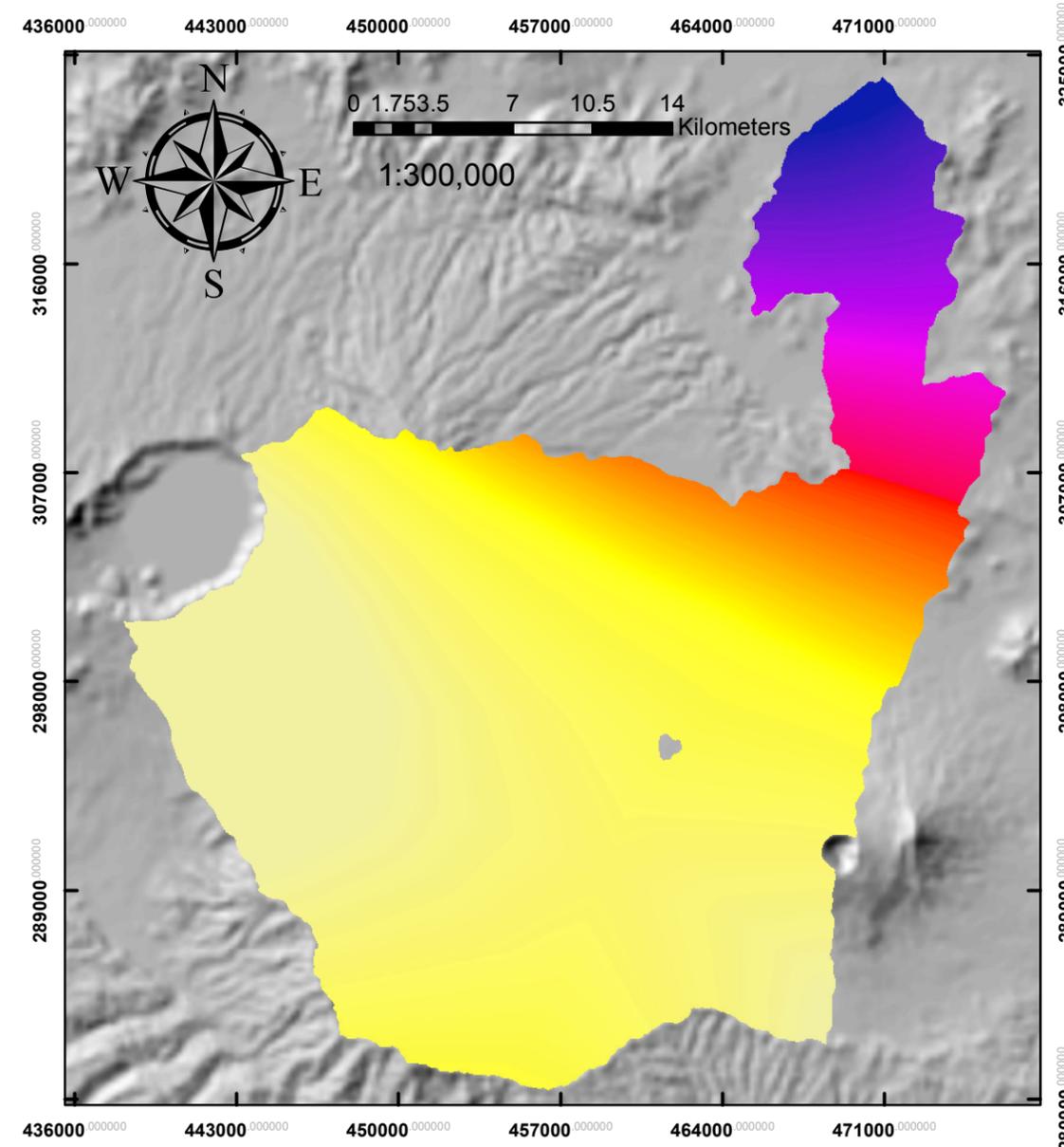
PROYECCIÓN CÓNICA CONFORME LAMBERT  
 DATUM NAD 1927  
 ELIPSOIDE DE CLARK DE 1866

Figura 2.7

# EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL CUENCA DEL RIO SUCIO



# EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL CUENCA DEL RIO SUCIO



Fuente: Retomado del MARN y modificado por el grupo de tesis, utilizando ArcGIS



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

PROYECCIÓN CÓNICA CONFORME LAMBERT  
DATUM NAD 1927  
ELIPSOIDE DE CLARK DE 1866



## 2.2.6 TIPOS DE SUELOS

Dentro de la cuenca se encuentran cinco tipos diferentes de suelos, a continuación se describen brevemente, y se pueden observar en la figura 2.8:

- **Latosoles arcillo rojizos:** se encuentran en las lomas y montañas. Son de color rojizos algunas veces debido a la presencia de minerales de hierro se puede encontrar el suelo con coloración amarillenta. La profundidad promedio es de un metro y se consideran aptos para casi todos los cultivos y se poseen buen drenaje, con escurrimiento rápido.
- **Andisoles:** son originados a partir de material volcánico, posee un espesor entre 20 y 40 cm, con gran capacidad de retención de la humedad, baja densidad, color oscuro y estructura granular. Según su topografía son aptos para agricultura intensiva para toda clase de cultivos.
- **Aluviales:** Se desarrollan a partir de materiales acarreados o transportados por agua o por movimientos gravitacionales, es decir, por ríos, por lagos o por deslizamientos. Se encuentran en áreas planas adyacentes a los ríos, en el fondo de las lagunas o planicies. Se localizan principalmente en el valle de Zapotitán. Las capas u horizontes superficiales son de color pardo oscuro, la textura va de franco arcillosa a franco limosas, su textura es granular y suelta (no cohesiva). Su productividad es de alta a muy alta y su drenaje es pobre.
- **Litosoles:** son suelos de poca profundidad sobre roca pura, con severa erosión en forma de láminas y no en forma de cárcavas. Su uso potencial se considera muy pobre de bajo rendimiento.

- Grumosoles: Suelos muy arcillosos de color gris a negro con vegetación de morros, en la superficie son de color oscuro pero con poco humus o materia orgánica. El subsuelo es gris oscuro, son muy profundos y poco permeables. Su uso potencial es de moderado a bajo, no apta para cultivos permanentes de alto valor comercial porque al rajarse rompen las raíces de las plantas.

Tabla 2.4 Tipos de suelo presentes en la cuenca del río Sucio.

<b>TIPOS DE SUELO</b>	<b>ÁREA (km<sup>2</sup>)</b>	<b>ÁREA %</b>
Latosoles arcillo rojizos	284.38	34.75
Andisoles	198.80	24.29
Aluviales	168.63	20.60
Litosoles	109.79	13.42
Grumosoles	55.01	6.72
Area Urbana	1.81	0.22
Total	818.43	100.00

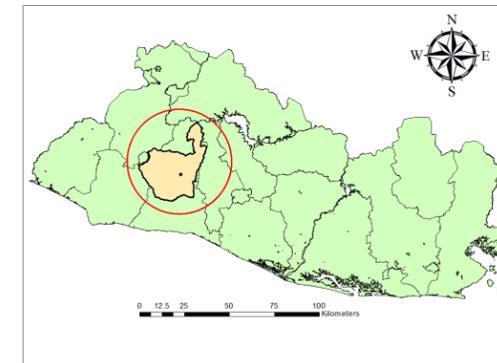
Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.



Figura 2.8  
**MAPA DE SUELO  
 CUENCA DEL RIO SUCIO**

**SUELOS**

- ALUVIALES
- ANDISOLES
- AREA URBANA
- GRUMOSOLES
- LATOSOLES ARCILLO ROJIZOS
- LITOSOLES



ESQUEMA DE UBICACIÓN



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

PROYECCIÓN CÓNICA CONFORME LAMBERT  
 DATUM NAD 1927  
 ELIPSOIDE DE CLARK DE 1866

Fuente: Retomado del MARN y modificado por el grupo de tesis, utilizando ArcGIS

## 2.2.7 USOS DE SUELO

Dentro de la cuenca del río Sucio, el uso del suelo está condicionado por las características biofísicas y las condiciones socioeconómicas. La presencia o ausencia de cubierta vegetal suele reducir o incrementar las velocidades con que se mueve el agua en la cuenca.

Para la cuenca del río Sucio, el tipo de cobertura predominante es el de pastos y granos básicos con 40.83%, seguidamente por el cultivo del café que ocupa el 30.32% del área de la cuenca. En la siguiente tabla se detallan todos los usos de suelo presentes en la cuenca.

Tabla 2.5 Tipos de uso suelo presentes en la cuenca del río Sucio.

TIPO DE USO	ÁREA EN km <sup>2</sup>	ÁREA EN %
Pastos y granos básicos	334.14	40.83
Café	248.11	30.32
Caña de azúcar	112.08	13.69
Hortalizas	41.49	5.07
Lava	39.77	4.86
Áreas urbanas	23.15	2.83
Bosques naturales	15.46	1.89
Frutales	3.28	0.40
No apta	0.95	0.12
Total	818.43	100.00

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

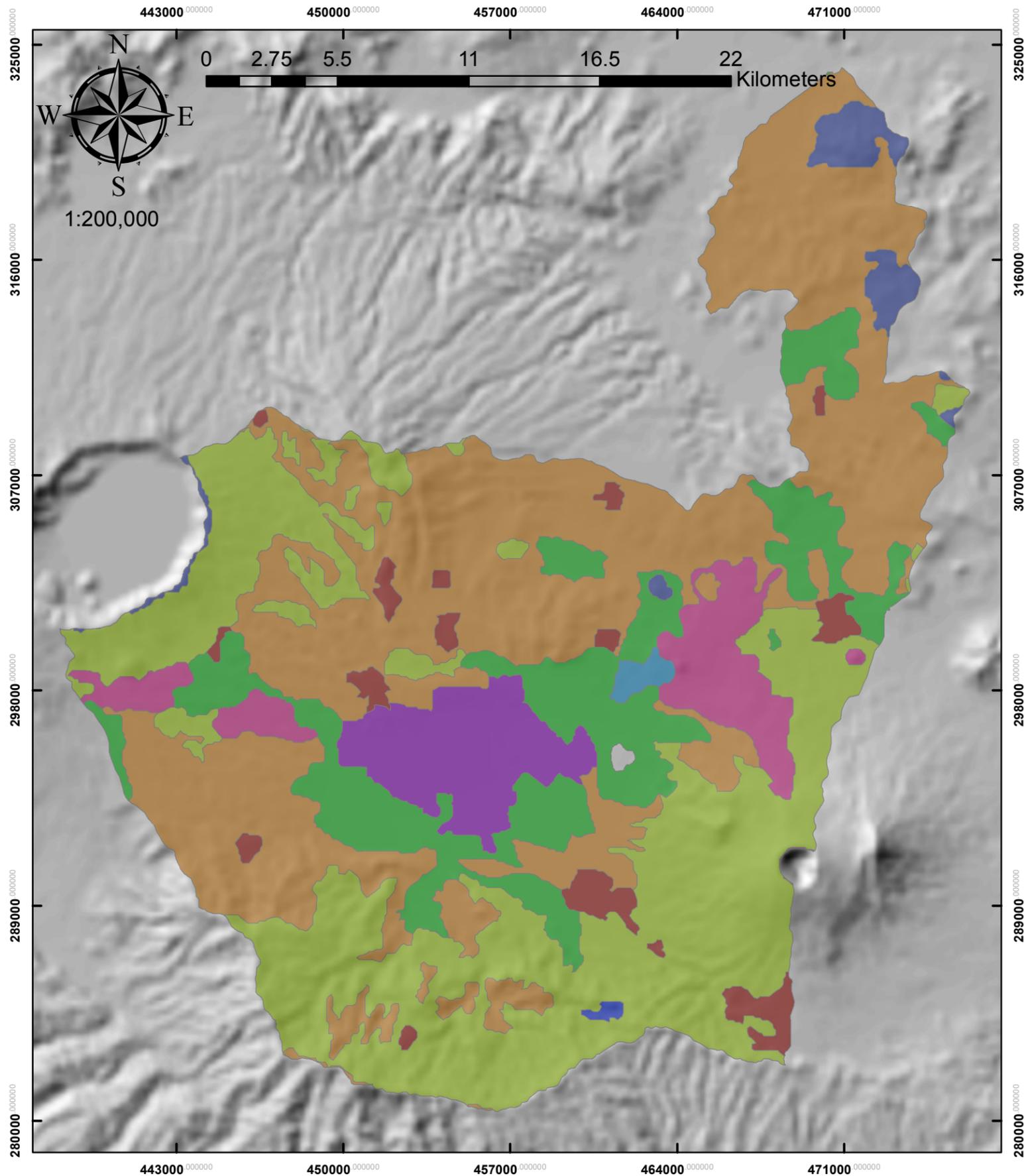
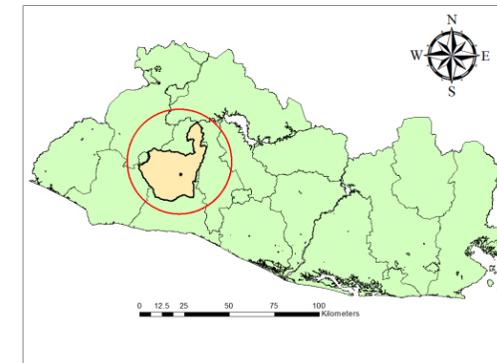


Figura 2.9  
**MAPA DE USO DE SUELO**  
**CUENCA DEL RIO SUCIO**

**TIPO DE USO**

- Areas urbanas
- Bosques naturales
- Cafe
- Caña de azucar
- Cuerpo de agua
- Frutales
- Hortalizas
- Lava
- No apta
- Pastos y granos básicos



ESQUEMA DE UBICACIÓN



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

PROYECCIÓN CÓNICA CONFORME LAMBERT

DATUM NAD 1927

ELIPSOIDE DE CLARK DE 1866

Fuente: Retomado del MARN y modificado por el grupo de tesis, utilizando ArcGIS

## **2.3 CARACTERÍSTICAS FISIGRÁFICAS DE LAS CUENCAS**

### **2.3.1 ÁREA Y PERÍMETRO DE LA CUENCA**

El área de la cuenca se define como la superficie, en proyección horizontal, delimitada por el parteaguas, medida en kilómetros. Se calcula a través de la representación a escala, sobre un mapa topográfico, de la cuenca. La cuenca del río Sucio posee un área de 818.43 km<sup>2</sup>.

El perímetro de la cuenca es el borde del contorno (límite exterior) de la forma irregular de la cuenca proyectada en un plano horizontal, obtenida una vez delimitada la cuenca trazando el parteaguas. Este parámetro por sí solo no da ningún tipo de información respecto al tamaño o forma de la cuenca; solo si se compara cuencas de igual superficie, el valor del perímetro podrá dar una idea de su forma. Para la cuenca del río Sucio su perímetro es de 177.03 kms.

Si definimos el círculo asociado como un círculo de igual superficie a la de la cuenca, entonces podremos comparar el perímetro de la misma con la longitud del círculo, obteniéndose unos índices que posteriormente serán analizados y que nos indicarán la mayor o menor lobulación de dicho perímetro. El perímetro (P) y su forma están íntimamente relacionados con la litología y edad de la cuenca de drenaje. Materiales blandos darán formas redondeadas, mientras que materiales más duros darán formas más quebradas o lobuladas. Igualmente, ya que la tendencia de las cuencas es la de conseguir formas redondeadas, a igualdad de litología, una cuenca redondeada implica mayor desarrollo.

### **2.3.2. LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL DEL RÍO Y LONGITUD MEDIA DE LA CUENCA (LONGITUD AXIAL).**

El cauce principal de la cuenca hidrográfica se considera aquél que pasa por el punto de salida de la misma y el cual recibe el aporte de otros cauces, de menor extensión y que son denominados tributarios. La Longitud del Cauce ( $L_c$ ) queda definida por la longitud del cauce principal medido en planta, desde el punto de salida hasta su cabecera.

La longitud media de la cuenca ( $L$ ) queda definida como la distancia, medida a lo largo del cauce principal, entre el punto de salida de la cuenca y el límite definido por el parteaguas. Dado que en general el cauce principal no se extiende hasta el límite de la cuenca, es necesario suponer un trazado desde la cabecera del cauce hasta el límite de la cuenca, siguiendo el camino más probable para el recorrido del agua precipitada.

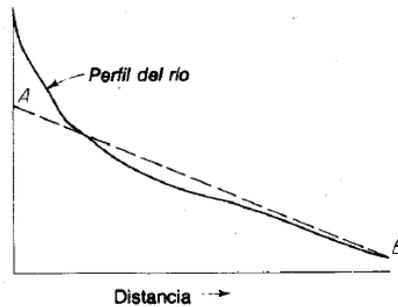
Al igual que el perímetro, el valor de la longitud media de la cuenca no ofrece mayor información sobre la cuenca, pero son valores que sirven para el cálculo de parámetros relacionados con la forma de la cuenca los cuales sí ofrecen mayor información sobre la respuesta de la cuenca a estímulos de lluvia. Para la cuenca de estudio, la longitud del cauce principal, está dada por la longitud del río Sucio, que es de 60.25 kms. Mientras que la longitud de la cuenca es de 80.83 kms.

### **2.3.3 PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE PRINCIPAL**

Generalmente todas las cuencas tienen varios ríos y cada uno con un perfil diferente, por esta razón, la definición de la pendiente promedio de un cauce en una cuenca es muy difícil. Por lo general sólo se considera la pendiente del

cauce principal. La forma más simple y más usada de medir la pendiente de un cauce es la de obtener la pendiente de una línea, *AB* en la figura 2.12. La pendiente del cauce principal influye sobre la velocidad de flujo.

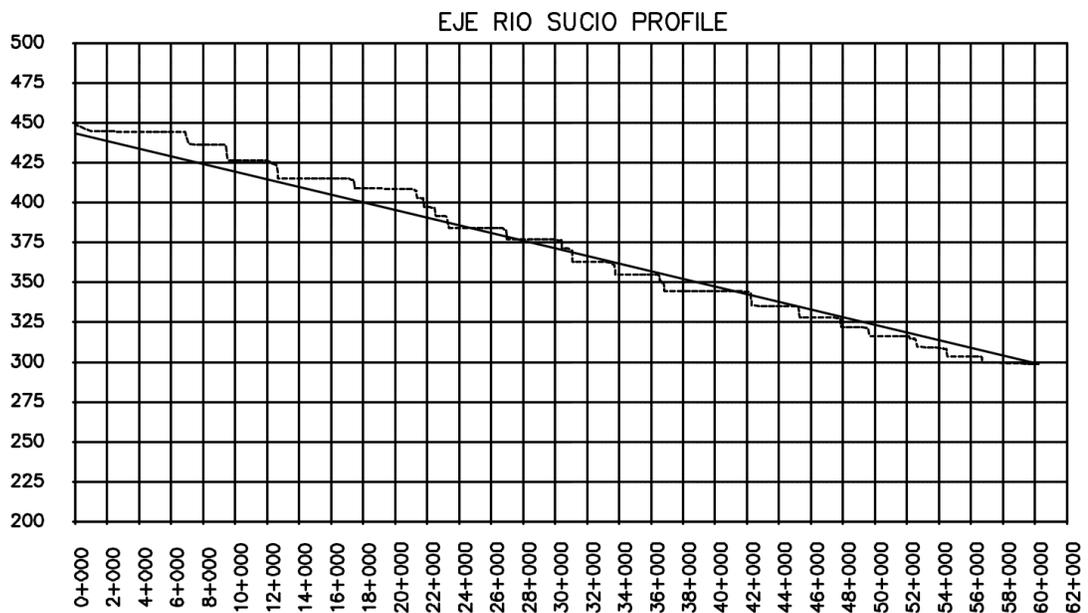
Figura 2.10 Método para definir la pendiente media de un cauce.



Fuente: Linsley, Kohler Paulus. "Hidrología para Ingenieros" Segunda Edición, Editorial McGraw Hill, Colombia. 1977.

El perfil que se obtuvo del río Sucio, es el que se muestra en la figura 2.11.

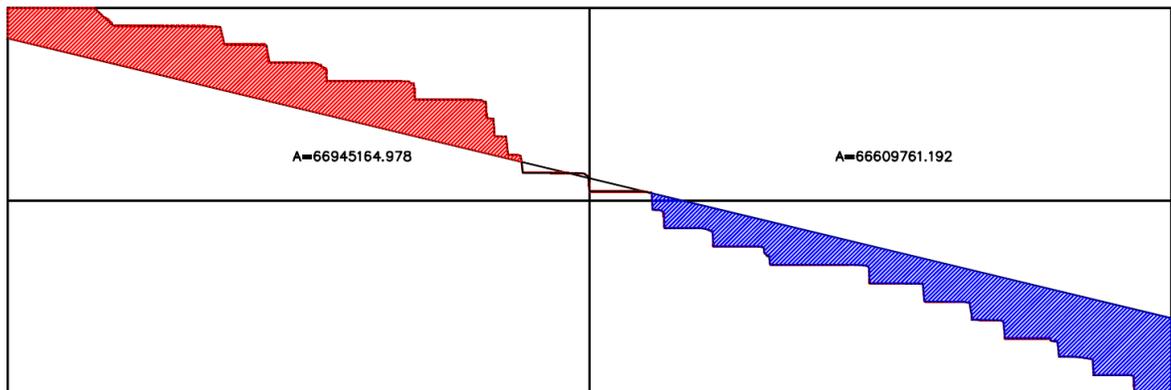
Figura 2.11 Perfil del río Sucio.



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Según el método para el cálculo de la pendiente del cauce principal, se traza una línea tal que el área debajo de la línea sea igual al área sobre la línea, y la pendiente de esta línea representa la pendiente del cauce principal. Para el río Sucio se obtuvo lo que se muestra en la figura 2.12.

Figura 2.12 Método para calcular la pendiente del río Sucio.



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Calculando la pendiente se obtiene 24.58 m/kms, lo que representa una pendiente muy plana del 2.45%.

### 2.3.4 PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA

Es la pendiente ponderada para toda la cuenca, la cual depende de la topografía de lugar y el área de la cuenca.

Es un factor físico que controla el tiempo del flujo sobre el terreno y tiene influencia directa en la magnitud de las avenidas o crecidas. La pendiente media de la cuenca tiene relación muy estrecha con la infiltración, el escurrimiento superficial, la humedad del suelo y la contribución del agua subterránea al flujo de los cauces.

Este parámetro es de importancia pues da un índice de la velocidad media de la escorrentía y su poder de arrastre y de la erosión sobre la cuenca. Uno de los criterios que es utilizado para evaluar la pendiente media de una cuenca, es el siguiente:

### **Criterio de J.W Alvord**

Este método sugiere primero evaluar la pendiente existente entre curvas de nivel y posteriormente evaluar la pendiente de toda la cuenca

$$Sc = \frac{D * L}{A}$$

Dónde:

Sc: Pendiente de la cuenca, adimensional

D: Desnivel constante entre curvas de nivel, en km.

L: Longitud total de las curvas de nivel dentro de la cuenca, en km.

A: Área de la cuenca, en km<sup>2</sup>

Se recomienda para este criterio, utilizar intervalos entre curvas de nivel de 30 a 150 metros en cuencas grandes o de fuerte pendiente, e intervalos de 5 a 15 metros en el caso de cuencas pequeñas o de topografía plana<sup>4</sup>. Quiere decir que la pendiente media de la cuenca es igual a la longitud total de las curvas de nivel dentro de ella, multiplicada por el desnivel constante entre estas y dividida entre el tamaño de la cuenca.

---

<sup>4</sup> Campos Aranda. "Procesos del Ciclo Hidrológico". Segunda reimpresión. Universidad Autónoma San Luis Potosí. 1992. Pág. 2-9.

La cuenca del río Sucio, por considerarse una cuenca grande, se tomó un intervalo de 100 metros entre curvas de nivel, además se determinó que la longitud total de las curvas dentro de la cuenca es de 1381.05 Km, introduciendo datos en la fórmula se obtiene la pendiente media de la cuenca, como sigue:

$$Sc = \frac{0.1 * 1381.05}{818.43}$$

$$Sc = 0.1687$$

$$Sc = 17\%$$

### **2.3.5 ELEVACIÓN MEDIA DE LA CUENCA**

La elevación media de la cuenca es un parámetro fisiográfico que promedia las diferentes variaciones de las elevaciones de los diferentes terrenos de una cuenca. Este parámetro explica la variación de los principales elementos genéricos del régimen hidrológico, como lo son las precipitaciones, la temperatura del aire, la pendiente del terreno y la densidad de drenaje.

El criterio que se utiliza para la estimación de la elevación media de la cuenca se basa en la curva hipsométrica, la cual equivale a la cota correspondiente al 50% del área de la cuenca.

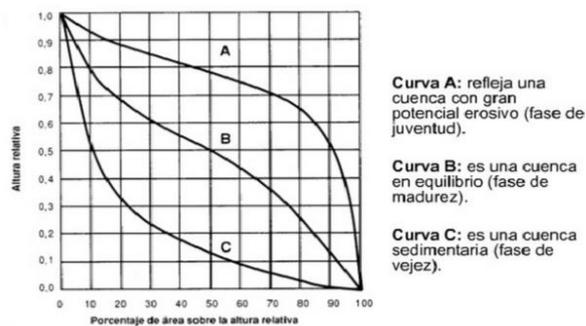
#### **2.3.5.1 CURVA HIPSOMÉTRICA**

Es una representación gráfica de las elevaciones del terreno en función del relieve de la cuenca, esta indica el porcentaje de área de la cuenca que está

por encima de una cota determinada. La curva hipsométrica nos permite conocer la elevación media de la cuenca.

Según Scheidegger, puede asociar a los niveles de actividad de los diferentes procesos de erosión y sedimentación.

Figura 2.13 Características de las curvas hipsométricas en ciclo erosivo.



Fuente: Material de apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de Hidrología. Universidad San Simón. 2009. Pág. 27.

La figura muestra tres curvas hipsométricas diferentes que corresponden a tres cuencas hipotéticas también diferentes. La curva (A) refleja una cuenca con un gran potencial erosivo; la curva (B) es característica de una cuenca en equilibrio; y la curva (C) representa una cuenca sedimentaria.

De acuerdo con Strahler, las fases de la vida de los ríos quedan representadas de la siguiente manera:

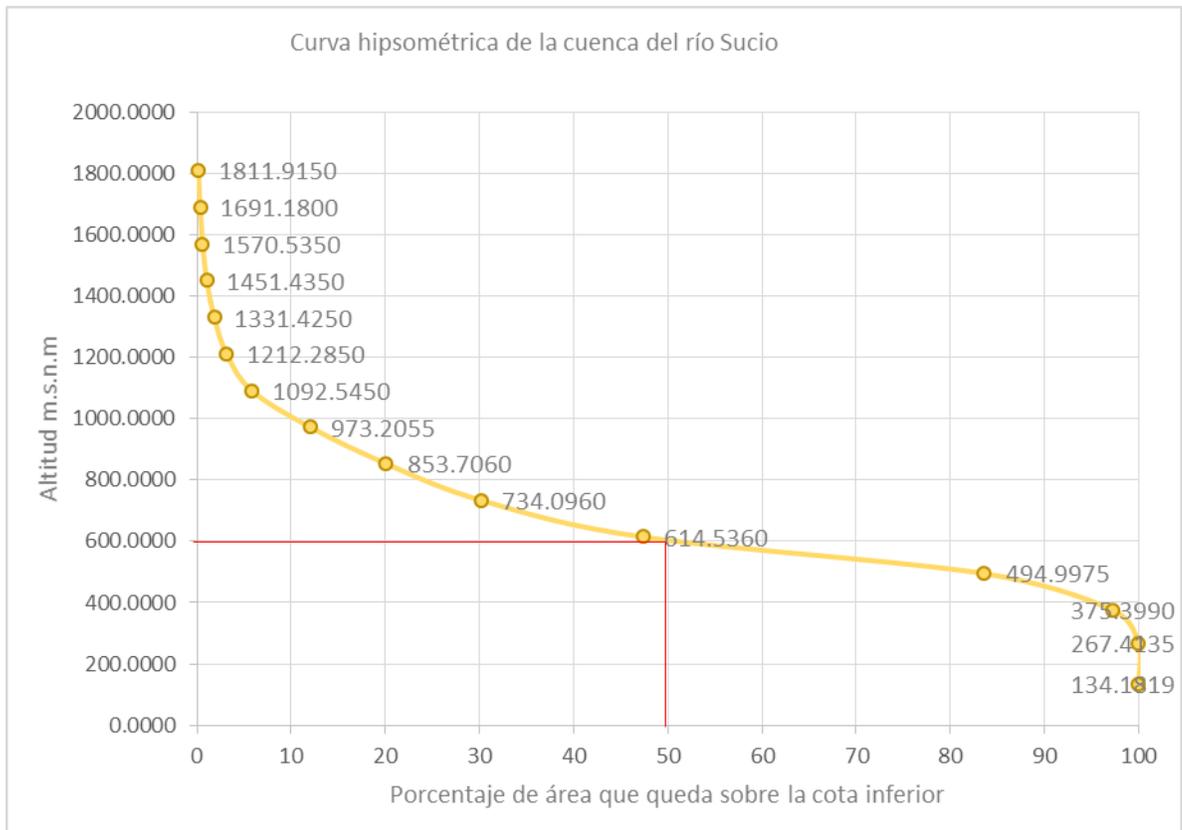
Curva A: Cuenca en fase de juventud.

Curva B: Cuenca en fase de madurez.

Curva C: cuenca en fase de vejez.

La topografía de una cuenca puede tener mas influencia sobre su comportamiento hidrológico que la forma de la misma.

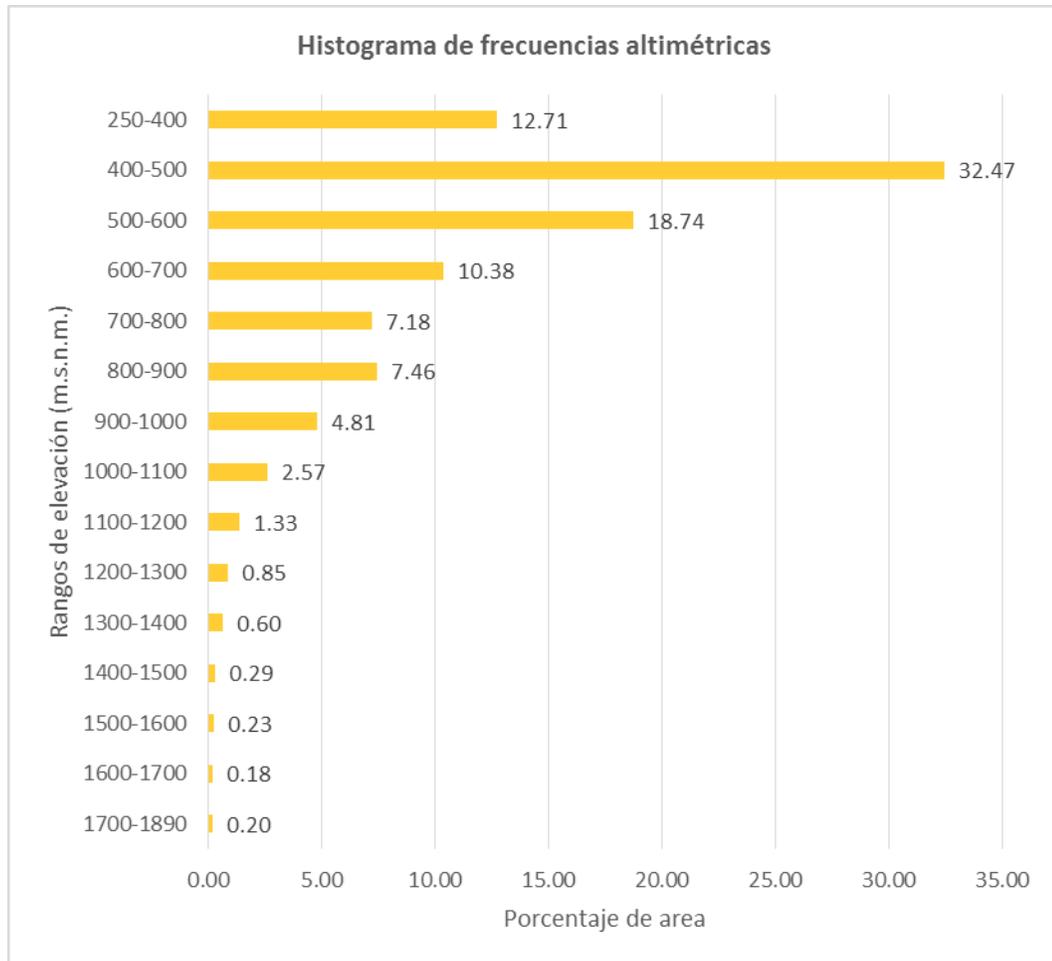
Figura 2.14 Curva hipsométrica de la cuenca del río Sucio.



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

La curva hipsométrica calculada para la cuenca del río Sucio, nos indica que se trata de una cuenca en fase de madurez equilibrio. La elevación media para la cuenca del río Sucio es la correspondiente al 50% del área total, de la figura 2.10, con un valor aproximado de 615 m.s.n.m.

Figura 2.14 Histograma de frecuencias altimétricas de la cuenca del río Sucio.



Elaborado por Grupo de Tesis.

El histograma de frecuencias altimétricas nos permite observar con mayor facilidad el rango de elevaciones que más se repite en la cuenca, con el 32.47% del área de la cuenca se encuentra el rango de elevaciones de 400 a 500 m.s.n.m. que representan las elevaciones de la zona del valle de Zapotitán.

## 2.4 PARÁMETROS DE COMPARACIÓN DE LAS CUENCAS

### 2.4.1 ORDEN DE LAS CORRIENTES

El orden de las corrientes es una clasificación que refleja el grado de ramificación o bifurcación dentro de una cuenca. El orden de corriente principal es un indicador de la magnitud de la ramificación y la extensión de la red de drenaje dentro de la cuenca. Para evaluar esta característica se necesita un plano de la cuenca que incluya las corrientes perennes (permanentes) e intermitentes.<sup>5</sup> El orden de una cuenca hidrográfica está dado por el número de orden de la corriente principal.

Orden de las corrientes del agua:

- Corrientes de primer orden: pequeños canales que no tienen tributario.
- Corrientes de segundo orden: dos corrientes de primer orden se unen.
- Corrientes de tercer orden: dos corrientes de segundo orden se unen.

El orden de corrientes es el sistema jerarquizado de los cauces, desde pequeños canales hasta grandes ríos, que confluyen unos en otros, configurando un colector principal de toda la cuenca.

---

<sup>5</sup> Corriente perenne: Es aquella en que el punto más bajo del cauce se encuentra siempre por debajo del nivel de aguas freáticas, estas corrientes transportan agua durante todo el año, y siempre están alimentadas totalmente o en parte por el agua subterránea, es decir son afluentes.

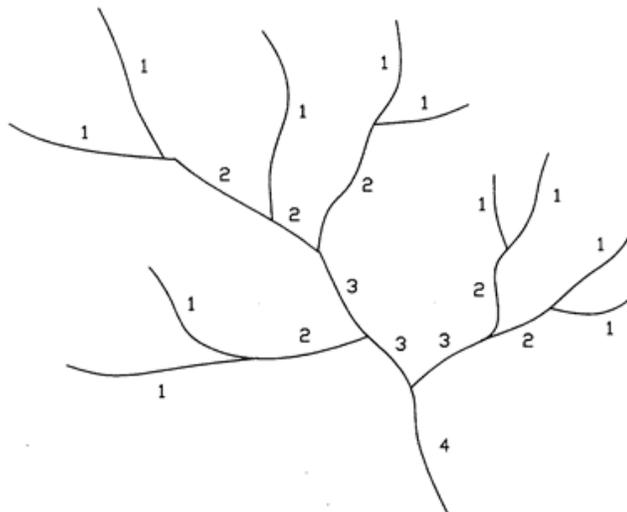
Corrientes intermitentes: Transportan agua durante la época lluviosa cuando el nivel freático asciende, en época seca el nivel freático desciende y la corriente no transporta agua.

"Clasificación de los Ríos", Apuntes del curso Hidrología, VII Nivel, Ciclo I 2013, UES.

**Sistema Strahler** Este sistema determina que:

1. Todos los cauces serán tributarios.
2. El río en este sistema mantiene el mismo orden en toda su extensión.
3. El orden de una cuenca hidrográfica esta dado por el número de orden de la corriente principal.

Figura 2.16 Sistema Strahler.



Fuente: Material de apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de Hidrología. Universidad San Simón. 2009. Pág. 27.

Mientras mayor sea el grado de bifurcación del sistema de drenaje de una cuenca, más rápida será la respuesta de la cuenca frente a una tormenta, evacuando el agua en menos tiempo.

Para la cuenca del río Sucio se determinó el orden de corriente, como se muestra en la figura 2.16, por medio del método descrito.

La cuenca del río Sucio es de número de orden 8, esto nos indica que la cuenca tiene alto grado de ramificación, y por consiguiente tiene una rápida respuesta a los estímulos de lluvia. En la tabla 2.6 se presenta un cuadro resumen del sistema de orden de la cuenca.

El orden de corriente número 8 representa la longitud del río principal de la cuenca, para nuestro caso representa la longitud del río Sucio que cuenta con 60.25 Km.

Tabla 2.6 Sumatoria de longitudes de órdenes de corrientes en la cuenca del río Sucio.

<b>NÚMERO DE CORRIENTE</b>	<b>LONGITUD (Km)</b>
1	2599.30
2	1178.77
3	688.48
4	364.27
5	159.87
6	81.92
7	22.53
8	60.25
<b>TOTAL</b>	<b>5155.48</b>

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

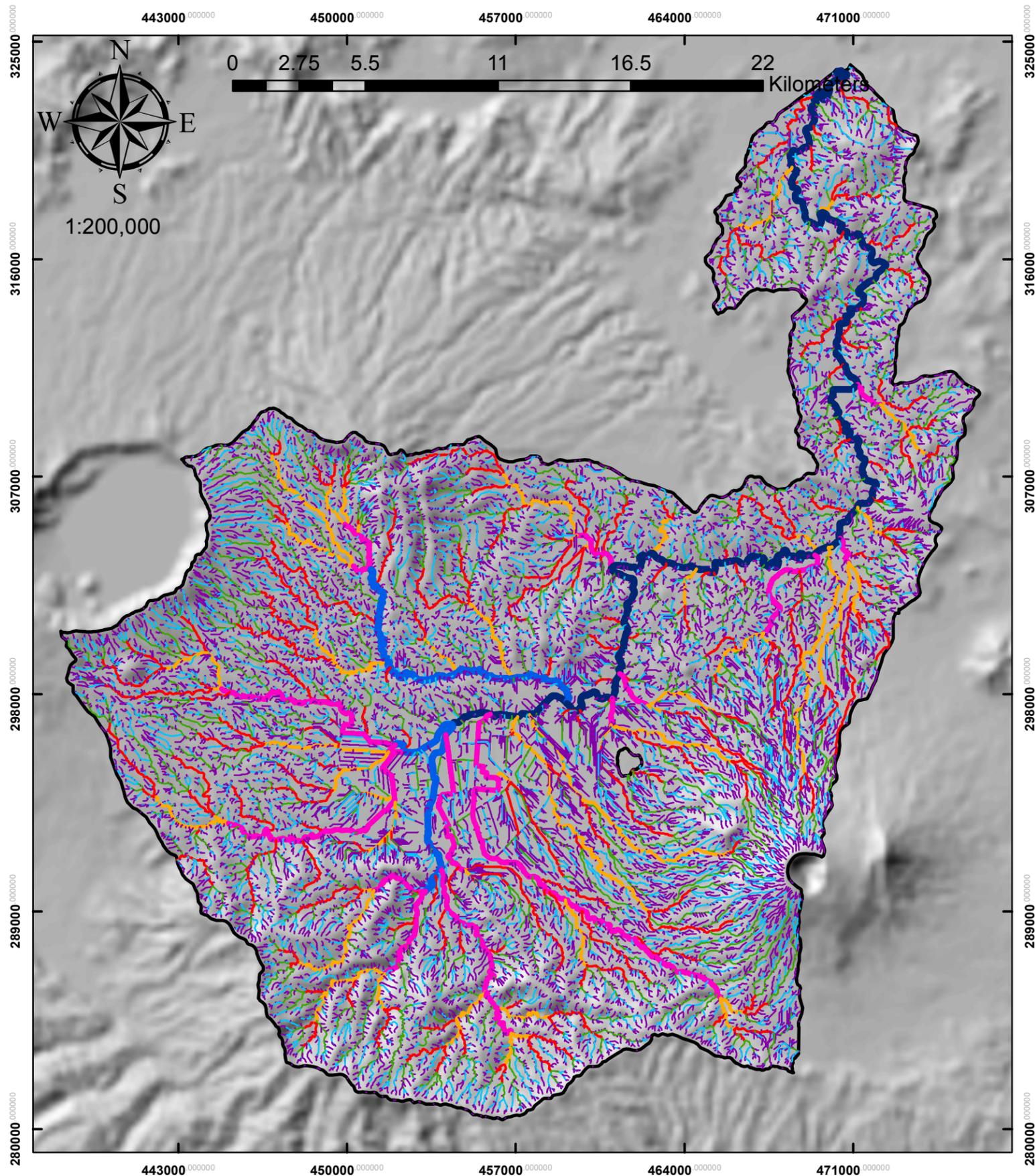
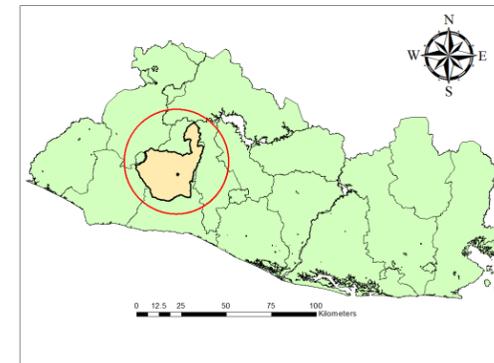


Figura 2.17

# ORDEN DE CORRIENTES CUENCA DEL RIO SUCIO

## NUMERO DE ORDEN

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- Cuenca Rio Sucio



ESQUEMA DE UBICACIÓN



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

PROYECCIÓN CÓNICA CONFORME LAMBERT

DATUM NAD 1927

ELIPSOIDE DE CLARK DE 1866

Fuente: Retomado del MARN y modificado por el grupo de tesis, utilizando ArcGIS

## 2.4.2 DENSIDAD DE DRENAJE

Es un parámetro que controla la eficiencia de drenaje y señala el estado erosivo de la cuenca. Por lo tanto la densidad de drenaje resulta de dividir la longitud total de las corrientes de agua entre la superficie de la cuenca, entre mayor sea este valor, más desarrollada está la red de drenaje.

$$Dd = \frac{L_{total}}{A}$$

Otras características relacionadas con la red de drenaje son las que se refieren a la capacidad de almacenamiento de las corrientes y a la capacidad de transporte de las mismas.

Resultan bajas densidades de drenaje en regiones de materiales resistentes a la erosión o de suelos permeables con gran cantidad de vegetación, pendientes suaves y de relieve llano. Por el contrario, se encuentran altas densidades de drenaje en áreas de materiales erosionables, suelos impermeables, poca vegetación, relieve montañoso y pendientes fuertes.

Se consideran valores de Dd alrededor de 0.5 km/km<sup>2</sup> para cuencas de drenaje pobre y alrededor de 3.5 Km/Km<sup>2</sup> para cuencas bien drenadas.<sup>6</sup> Este parámetro, es un indicador de la respuesta de la cuenca ante una tormenta. En efecto, al ser la densidad de drenaje alta, una gota deberá recorrer una longitud de ladera pequeña, realizando la mayor parte del recorrido a lo largo de los cauces, donde la velocidad del escurrimiento es mayor. Este factor, por tanto condiciona la forma del hidrograma resultante en el desagüe de la cuenca. Cuanto mayor es la densidad de drenaje, más dominante es el flujo en el cauce

---

<sup>6</sup> Henry Jiménez Escobar. "Hidrología Básica 1". Segunda Edición corregida. Universidad del Valle. Colombia. 1986. Pág. 57.

frente al flujo en la ladera, lo que se interpreta como un menor tiempo de respuesta en la cuenca y por tanto un menor tiempo al pico del hidrograma.

Para la cuenca del río Sucio, con área de 818.43 Km<sup>2</sup>, se determinó que la longitud total de los cauces es de 5155.98 Km (Tabla 2.6).

$$Dd = \frac{5155.98 \text{ Km}}{818.43 \text{ Km}^2}$$

$$Dd = 6.30 \text{ Km/Km}^2$$

Se obtiene una densidad de drenaje de 6.30 Km/Km<sup>2</sup>, lo cual nos indica una densidad de drenaje alta, lo que corresponde a grandes volúmenes de escurrimiento y mayores velocidades de desplazamiento de las aguas, quiere decir que las precipitaciones generan una respuesta más rápida.

### **2.4.3 DENSIDAD DE CORRIENTE**

Este parámetro relaciona el número de corrientes y el área de la cuenca (corrientes/km<sup>2</sup>), entre mayor sea la densidad de corriente, la cuenta estará más ramificada, lo que provocará una rápida respuesta de una entrada de lluvia y una menor recarga al acuífero. Valores altos de este parámetro indican que las cuencas son bien drenadas.

La densidad de corriente se calcula con la siguiente ecuación:

$$D = \frac{Ns}{A}$$

Donde:

D = Densidad de corriente

A = Área total de la cuenca

Ns = Numero de corrientes de la cuenca

Para la cuenca del río Sucio la densidad de corriente es la siguiente:

$$D = \frac{18089 \text{ Corrientes}}{818.43 \text{ km}^2}$$

$$D = 22.10 \frac{\text{Corrientes}}{\text{Km}^2}$$

#### 2.4.4 ÍNDICE DE GRAVELIUS O COEFICIENTE DE COMPACIDAD

Dada la importancia de la configuración de las cuencas, se trata de cuantificar estas características de forma de la cuenca por medio de índices o coeficientes, los cuales relacionan el movimiento del agua y las respuestas de la cuenca a tal movimiento.

H. Gravelius, definió el coeficiente de compacidad ( $K_c$ ) como el cociente adimensional entre el perímetro de la cuenca (P) con área igual al tamaño (A) de la cuenca en  $\text{Km}^2$

$$K_c = \frac{0.28 P}{\sqrt{A}}$$

El grado de aproximación de este índice a la unidad indicará la tendencia a concentrar fuertes volúmenes de aguas de escurrimiento, siendo más

acentuado cuanto más cercano a uno sea, es decir mayor concentración de agua.

Sí  $K_c$  es igual a 1 es de forma circular, los valores  $K_c$  no pueden ser inferiores a 1. Los valores de  $K_c$  más alejado a 1, indican una cuenca menos susceptible a inundaciones. La relación área/perímetro afecta el tiempo de respuesta de la cuenca y la forma del hidrograma resultante.

La razón para usar la relación del área equivalente a la ocupada por un círculo es porque una cuenca circular tiene mayores posibilidades de producir avenidas superiores dadas su simetría. Sin embargo, este índice de forma ha sido criticado pues las cuencas en general tienden a tener la forma de pera.

En la siguiente tabla se muestran los diferentes tipos de cuenca según su índice de compacidad.

Tabla 2.7 Índice de Gravelius.

<b>ÍNDICE <math>K_c</math></b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1-1.25	Redonda-Óvalo redonda
1.25-1.5	Óvalo redonda-óvalo oblonga
1.5-1.75	Óvalo oblonga-rectangular oblonga
>1.75	Rectangular-Muy lobuladas

Fuente: INE, 2004.

$K_c$  para la cuenca del río Sucio.

Datos:

Perímetro de la cuenca: 173.08 Km

Área de la cuenca: 818.43 Km<sup>2</sup>

Perímetro de circunferencia con área de 818.430 Km<sup>2</sup>: 101.41

$$K_c = \frac{0.28 * 173.078}{\sqrt{818.43}}$$

$$K_c = 1.693$$

Este valor de  $K_c$  nos indica que el río Sucio posee una cuenca del tipo Óvalo oblonga-rectangular oblonga, es una cuenca que no tiende a concentrar fuertes volúmenes de agua por lo tanto es poco susceptible a inundaciones.

#### 2.4.5 FACTOR DE FORMA

Este factor, igualmente propuesto por Gravelius, se estima a partir de la relación entre el ancho promedio del área de captación y la longitud de la cuenca, longitud que se mide desde la salida hasta el punto más alejado a ésta.

$$F_f = \frac{A}{L^2}$$

Dónde:

A: Área de la cuenca.

L: Longitud de la cuenca medida desde el punto más alejado de ella hasta la salida.

Intenta medir cuan alargada puede ser la cuenca. Una cuenca con un factor de forma bajo, esta menos sujeta a crecientes que una de la misma área y mayor factor de forma. Principalmente, los factores geológicos son los encargados de moldear la fisiografía de una región y la forma que tienen las cuencas hidrográficas. Un valor de  $K_f$  superior a la unidad proporciona el grado de achatamiento de ella o de un río principal corto y por consecuencia con tendencia a concentrar el escurrimiento de una lluvia intensa formando fácilmente grandes crecidas.

La forma de la cuenca condiciona la velocidad del escurrimiento superficial. Para cuencas de igual superficie y formas diferentes se espera un comportamiento hidrológico también diferente.

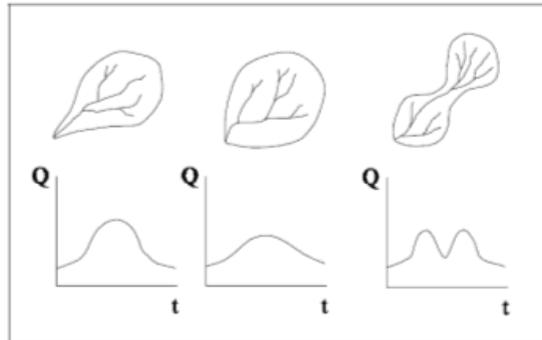
Este parámetro relaciona la forma de una cuenca con la de un cuadrado ( $F_f = 1$ ) y ha sido utilizado frecuentemente como indicador de la forma del hidrograma unitario.

Un valor de  $F_f$  superior a la unidad nos indicará el grado de achatamiento de la cuenca o de un río principal corto y por consecuencia con tendencia a concentrar el escurrimiento de una lluvia intensa formando fácilmente grandes crecidas.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> Henry Jiménez Escobar. "Hidrología Básica 1". Segunda Edición corregida. Universidad del Valle. Colombia. 1986. Pág. 28.

Figura 2.18 Diferentes hidrogramas para cada tipo de cuenca.



Fuente: Material de apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de Hidrología. Universidad San Simón. 2009. Pág. 27.

A medida que el área aumenta, su relación  $A/L^2$  disminuye, lo cual indica una tendencia al alargamiento en cuencas grandes. La forma de la cuenca afecta los hidrogramas de caudales máximos, por lo que se han hecho numerosos esfuerzos para tratar de cuantificar este efecto por medio de un valor numérico. Las cuencas de igual área pero de diferente forma, generan hidrogramas diferentes.

Factor de forma de la cuenca del río Sucio.

Datos:

Área de la cuenca: 818.43 Km<sup>2</sup>

Longitud de la cuenca: 80.832 km

$$F_f = \frac{818.43}{(80.83)^2}$$

$$F_f = 0.12$$

#### 2.4.6 RELACIÓN DE CIRCULARIDAD

Introducida por Miller en 1935, relaciona el área de la cuenca (A) en cuestión con el área de un círculo de igual perímetro (P).

$$Rc = \frac{4\pi A}{P^2}$$

Datos:

Perímetro de la cuenca: 173.078 Km

Área de la cuenca: 818.43Km<sup>2</sup>

$$Rc = \frac{4\pi(818.43)}{(173.08)^2}$$

$$Rc = 0.34$$

El valor obtenido nos indica que la cuenca del río Sucio no tiende a poseer forma circular, ni cuadrada.

#### 2.4.7 RELACIÓN DE ELONGACIÓN

Fue definido por Schumm, como la relación entre el diámetro de un círculo (D) de área igual a la cuenca y la longitud de la cuenca (L).

$$Re = 1.1284 \frac{\sqrt{A}}{L}$$

Valores de Re inferiores a 1, implica formas alargadas, y cuanto menor sea Re más alargada será la forma de la cuenca.

Re se acerca a la Unidad cuando la cuenca es plana, si la cuenca posee relieve pronunciados este valor será menor de 0.8

*Re << 1 Forma alargada*

$$Re = 1.1284 \frac{\sqrt{818.43}}{80.83}$$

$$Re = 0.40$$

## 2.4.8 RECTÁNGULO EQUIVALENTE

Este parámetro se trata de una transformación geométrica en la cual se asimila una cuenca a un rectángulo que tenga el mismo perímetro y superficie y por tanto igual coeficiente de compacidad) así como igual distribución de alturas (igual curva hipsométrica) e igual distribución del terreno, en cuanto a sus condiciones de cobertura. Las curvas de nivel se transforman en rectas paralelas al lado menor del rectángulo siendo estos lados la primera y última curva de nivel.

Los lados menor y mayor del rectángulo, L1 y L2 respectivamente quedan definidos de la siguiente manera:

$$L1 = \frac{Kc \sqrt{A}}{1.12} \left( 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{1.12}{Kc} \right)^2} \right)$$

$$L2 = \frac{Kc \sqrt{A}}{1.12} \left( 1 + \sqrt{1 - \left( \frac{1.12}{Kc} \right)^2} \right)$$

Para que esta representación sea posible, se debe cumplir que Kc sea mayor o igual a 1.12

Rectángulo Equivalente para la cuenca del río Sucio.

Datos:

$$Kc=1.70, A=818.43\text{Km}^2$$

Lado menor:

$$L1 = \frac{1.70\sqrt{818.43}}{1.12} \left( 1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{1.70}\right)^2} \right)$$

$$L1 = 10.76 \text{ Km}$$

Lado Mayor:

$$L2 = \frac{1.70\sqrt{818.43}}{1.12} \left( 1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{1.70}\right)^2} \right)$$

$$L2 = 76.09 \text{ Km}$$

## 2.5 TABLA RESUMEN

En la siguiente tabla se muestran todos los valores obtenidos de los parámetros físicos y de comparación de la cuenca del río Sucio.

Tabla 2.8 Resumen de parámetros geomorfológicos en la cuenca del río Sucio.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR	INTERPRETACIÓN
Área	Km <sup>2</sup>	818.43	La cuenca según su área se puede considerar una cuenca grande
Perímetro	Km	173.08	Este valor representa la medición lineal del parteaguas de la cuenca.
Longitud del cauce principal del río	Km	60.25	Representa la longitud del Río Sucio, que es el río más importante dentro de la cuenca.
Longitud de la cuenca	Km	80.83	Se mide desde la salida de la cuenca hasta el parteaguas.
Pendiente del cauce principal de la cuenca	Mts/kms	23.98	Es una pendiente baja
Elevación Máxima	m.s.n.m	1890	Se ubica en el volcán de San Salvador y es un valor que está alejado del promedio de elevaciones de la cuenca, los valores de elevación superior a 1700 metros representan solamente el 0.20% de las elevaciones de la cuenca.
Elevación Mínima	m.s.n.m	248	Se ubica en la desembocadura

			del río Lempa, las elevaciones menores a 400 metros representan el 12% de las elevaciones totales del área de la cuenca.
Elevación media	m.s.n.m	615	Promedio de las variaciones de las elevaciones de la cuenca, es el valor más representativo de elevación de la cuenca ya que aproximadamente el entre el 10% y el 20% de las elevaciones de la cuenca, y en consecuencia este puede ser un buen indicador para definir el clima dominante de esta zona, que en este caso es un clima cálido
Pendiente media de la cuenca	%	17	Promedio de las variaciones de las pendientes de la cuenca
Orden de corrientes	Adimensional	8	El resultado nos indica que la cuenca tiene un drenaje eficiente, por lo cual en caso de una tormenta, esta desalojara rápidamente el agua, lo que también va relacionado al grado de peligrosidad de una cuenca El colector principal del Río

			<p>Sucio está siendo aportado una gran cantidad de cauces. El orden de cauces también depende de la escala a la que el mapa se lea, en nuestro caso, con la escala que se utilizó se pudo definir más la estructura de la cuenca.</p>
Densidad de drenaje	Km/Km <sup>2</sup>	6.30	<p>Densidad de drenaje alta, si solamente se considera este índice sin tener en cuenta otros factores del medio físico de la cuenca, este valor se puede interpretar como que las precipitaciones generan una respuesta más rápida. Si se tienen en cuenta factores del medio se puede interpretar que entre mayor sea la densidad de drenaje la cuenca es fácilmente erosionable, poco permeable, y además cuenta con una topografía de pendientes fuertes. Con respecto a la eficiencia de drenaje de la cuenca, se puede concluir que la cuenca del río Sucio es una cuenca bien drenada</p>

Densidad de corrientes	de Corrientes/ Km <sup>2</sup>	22.10	La cuenca se encuentra muy ramificada, el valor nos indica que la cuenca es bien drenada.
Índice de Gravelius	Adimensional	1.70	Cuenca óvalo oblonga-rectangular oblonga, ya que la cuenca tiene tendencia al alargamiento no se concentran grandes volúmenes de agua, por lo tanto es menos susceptible a inundaciones.
Factor de forma	Adimensional	0.12	Es un valor inferior a la unidad, lo que indica que es una cuenca con tendencia al alargamiento, por lo tanto en ella no se concentran grandes volúmenes de agua y en consecuencia no se forman grandes crecidas.
Relación de circularidad	Adimensional	0.34	Es un valor alejado de la unidad lo que indica que la cuenca es alargada, a través de una cuenca alargada el recorrido del agua es más lento que en una cuenca de forma circular, lo que se traduce a un mayor tiempo de concentración, esto implica que la concentración de flujos

			de agua superficial se da con lentitud.
Relación de elongación	Adimensional	0.40	La cuenca tiende a poseer forma alargada, por ello, tiene menor susceptibilidad a generar crecidas. Este valor también indica que la cuenca posee un relieve pronunciado.
Rectángulo equivalente	Km	L1=10.76 L2=76.09	Posee igual coeficiente de compacidad, superficie y repartición hipsométrica que la cuenca, es de gran utilidad ya que estandariza el tamaño de la cuenca a efectos de compararla con otras.

# **CAPÍTULO III**

## **LA PRECIPITACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS DE PRECIPITACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO SUCIO**

### **3.0 INTRODUCCIÓN**

En los últimos años, en El Salvador se han producido episodios de lluvias intensas que van acompañados de inundaciones catastróficas en diferentes zonas del país. La probabilidad de que una lluvia dada produzca inundaciones no solo depende de la cantidad de lluvia caída, sino también del tamaño de la cuenca hidrográfica, de la orografía del terreno y del uso urbano de la zona.

Es por lo anterior, que se hace cada vez mayor la necesidad de analizar con más profundidad, la lluvia, en particular, que es la forma de precipitación que más afecta a nuestro país, provocando gran número de daños humanos y materiales.

En el presente capítulo analizaremos, la depresión tropical 12E, y determinaremos el caudal máximo que alcanzó esta tormenta. Un evento tropical que se desarrolló en el país durante diez días en octubre del 2011, causando inundaciones en diferentes puntos del país. La depresión tropical 12E, afectó con especial fuerza a El Salvador que concentra casi 55% de la población afectada, principalmente por daños en transporte y viviendas, además de pérdidas en agricultura, ganadería y pesca. Por ser un evento meteorológico reciente cuenta con mayor cantidad de registros de precipitación, razones por las cuales se escogió analizar este evento.

## **3.1 LA PRECIPITACIÓN**

### **3.1.1 GENERALIDADES**

La precipitación se define como toda forma de humedad que se origina en las nubes y llega hasta la superficie terrestre. La precipitación se puede dar en forma de lluvia, llovizna, nieve, granizo, etc. Se produce gracias al vapor de agua originado por la evaporación del agua de océanos, ríos, mares, plantas y diversos seres vivos. El vapor de agua se enfría, condensándose y tomando forma líquida. De esta manera se forman las nubes, que finalmente son los agentes que provocan las precipitaciones.

### **3.1.2 VARIACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN**

- Variación temporal: Las precipitaciones varían de acuerdo a ciertos ciclos temporales determinados por los movimientos de rotación y traslación terrestres y por la localización astronómica o geográfica del lugar de que se trate. Esos ciclos pueden ser: diarios, mensuales o estacionales o en ciclos anuales, en efecto, siempre hay meses en que las precipitaciones son mayores que en otros. Para evaluar correctamente las características objetivas del clima, las precipitaciones mensuales deben haber sido observadas por un período de por lo menos 20 a 30 años.

En nuestro país contamos con una época seca y una época lluviosa. La época seca o estiaje, que comprende desde noviembre hasta abril y la época lluviosa abarca de mayo a octubre.

- Variación espacial: La distribución espacial de la precipitación sobre los continentes es muy variada, donde las precipitaciones son extremadamente escasas y otras muy húmedas; la orografía del terreno influye fuertemente en las precipitaciones. Una elevación del terreno provoca muy frecuentemente un aumento local de las precipitaciones, al provocar la ascensión de las masas de aire saturadas de vapor de agua.

Los tres factores más importantes<sup>8</sup> que influyen en la precipitación promedio que recibe un determinado lugar son:

1. Latitud: Se puede decir que la precipitación es mayor cerca del ecuador y disminuye al aumentar la latitud.
2. Altitud: como el ascenso de las masas de aires es el factor más importantes de casi todos los tipos de precipitación, entonces la altitud juega un factor importante en la distribución de la lluvia.
3. Continentalidad: Siendo la fuente principal de humedad para la precipitación, la evaporación que ocurre en las grandes masas de agua, la precipitación tendera a ser mayor en las costas.

Los efectos de los tres factores anteriores, se engloban en las llamadas leyes de la pluviosidad<sup>9</sup>, estas son:

- Ley de variación con la altitud: las lluvias son mayores en la montaña que en la llanura. En la montaña, las precipitaciones serán más abundantes en las vertientes expuestas a los vientos (lado de barlovento), que en las opuestas (lado de sotavento).

---

<sup>8</sup> Campos Aranda. "Procesos del Ciclo Hidrológico". Segunda reimpresión. Universidad Autónoma San Luis Potosí. 1992. Pág. 4-1.

<sup>9</sup> Campos Aranda. "Procesos del Ciclo Hidrológico". 2ª. reimpresión. Universidad Autónoma San Luis Potosí. 1992. Pág. 4-2.

- Ley del alejamiento del mar: En dos puntos de igual altitud aproximadamente igual, las lluvias serán más abundantes en el que esté más cerca del mar, lo anterior debido a la desintegración que van sufriendo los sistemas nubosos a medida que avanzan tierra adentro.

### **3.1.3 CARACTERÍSTICAS DE LA PRECIPITACIÓN**

- Intensidad y duración: La intensidad de la precipitación es la cantidad de lluvia en función del tiempo. La duración de la precipitación que es el tiempo que transcurre desde el inicio del evento hasta su final, y puede variar entre unos pocos minutos a varios días. La intensidad y duración de la precipitación están, por lo general, inversamente relacionadas; es decir, las tormentas de intensidad altas probablemente serán de duración corta, y las tormentas de intensidad baja, pueden tener una duración larga.
- Intensidad y área: Sobre un área grande la precipitación suele ser menos intensa que sobre un área pequeña.
- Tamaño de gota e intensidad: Las tormentas de intensidad alta tienen un tamaño de gota más grande que las tormentas de intensidad baja.

### **3.1.4 CLASIFICACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN**

Según el mecanismo por el cual las masas de aire son obligadas a ascender se pueden clasificar las precipitaciones en los siguientes tipos: frontales, convectivas u orográficas.

- Precipitación frontal: Ocurre cuando dos masas de aire de distintas presiones, tales como la fría (más pesada) y la cálida (más liviana) chocan una con la otra.
- Precipitación convectiva: Se produce, generalmente, en regiones cálidas y húmedas cuando masas de aire cálidas, al ascender en altura se enfrían, generándose de esta manera la precipitación.
- Precipitación orográfica: Se genera durante el ascenso de una nube sobre un relieve como lo son las montañas y las cordilleras. Esto ocurre porque el vapor de agua se eleva demasiado y su temperatura baja lo suficiente como para precipitar en forma líquida.

### **3.1.5 PRECIPITACIÓN PLUVIAL**

Es un fenómeno atmosférico iniciado con la condensación del vapor de agua contenido en las nubes. La lluvia es una precipitación de agua en forma de gotas; cuando estas alcanzan un diámetro superior a los 0,5mm caen a la tierra por la gravedad a una velocidad superior a los 3m/seg.

### **3.1.6 CLASIFICACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL**

Con respecto a la cantidad de precipitación por hora (mm/h), la lluvia se clasifica en:

- Débiles: cuando su intensidad es menor o igual a 2 mm/h.
- Moderadas: mayor a 2 mm/h y menor o igual a 15 mm/h.
- Fuertes: mayor a 15 mm/h y menor o igual a 30 mm/h.
- Muy fuertes: mayor a 30 mm/h y menor o igual a 60 mm/h.

De acuerdo al tipo de lluvia, estas se pueden clasificar en:

- Lluvias orográficas o de relieve: son debidas a un obstáculo montañoso que obliga al aire a elevarse, este origina la condensación del vapor de agua y la formación de nubes en la vertiente montañoso expuesta al viento.
- Lluvias de convección: se produce cuando una masa de aire húmeda y recalentada por estar en contacto con una superficie caliente asciende. Al ascender se enfría y esto causa que alcance el punto de rocío originándose una precipitación.
- Lluvia ácida: es una forma de precipitación en la que el agua de lluvia lleva diluidos óxidos de azufre y de nitrógeno dando lugar a una grave forma de contaminación. Esta provocada por la emisión de gases a la atmósfera. Las consecuencias son problemas respiratorios en las personas y grandes daños en la vegetación, los cultivos y los suelos.
- Llovizna: Precipitación bastante uniforme que cae blandamente y está formada por gotas finas, muy numerosas, las cuales tienen un diámetro menor a 0.5mm.
- Chispear: es cuando llovizna débilmente, en especial lo hace de forma intermitente.

- Chubasco: Precipitación de gotas de agua que caen desde una nube del género cumulonimbos.<sup>10</sup> Se caracteriza por que empieza y termina repentinamente y por variaciones de intensidad muy bruscas.
- Tormenta: Precipitación en forma de chubasco, acompañada por vientos fuertes, que es provocada por una nube del género cumulonimbos.

### **3.2 MEDICIÓN DE LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL**

En la actualidad existe una gran variedad de instrumentos y técnicas para obtener información sobre la precipitación. Sin embargo, los aparatos que miden la cantidad e intensidad de la precipitación son los más importantes.

La precipitación se mide en milímetros (mm). Cada milímetro de agua que ha llovido es equivalente a un litro de agua por cada metro cuadrado de terreno. Todas las formas o clases de precipitación se miden como columna vertical de agua que se acumula sobre una superficie impermeable a nivel, si la precipitación permaneciera en el lugar donde cae. Los instrumentos más comúnmente empleados para medir la precipitación son los pluviómetros y los pluviógrafos.

- Pluviómetro: Un pluviómetro es un aparato que se utiliza para medir la cantidad de precipitación caída durante un cierto tiempo. La idea base de este dispositivo descansa en el hecho de que la lluvia se mide por la cantidad de milímetros que alcanzaría el agua en un suelo perfectamente horizontal, que no tuviera ningún tipo de filtración o pérdida. Se han

---

<sup>10</sup> Cumulonimbos: son nubes de gran desarrollo vertical, internamente formadas por una columna de aire cálido y húmedo que se eleva en forma de espiral rotatorio.

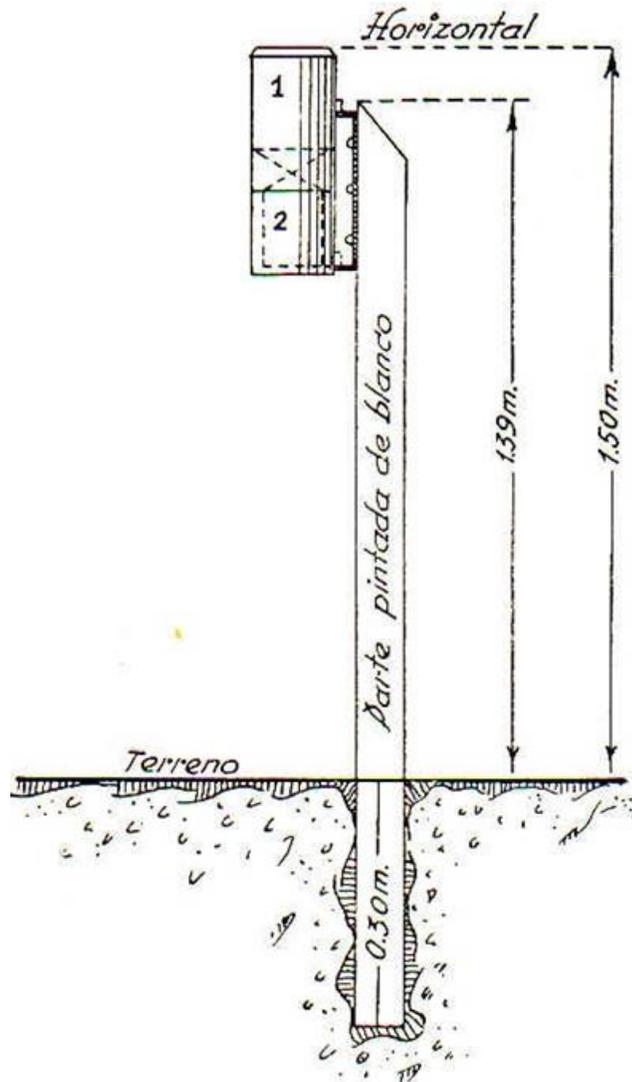
ideado infinidad de artilugios para este cometido, pero con el fin de hacer las medidas uniformes.

La medida de la precipitación, se realiza vertiendo el agua recogida en una probeta graduada, calculada exactamente respecto a la superficie calibrada de recepción del pluviómetro, con lo que mide exactamente y de forma directa, milímetros y décimas de milímetro de lluvia o lo que es lo mismo litros y décimas de litro por metro cuadrado.

Hay que tener en cuenta otros aspectos fundamentales sobre la instalación y uso del pluviómetro, entre los que destacaríamos los siguientes:

- Nunca debe colocarse uno cerca de tendederos, caídas de agua, murallas o bajo las ramas de un árbol.
- El soporte en el que se sitúa el citado dispositivo tiene que mantenerse en todo momento en posición vertical.
- Para mantenerlo siempre limpio hay que acometer una acción muy sencilla. Simplemente hay que usar agua potable y un poco de detergente suave.
- En actividades como la agricultura es fundamental el uso de los pluviómetros para conocer las lluvias que van a caer. Y es que estas son básicas para saber cuándo realizar determinadas plantaciones o cuando los cultivos pueden sufrir determinados daños.

Figura 3.1 Esquema de pluviómetro.



Fuente: GIS Ibérica.

Está formado por un tubo cilíndrico hueco (1), cuya boca tiene un área de 200 cm<sup>2</sup> y en su interior hay un embudo situado algo por debajo de la mitad del cilindro, que tiene como misión conducir a las gotas de agua a una vasija (2) que se encuentra en la parte de abajo. Para dificultar al máximo la evaporación de la precipitación recogida, este recipiente queda aislado del cilindro por una

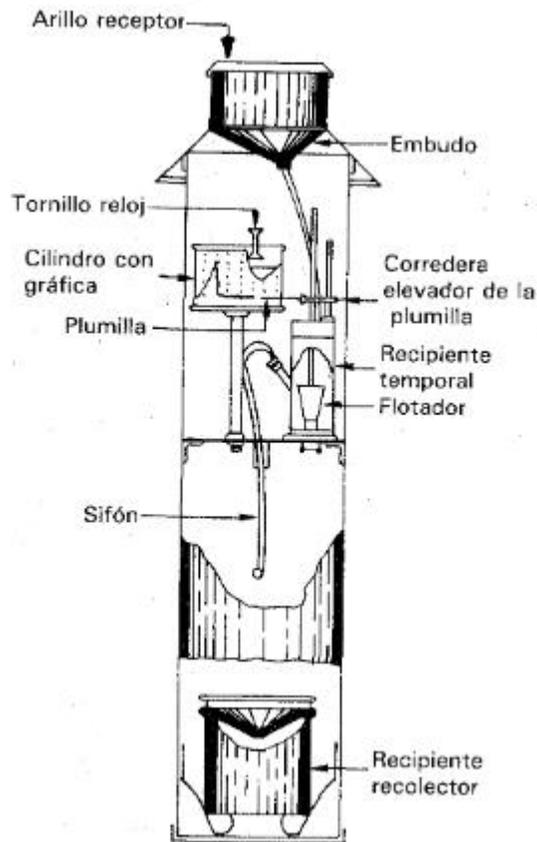
capa de aire intermedia y además, el cilindro va pintado de blanco en la cara exterior para absorber lo menos posible el calor. Finalmente la medida se lleva a cabo empleando una probeta graduada con milímetros y décimas de milímetro, que sólo sirve para medir la precipitación recogida con un pluviómetro de diámetro apropiado.

Debido a que la precipitación varía de un sitio a otro, se tiene la necesidad de contar con una red pluviométrica amplia y densa, para poder disponer de mediciones confiables y precisas.

- Pluviógrafo: El pluviógrafo, es el aparato que mide la cantidad de agua caída y el tiempo en que esta ha caído. Lo más importante de una precipitación no es sólo la cantidad de agua recogida sino el tiempo durante el cual ha caído. Así, el pluviógrafo sirve para realizar una grabación automática de la precipitación.

Los pluviógrafos poseen un mecanismo para producir un registro continuo de precipitación. Este mecanismo cuenta con un papel graduado y una plumilla, la cual marca las alturas de precipitación en el papel. El registro que se obtiene de un pluviógrafo se llama pluviograma. En la figura 3.2 se muestran las partes de las que se compone un pluviógrafo.

Figura 3.2 Esquema de pluviógrafo



Fuente: Aparicio Mijares, Francisco J. "Fundamentos de Hidrología de Superficie". 1a. Edición Editorial Limusa. 1992. Pág. 136.

El pluviógrafo de sifón, consta de un depósito cilíndrico, que recibe a través de un tubo de goma el agua de lluvia recogida por un embudo exterior de 200cm<sup>2</sup> de sección. Dentro del depósito se encuentra un flotador prolongado por un tallo vertical, que soporta directamente el brazo que lleva la plumilla inscriptora. A medida que el depósito se llena, el flotador va subiendo y la plumilla con él. Casi desde el fondo del depósito sale un tubo curvado en forma de sifón, en que la rama ascendente llega justo al nivel más alto que se quiere llegar, que se corresponde con una cantidad de lluvia de 10 mm. Cuando el agua del depósito llega a este nivel se vacía completamente, es decir que cuando el flotador ha

llegado hasta el extremo superior de su carrera, baja automáticamente hasta el fondo. Si entonces sigue lloviendo, vuelve a empezar de nuevo la subida.

Del pluviógrafo se puede obtener la siguiente información:

- A qué hora empieza y termina la lluvia.
- Cuánto tiempo dura la lluvia.
- La cantidad total de lluvia.
- Cuándo se da la mayor intensidad, la menor intensidad y la media del evento.
- Hietogramas, que indican la cantidad de la lluvia por intervalos de tiempo.

Es frecuente que el pluviómetro tenga alguna falla y por ello los registros resulten defectuosos, dependiendo del tipo de falla, a veces es posible recuperar los datos de un registro defectuoso. Tanto para comprobar si un pluviógrafo funciona correctamente, como para recuperar datos de un registro defectuoso, es útil apoyarse del registro pluviométrico.

- Estaciones hidrométricas de transmisión telemétrica vía satélite y en tiempo real.

Son estaciones del tipo automático que envía la información registrada cada cierto tiempo a un satélite y es recibida en el Centro de Pronóstico Hidrológico de la Dirección General del Observatorio Ambiental, a través de una antena.

Entre otros aparatos para medir la precipitación podemos mencionar:

- Radar meteorológico: Permite contar con un panorama instantáneo de las condiciones atmosféricas y de la precipitación en una zona muy amplia, determinados tipos de radares pueden proporcionar una evaluación de la intensidad de la lluvia en zonas dentro de su alcance

que varía de 40 a 200 km. según las características del haz de la antena, la potencia de salida y la sensibilidad del receptor del radar.

Las precipitaciones producen una atenuación de las señales del radar, efecto que aumenta con el tamaño de las gotas de lluvia y el empleo de radares de corta longitud de onda. El radar de onda larga no detecta lloviznas ni nevadas; la elección de la longitud de la onda depende tanto de las condiciones climáticas como de los propósitos de la medición.

- Observaciones mediante imágenes satélites: La Lluvia estimada por satélite permite disponer en tiempo real de datos, proporcionando información en regiones que son inaccesibles para otros sistemas de observación, tales como pluviómetros y radares. De estas observaciones se puede deducir información útil sobre la extensión y distribución temporal de la precipitación. La estimación de lluvia por satélite está sujeta a errores debido a problemas de instrumentación, naturaleza del sistema de medición, simplificaciones teóricas, relación no lineal entre la variable observada (temperatura) y la lluvia, etc. Estos errores introducen incertidumbre a los algoritmos; por lo que es necesario validar con mediciones de pluviómetros y/o radares en una amplia gama de condiciones meteorológicas y regímenes climáticos.

### **3.2.1 DETERMINACIÓN DE ESTACIONES PLUVIOGRÁFICAS Y PLUVIOMÉTRICAS DE LA CUENCA DEL RÍO SUCIO**

El primer paso a la hora de realizar un estudio hidrometeorológico es la selección de las estaciones pluviométricas a utilizar ya que la cantidad y calidad de sus datos intervienen directamente en la veracidad de los resultados del

estudio. Los criterios que usualmente se consideran a la hora de seleccionar dichas estaciones, son los siguientes:

- Registro diario de precipitaciones lo más completo posible.
- Extensión temporal mínima recomendada 10 años de registro.
- Estaciones con registro de precipitaciones en los períodos de tiempo considerados.

Los datos de precipitación son básicos en el desarrollo y la administración de recursos hídricos del país, así como para la operación de las obras hidráulicas. Además en la planeación de proyectos de abastecimiento de agua, es fundamental conocer la lluvia promedio anual que recibe su cuenca de captación. Otras características que son útiles como la variabilidad de la lluvia de mes a mes y a través de un período largo, son necesarios para el diseño hidrológico de los embalses.

La red pluviométrica y pluviográfica de un país no debe de ser subestimada, pues de su densidad depende la calidad de la información utilizada en los diversos estudios hidrológicos.

Con la ayuda de la Dirección General del Observatorio Ambiental (DGOA), del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, se obtuvieron datos de lluvias de las estaciones que se encuentran dentro y en las cercanías de la cuenca del río Sucio. En la figura 3.3 se muestra la ubicación de las estaciones.

El número de estaciones estuvo limitado por la cantidad de información disponible con que cuenta la Dirección General del Observatorio Ambiental, en su base de datos oficial. La tabla 3.1 muestra las coordenadas de la ubicación y

la elevación de las estaciones en las cercanías y dentro de la cuenca del río Sucio.

Figura 3.3: Ubicación de estaciones pluviométricas en las cercanías y dentro de la cuenca del río Sucio.



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Tabla 3.1: Ubicación con coordenadas de las estaciones pluviométricas.

CÓDIGO	NOMBRE DE ESTACIÓN	LONGITUD	LATITUD	ELEVACIÓN
L-04	San Andrés, Ciudad Arce, La Libertad.	89° 24' 24.0"	13° 48' 33.5"	463 m.s.n.m.
L-09	Comasagua Finca El Rosario, La Libertad	89° 21' 30.0"	13° 38' 15.6"	1033 m.s.n.m.
L-14	Hacienda Amaquilco, Huizúcar, La Libertad	89° 15' 5.9"	13° 35' 3.6"	631 m.s.n.m.
L-17	Beneficio El Paraíso, Jayaque, La Libertad	89° 26' 0.0"	13° 40' 21.5"	954 m.s.n.m.
L-27	Chiltiupán, La Libertad.	89° 28' 54.0"	13° 35' 45.6"	616 m.s.n.m.
L-29	Finca Los Cedros, Talnique, La Libertad.	89° 17' 57.2"	13° 40' 28.0"	931 m.s.n.m.
L-48	Procafé, La Libertad	89° 17' 18.0"	13° 41' 12.0"	975 m.s.n.m.

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

### 3.3 DESCRIPCIÓN DEL EVENTO METEOROLÓGICO A ANALIZAR

Para realizar el análisis de la comparación de los datos del CMORPH con datos pluviométricos, se seleccionará un evento meteorológico para la modelación en el HEC – HMS. El evento meteorológico seleccionado será la tormenta 12E, por ser un evento relativamente reciente del cual se tienen registros de lluvia.

#### 3.3.1 DEPRESIÓN TROPICAL 12E

La depresión tropical 12E fue catalogada por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, como “el evento más grande del que se tenga registro en el país”. La depresión tropical empezó el 9 de octubre del año 2011, formándose una baja presión al suroeste de Guatemala que favoreció el ingreso de humedad y las primeras lluvias en el territorio nacional. Ese sistema tomó fuerza y el miércoles 12 de octubre del referido año y se convirtió en la

Depresión Tropical 12E. Ese día tocó tierra y se debilitó, pero sus remanentes mantuvieron el clima inestable en los días siguientes.

Estas condiciones de temporal tuvieron una duración de 10 días y se concentraron especialmente en la zona costera y en la cadena volcánica del país. Como resultado, 262 municipios de nuestro país se vieron afectados en mayor o menor medida. Además se inundaron cerca de 2000 km<sup>2</sup> (prácticamente el 10%) del territorio nacional.

Un acontecimiento de este tipo no había sido registrado en los últimos 40 años, desde que se cuenta con una medición sistematizada en el país. Tampoco se habían alcanzado promedios de acumulación de agua de 747 mm (29.4 pulgadas). Con el huracán Mitch, el fenómeno más devastador hasta la fecha, se registraron 472 mm. (18.5 pulgadas). Asimismo merece mención especial el máximo acumulado de lluvia en un punto determinado. En la estación de Huizúcar, en La Libertad, se registraron 1513 mm. (60 pulgadas) durante la depresión tropical 12E.

La lluvia constante sobre el país ocasionó la saturación del suelo desde el valle central hasta el Litoral, contribuyendo al incremento de nivel y posterior desbordamiento de la mayoría de ríos y quebradas que drenan desde la cadena volcánica hacia la costa. Los departamentos afectados fueron Ahuachapán, Sonsonate, La Libertad, La Paz, San Vicente, Usulután y San Miguel. Hubo daños en viviendas, cultivos, ganadería e infraestructura vial, entre otros.

A continuación se presenta la lluvia acumulada del 10 al 20 de octubre de 2011.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Datos proporcionados por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador.

Tabla 3.2: Datos de precipitación acumulada del 10 al 20 de octubre de 2011, durante la depresión tropical 12E.

ESTACIÓN	(MM) DE LLUVIA ACUMULADO
L-04	.616.6
L-09	1132
L-14	989.9
L-17	1211.8
L-27	1255.7
L-29	840
L-48	623.8

Fuente: Información proporcionada por el MARN.

De las estaciones solamente la estación L-48 es una estación telemétrica, es decir, que registra la lluvia precipitada a lapsos de tiempo más cortos. La estación Procafé recoge los datos cada 10 minutos.

### 3.4 HIETOGRAMA

Un hietograma es básicamente un diagrama de barras que representa la distribución temporal de la intensidad de una precipitación a lo largo de la duración de la tormenta. En el eje de las ordenadas puede figurar la precipitación caída (mm), o bien la intensidad de la precipitación (mm/hr), mientras que en el eje de las abscisas se indica los intervalos de tiempo.

No es suficiente conocer la precipitación de la tormenta en un tiempo determinado, también se necesita conocer el comportamiento de esta a lo largo de ese tiempo, es por ello que es necesario poder distribuir a lo largo del tiempo

de duración de la precipitación y sus diferentes intensidades. Generalmente se representa como un gráfico de barras o como un gráfico de línea, aunque el gráfico de línea es usado por lo general para representar hietogramas anuales.

A veces un hietograma se refiere a un día o una tormenta concreta, y en el eje de las abscisas se coloca las horas de duración de la tormenta, pero también se pueden representar períodos de tiempo más largos como meses o años.

Para la elaboración, si se trata de un hietograma mensual o anual, bastará con representar los datos de precipitación diarios. Si se trata de un hietograma de un día o unas horas de duración, se necesitarán registros pluviográficos, que permitan leer la precipitación de caída a intervalos de tiempo elegidos.

Para la elaboración de los hietogramas, se seleccionará un evento meteorológico.

### **3.4.1 ELABORACIÓN DE HIETOGRAMAS**

Para la elaboración de hietogramas se tomará como referencia la estación Procafé L-48. Debido a que esta estación es telemétrica, y los datos de precipitación se registran a cada 10 minutos. Se ha tomado la decisión que para la elaboración de todos los hietogramas se tomará como intervalo de tiempo el rango de 3 horas, ya que es el mismo rango en que se encuentra la información del CMORPH y eso facilitará el análisis y la comparación de los datos.

Tabla 3.3: Datos de precipitación de la Estación Procafé.

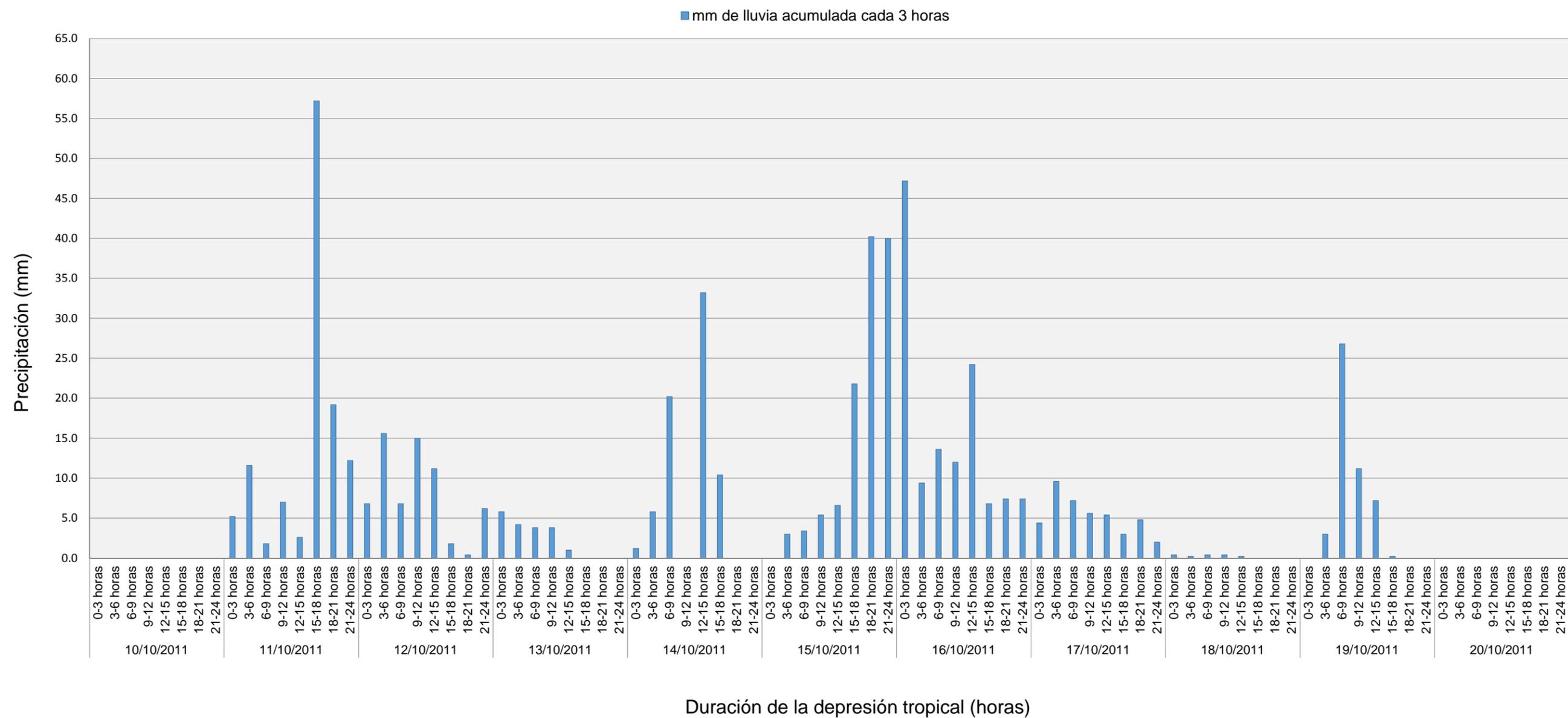
<b>FECHA</b>	<b>DURACIÓN</b>	<b>LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)</b>
10/10/2011	0-3 horas	0.0
10/10/2011	3-6 horas	0.0
10/10/2011	6-9 horas	0.0
10/10/2011	9-12 horas	0.0
10/10/2011	12-15 horas	0.0
10/10/2011	15-18 horas	0.0
10/10/2011	18-21 horas	0.0
10/10/2011	21-24 horas	0.0
11/10/2011	0-3 horas	5.2
11/10/2011	3-6 horas	11.6
11/10/2011	6-9 horas	1.8
11/10/2011	9-12 horas	7.0
11/10/2011	12-15 horas	2.6
11/10/2011	15-18 horas	57.2
11/10/2011	18-21 horas	19.2
11/10/2011	21-24 horas	12.2
12/10/2011	0-3 horas	6.8
12/10/2011	3-6 horas	15.6
12/10/2011	6-9 horas	6.8
12/10/2011	9-12 horas	15.0
12/10/2011	12-15 horas	11.2
12/10/2011	15-18 horas	1.8
12/10/2011	18-21 horas	0.4
12/10/2011	21-24 horas	6.2
13/10/2011	0-3 horas	5.8
13/10/2011	3-6 horas	4.2
13/10/2011	6-9 horas	3.8
13/10/2011	9-12 horas	3.8
13/10/2011	12-15 horas	1.0
13/10/2011	15-18 horas	0.0
13/10/2011	18-21 horas	0.0
13/10/2011	21-24 horas	0.0
14/10/2011	0-3 horas	1.2
14/10/2011	3-6 horas	5.8
14/10/2011	6-9 horas	20.2
14/10/2011	9-12 horas	0.0
14/10/2011	12-15 horas	33.2
14/10/2011	15-18 horas	10.4
14/10/2011	18-21 horas	0.0
14/10/2011	21-24 horas	0.0
15/10/2011	0-3 horas	0.0
15/10/2011	3-6 horas	3.0
15/10/2011	6-9 horas	3.4
15/10/2011	9-12 horas	5.4
15/10/2011	12-15 horas	6.6
15/10/2011	15-18 horas	21.8
15/10/2011	18-21 horas	40.2

15/10/2011	21-24 horas	40.0
16/10/2011	0-3 horas	47.2
16/10/2011	3-6 horas	9.4
16/10/2011	6-9 horas	13.6
16/10/2011	9-12 horas	12.0
16/10/2011	12-15 horas	24.2
16/10/2011	15-18 horas	6.8
16/10/2011	18-21 horas	7.4
16/10/2011	21-24 horas	7.4
17/10/2011	0-3 horas	4.4
17/10/2011	3-6 horas	9.6
17/10/2011	6-9 horas	7.2
17/10/2011	9-12 horas	5.6
17/10/2011	12-15 horas	5.4
17/10/2011	15-18 horas	3.0
17/10/2011	18-21 horas	4.8
17/10/2011	21-24 horas	2.0
18/10/2011	0-3 horas	0.4
18/10/2011	3-6 horas	0.2
18/10/2011	6-9 horas	0.4
18/10/2011	9-12 horas	0.4
18/10/2011	12-15 horas	0.2
18/10/2011	15-18 horas	0.0
18/10/2011	18-21 horas	0.0
18/10/2011	21-24 horas	0.0
19/10/2011	0-3 horas	0.0
19/10/2011	3-6 horas	3.0
19/10/2011	6-9 horas	26.8
19/10/2011	9-12 horas	11.2
19/10/2011	12-15 horas	7.2
19/10/2011	15-18 horas	0.2
19/10/2011	18-21 horas	0.0
19/10/2011	21-24 horas	0.0
20/10/2011	0-3 horas	0.0
20/10/2011	3-6 horas	0.0
20/10/2011	6-9 horas	0.0
20/10/2011	9-12 horas	0.0
20/10/2011	12-15 horas	0.0
20/10/2011	15-18 horas	0.0
20/10/2011	18-21 horas	0.0
20/10/2011	21-24 horas	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Los datos acumulados de precipitación se graficarán para poder obtener el hietograma de la depresión tropical 12E.

Figura 3.4 Hietograma de la depresión tropical 12-E  
Estación L-48 Procafé



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis

Para obtener los hietogramas de las demás estaciones, se calculó el porcentaje de lluvia caída para cada intervalo de la estación Procafé, respecto al total de la precipitación caída de los días del 10 al 20 de octubre del año 2011. Estos porcentajes de precipitación se multiplicarán por las láminas de lluvia obtenidas en las demás estaciones, y de esta manera se obtendrán los demás hietogramas.

Tabla 3.4 Porcentaje de lluvia para cada intervalo de tiempo de la estación Procafé.

FECHA	DURACIÓN	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)	PORCENTAJE DE LLUVIA EN INTERVALO DE 3 HORAS
10/10/2011	0-3 horas	0.0	0.0%
10/10/2011	3-6 horas	0.0	0.0%
10/10/2011	6-9 horas	0.0	0.0%
10/10/2011	9-12 horas	0.0	0.0%
10/10/2011	12-15 horas	0.0	0.0%
10/10/2011	15-18 horas	0.0	0.0%
10/10/2011	18-21 horas	0.0	0.0%
10/10/2011	21-24 horas	0.0	0.0%
11/10/2011	0-3 horas	5.2	4.5%
11/10/2011	3-6 horas	11.6	9.9%
11/10/2011	6-9 horas	1.8	1.5%
11/10/2011	9-12 horas	7.0	6.0%
11/10/2011	12-15 horas	2.6	2.2%
11/10/2011	15-18 horas	57.2	49.0%
11/10/2011	18-21 horas	19.2	16.4%
11/10/2011	21-24 horas	12.2	10.4%
12/10/2011	0-3 horas	6.8	10.7%
12/10/2011	3-6 horas	15.6	24.5%
12/10/2011	6-9 horas	6.8	10.7%
12/10/2011	9-12 horas	15.0	23.5%
12/10/2011	12-15 horas	11.2	17.6%
12/10/2011	15-18 horas	1.8	2.8%
12/10/2011	18-21 horas	0.4	0.6%
12/10/2011	21-24 horas	6.2	9.7%
13/10/2011	0-3 horas	5.8	31.2%
13/10/2011	3-6 horas	4.2	22.6%
13/10/2011	6-9 horas	3.8	20.4%
13/10/2011	9-12 horas	3.8	20.4%
13/10/2011	12-15 horas	1.0	5.4%
13/10/2011	15-18 horas	0.0	0.0%
13/10/2011	18-21 horas	0.0	0.0%
13/10/2011	21-24 horas	0.0	0.0%
14/10/2011	0-3 horas	1.2	1.7%
14/10/2011	3-6 horas	5.8	8.2%
14/10/2011	6-9 horas	20.2	28.5%
14/10/2011	9-12 horas	0.0	0.0%
14/10/2011	12-15 horas	33.2	46.9%
14/10/2011	15-18 horas	10.4	14.7%

14/10/2011	18-21 horas	0.0	0.0%
14/10/2011	21-24 horas	0.0	0.0%
15/10/2011	0-3 horas	0.0	0.0%
15/10/2011	3-6 horas	3.0	2.5%
15/10/2011	6-9 horas	3.4	2.8%
15/10/2011	9-12 horas	5.4	4.5%
15/10/2011	12-15 horas	6.6	5.5%
15/10/2011	15-18 horas	21.8	18.1%
15/10/2011	18-21 horas	40.2	33.4%
15/10/2011	21-24 horas	40.0	33.2%
16/10/2011	0-3 horas	47.2	36.9%
16/10/2011	3-6 horas	9.4	7.3%
16/10/2011	6-9 horas	13.6	10.6%
16/10/2011	9-12 horas	12.0	9.4%
16/10/2011	12-15 horas	24.2	18.9%
16/10/2011	15-18 horas	6.8	5.3%
16/10/2011	18-21 horas	7.4	5.8%
16/10/2011	21-24 horas	7.4	5.8%
17/10/2011	0-3 horas	4.4	10.5%
17/10/2011	3-6 horas	9.6	22.9%
17/10/2011	6-9 horas	7.2	17.1%
17/10/2011	9-12 horas	5.6	13.3%
17/10/2011	12-15 horas	5.4	12.9%
17/10/2011	15-18 horas	3.0	7.1%
17/10/2011	18-21 horas	4.8	11.4%
17/10/2011	21-24 horas	2.0	4.8%
18/10/2011	0-3 horas	0.4	25.0%
18/10/2011	3-6 horas	0.2	12.5%
18/10/2011	6-9 horas	0.4	25.0%
18/10/2011	9-12 horas	0.4	25.0%
18/10/2011	12-15 horas	0.2	12.5%
18/10/2011	15-18 horas	0.0	12.5%
18/10/2011	18-21 horas	0.0	0.0%
18/10/2011	21-24 horas	0.0	0.0%
19/10/2011	0-3 horas	0.0	0.0%
19/10/2011	3-6 horas	3.0	6.2%
19/10/2011	6-9 horas	26.8	55.4%
19/10/2011	9-12 horas	11.2	23.1%
19/10/2011	12-15 horas	7.2	14.9%
19/10/2011	15-18 horas	0.2	0.4%
19/10/2011	18-21 horas	0.0	0.0%
19/10/2011	21-24 horas	0.0	0.0%
20/10/2011	0-3 horas	0.0	0.0%
20/10/2011	3-6 horas	0.0	0.0%
20/10/2011	6-9 horas	0.0	0.0%
20/10/2011	9-12 horas	0.0	0.0%
20/10/2011	12-15 horas	0.0	0.0%
20/10/2011	15-18 horas	0.0	0.0%
20/10/2011	18-21 horas	0.0	0.0%
20/10/2011	21-24 horas	0.0	0.00%

Fuente Elaborado por Grupo de Tesis.

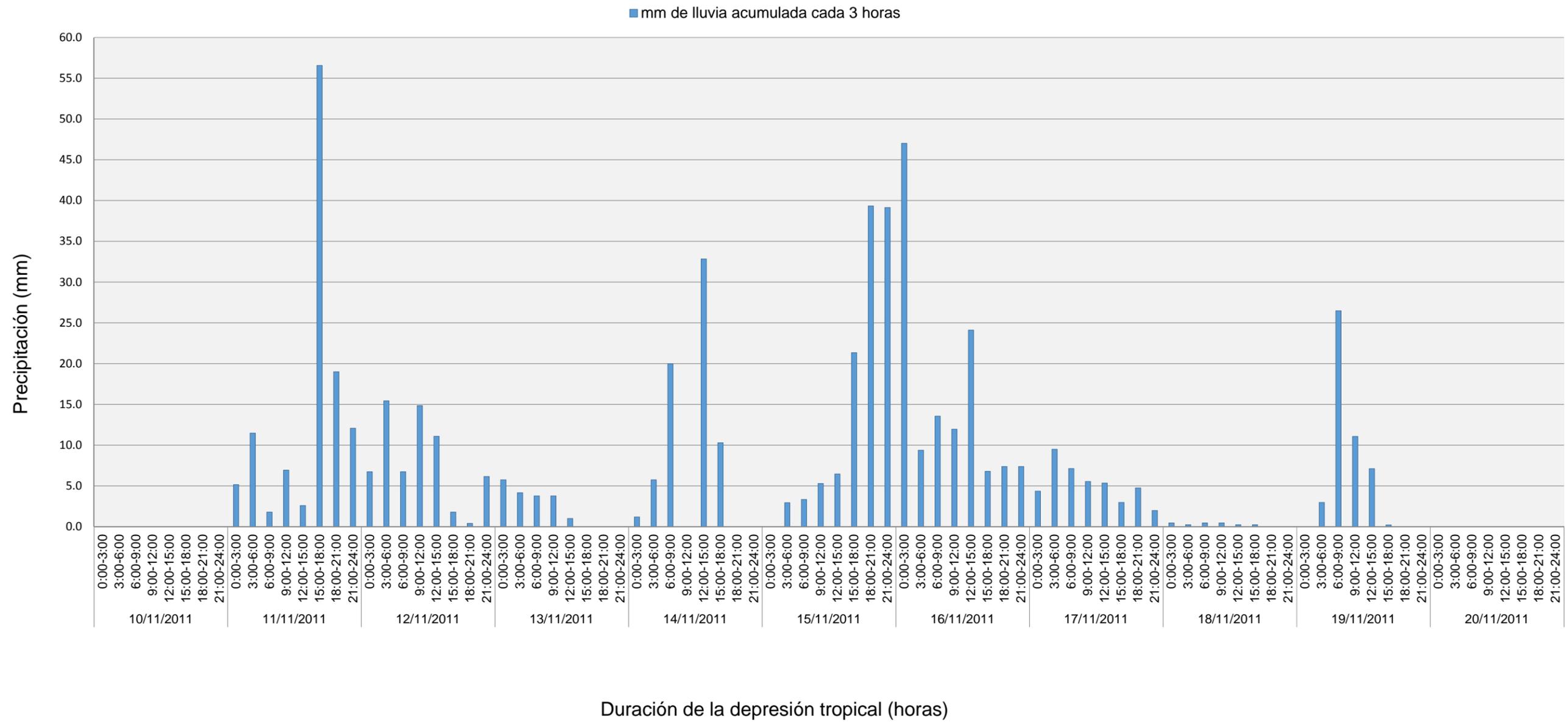
Tabla 3.5 Datos de precipitación estación L-04 San Andrés, Ciudad Arce.

<b>FECHA</b>	<b>DURACIÓN</b>	<b>LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)</b>
10/10/2011	0:00-3:00	0.0
10/10/2011	3:00-6:00	0.0
10/10/2011	6:00-9:00	0.0
10/10/2011	9:00-12:00	0.0
10/10/2011	12:00-15:00	0.0
10/10/2011	15:00-18:00	0.0
10/10/2011	18:00-21:00	0.0
10/10/2011	21:00-24:00	0.0
11/10/2011	0:00-3:00	5.1
11/10/2011	3:00-6:00	11.5
11/10/2011	6:00-9:00	1.8
11/10/2011	9:00-12:00	6.9
11/10/2011	12:00-15:00	2.6
11/10/2011	15:00-18:00	56.6
11/10/2011	18:00-21:00	19.0
11/10/2011	21:00-24:00	12.1
12/10/2011	0:00-3:00	6.7
12/10/2011	3:00-6:00	15.4
12/10/2011	6:00-9:00	6.7
12/10/2011	9:00-12:00	14.8
12/10/2011	12:00-15:00	11.1
12/10/2011	15:00-18:00	1.8
12/10/2011	18:00-21:00	0.4
12/10/2011	21:00-24:00	6.1
13/10/2011	0:00-3:00	5.7
13/10/2011	3:00-6:00	4.2
13/10/2011	6:00-9:00	3.8
13/10/2011	9:00-12:00	3.8
13/10/2011	12:00-15:00	1.0
13/10/2011	15:00-18:00	0.0
13/10/2011	18:00-21:00	0.0
13/10/2011	21:00-24:00	0.0
14/10/2011	0:00-3:00	1.2
14/10/2011	3:00-6:00	5.7
14/10/2011	6:00-9:00	20.0
14/10/2011	9:00-12:00	0.0
14/10/2011	12:00-15:00	32.8
14/10/2011	15:00-18:00	10.3
14/10/2011	18:00-21:00	0.0
14/10/2011	21:00-24:00	0.0
15/10/2011	0:00-3:00	0.0
15/10/2011	3:00-6:00	2.9
15/10/2011	6:00-9:00	3.3
15/10/2011	9:00-12:00	5.3
15/10/2011	12:00-15:00	6.5
15/10/2011	15:00-18:00	21.3
15/10/2011	18:00-21:00	39.3

15/10/2011	21:00-24:00	39.1
16/10/2011	0:00-3:00	47.0
16/10/2011	3:00-6:00	9.4
16/10/2011	6:00-9:00	13.5
16/10/2011	9:00-12:00	12.0
16/10/2011	12:00-15:00	24.1
16/10/2011	15:00-18:00	6.8
16/10/2011	18:00-21:00	7.4
16/10/2011	21:00-24:00	7.4
17/10/2011	0:00-3:00	4.3
17/10/2011	3:00-6:00	9.5
17/10/2011	6:00-9:00	7.1
17/10/2011	9:00-12:00	5.5
17/10/2011	12:00-15:00	5.3
17/10/2011	15:00-18:00	3.0
17/10/2011	18:00-21:00	4.7
17/10/2011	21:00-24:00	2.0
18/10/2011	0:00-3:00	0.5
18/10/2011	3:00-6:00	0.2
18/10/2011	6:00-9:00	0.5
18/10/2011	9:00-12:00	0.5
18/10/2011	12:00-15:00	0.2
18/10/2011	15:00-18:00	0.2
18/10/2011	18:00-21:00	0.0
18/10/2011	21:00-24:00	0.0
19/10/2011	0:00-3:00	0.0
19/10/2011	3:00-6:00	3.0
19/10/2011	6:00-9:00	26.5
19/10/2011	9:00-12:00	11.1
19/10/2011	12:00-15:00	7.1
19/10/2011	15:00-18:00	0.2
19/10/2011	18:00-21:00	0.0
19/10/2011	21:00-24:00	0.0
20/10/2011	0:00-3:00	0.0
20/10/2011	3:00-6:00	0.0
20/10/2011	6:00-9:00	0.0
20/10/2011	9:00-12:00	0.0
20/10/2011	12:00-15:00	0.0
20/10/2011	15:00-18:00	0.0
20/10/2011	18:00-21:00	0.0
20/10/2011	21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Figura 3.5 Hietograma de la depresión tropical 12-E  
Estación L-04 San Andrés, Ciudad Arce



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis

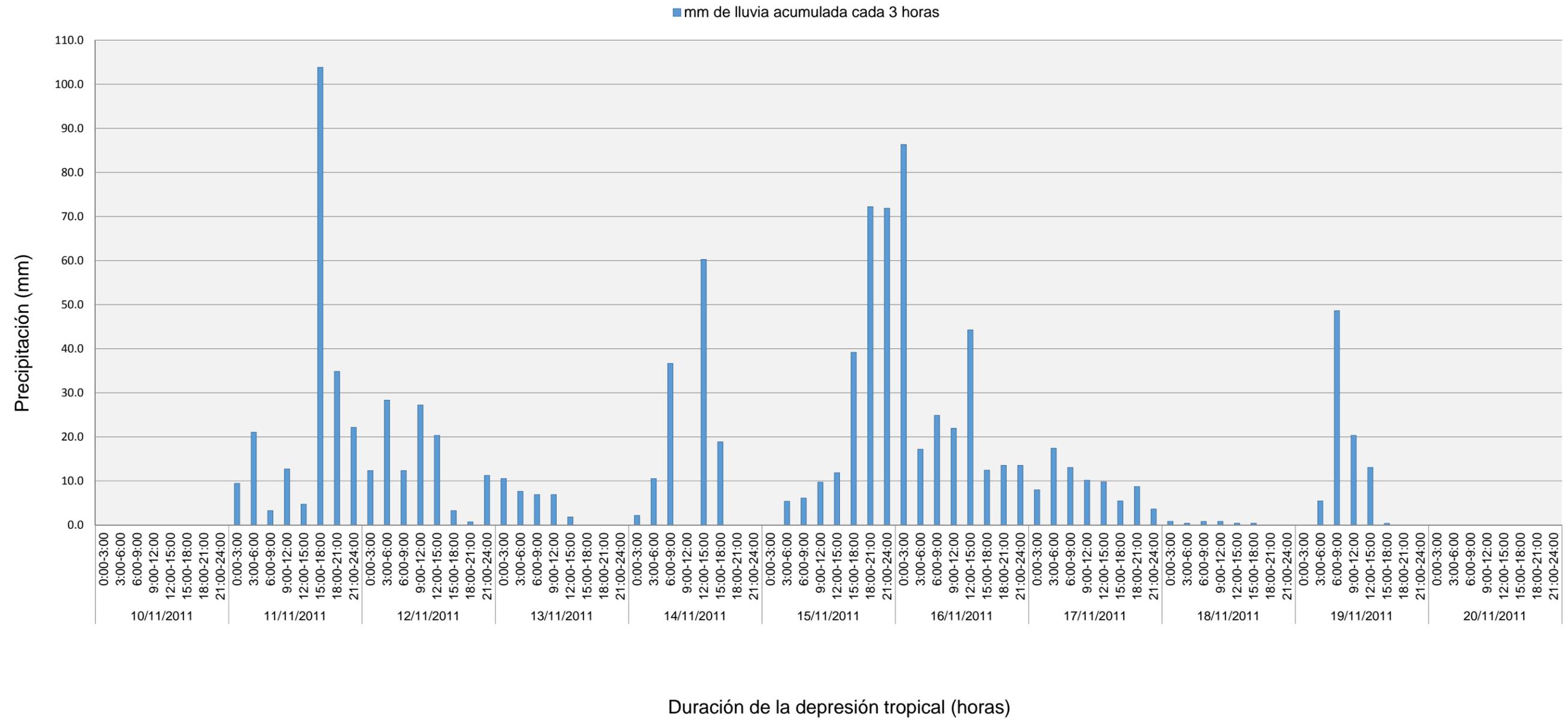
Tabla 3.6 Datos de precipitación estación L-09 Finca el Rosario, Comasagua.

<b>FECHA</b>	<b>DURACIÓN</b>	<b>LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)</b>
10/10/2011	0:00-3:00	0.0
10/10/2011	3:00-6:00	0.0
10/10/2011	6:00-9:00	0.0
10/10/2011	9:00-12:00	0.0
10/10/2011	12:00-15:00	0.0
10/10/2011	15:00-18:00	0.0
10/10/2011	18:00-21:00	0.0
10/10/2011	21:00-24:00	0.0
11/10/2011	0:00-3:00	9.4
11/10/2011	3:00-6:00	21.1
11/10/2011	6:00-9:00	3.3
11/10/2011	9:00-12:00	12.7
11/10/2011	12:00-15:00	4.7
11/10/2011	15:00-18:00	103.8
11/10/2011	18:00-21:00	34.8
11/10/2011	21:00-24:00	22.1
12/10/2011	0:00-3:00	12.3
12/10/2011	3:00-6:00	28.3
12/10/2011	6:00-9:00	12.3
12/10/2011	9:00-12:00	27.2
12/10/2011	12:00-15:00	20.3
12/10/2011	15:00-18:00	3.3
12/10/2011	18:00-21:00	0.7
12/10/2011	21:00-24:00	11.3
13/10/2011	0:00-3:00	10.5
13/10/2011	3:00-6:00	7.6
13/10/2011	6:00-9:00	6.9
13/10/2011	9:00-12:00	6.9
13/10/2011	12:00-15:00	1.8
13/10/2011	15:00-18:00	0.0
13/10/2011	18:00-21:00	0.0
13/10/2011	21:00-24:00	0.0
14/10/2011	0:00-3:00	2.2
14/10/2011	3:00-6:00	10.5
14/10/2011	6:00-9:00	36.7
14/10/2011	9:00-12:00	0.0
14/10/2011	12:00-15:00	60.3
14/10/2011	15:00-18:00	18.9
14/10/2011	18:00-21:00	0.0
14/10/2011	21:00-24:00	0.0
15/10/2011	0:00-3:00	0.0
15/10/2011	3:00-6:00	5.4
15/10/2011	6:00-9:00	6.1
15/10/2011	9:00-12:00	9.7
15/10/2011	12:00-15:00	11.9
15/10/2011	15:00-18:00	39.2
15/10/2011	18:00-21:00	72.2

15/10/2011	21:00-24:00	71.9
16/10/2011	0:00-3:00	86.3
16/10/2011	3:00-6:00	17.2
16/10/2011	6:00-9:00	24.9
16/10/2011	9:00-12:00	21.9
16/10/2011	12:00-15:00	44.3
16/10/2011	15:00-18:00	12.4
16/10/2011	18:00-21:00	13.5
16/10/2011	21:00-24:00	13.5
17/10/2011	0:00-3:00	8.0
17/10/2011	3:00-6:00	17.4
17/10/2011	6:00-9:00	13.1
17/10/2011	9:00-12:00	10.2
17/10/2011	12:00-15:00	9.8
17/10/2011	15:00-18:00	5.4
17/10/2011	18:00-21:00	8.7
17/10/2011	21:00-24:00	3.6
18/10/2011	0:00-3:00	0.8
18/10/2011	3:00-6:00	0.4
18/10/2011	6:00-9:00	0.8
18/10/2011	9:00-12:00	0.8
18/10/2011	12:00-15:00	0.4
18/10/2011	15:00-18:00	0.4
18/10/2011	18:00-21:00	0.0
18/10/2011	21:00-24:00	0.0
19/10/2011	0:00-3:00	0.0
19/10/2011	3:00-6:00	5.4
19/10/2011	6:00-9:00	48.6
19/10/2011	9:00-12:00	20.3
19/10/2011	12:00-15:00	13.1
19/10/2011	15:00-18:00	0.4
19/10/2011	18:00-21:00	0.0
19/10/2011	21:00-24:00	0.0
20/10/2011	0:00-3:00	0.0
20/10/2011	3:00-6:00	0.0
20/10/2011	6:00-9:00	0.0
20/10/2011	9:00-12:00	0.0
20/10/2011	12:00-15:00	0.0
20/10/2011	15:00-18:00	0.0
20/10/2011	18:00-21:00	0.0
20/10/2011	21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Figura 3.6 Hietograma de la depresión tropical 12-E  
Estación L-09 Finca el Rosario, Comasagua



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis

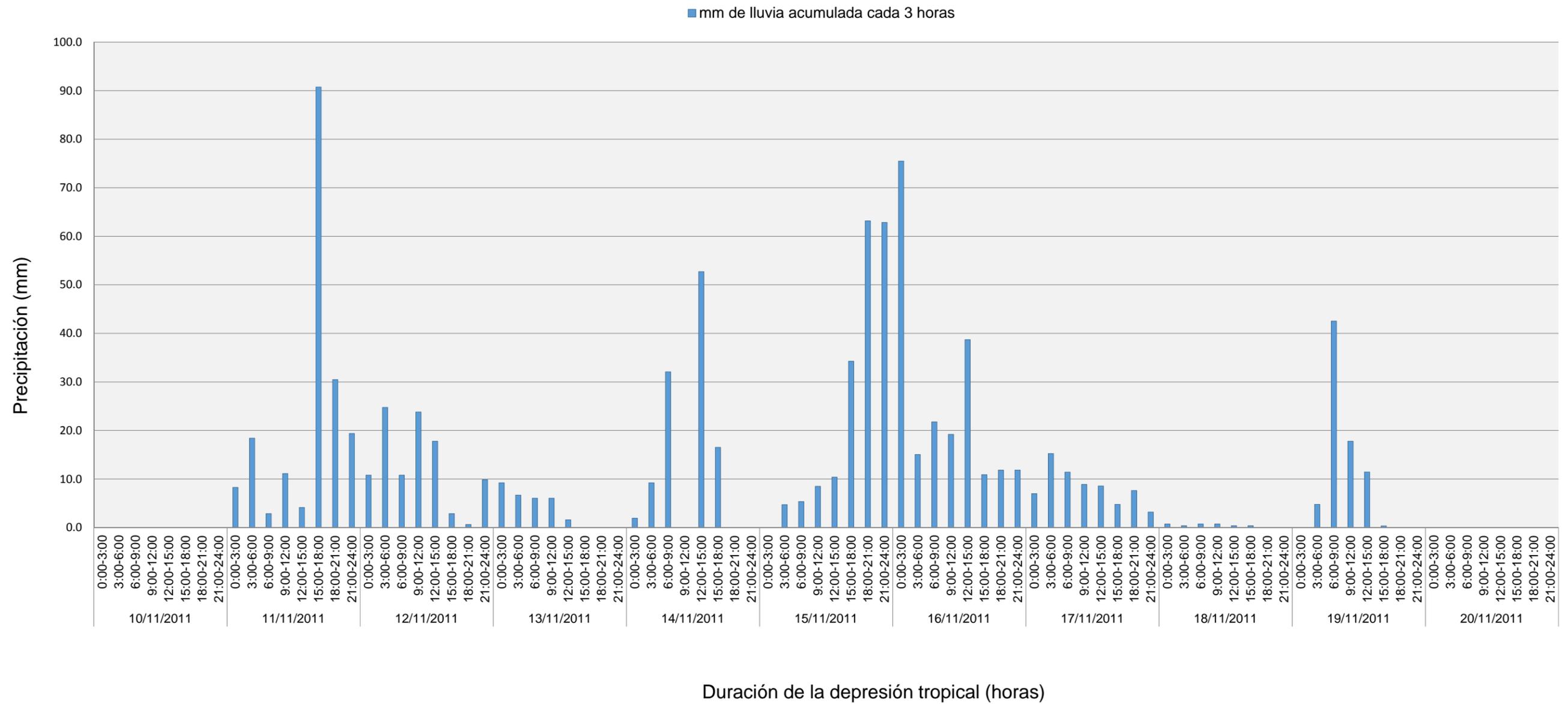
Tabla 3.7 Datos de precipitación estación L-14 Hacienda Amaquilco.

FECHA	DURACIÓN	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)
10/10/2011	0:00-3:00	0.0
10/10/2011	3:00-6:00	0.0
10/10/2011	6:00-9:00	0.0
10/10/2011	9:00-12:00	0.0
10/10/2011	12:00-15:00	0.0
10/10/2011	15:00-18:00	0.0
10/10/2011	18:00-21:00	0.0
10/10/2011	21:00-24:00	0.0
11/10/2011	0:00-3:00	8.2
11/10/2011	3:00-6:00	18.4
11/10/2011	6:00-9:00	2.9
11/10/2011	9:00-12:00	11.1
11/10/2011	12:00-15:00	4.1
11/10/2011	15:00-18:00	90.7
11/10/2011	18:00-21:00	30.5
11/10/2011	21:00-24:00	19.4
12/10/2011	0:00-3:00	10.8
12/10/2011	3:00-6:00	24.7
12/10/2011	6:00-9:00	10.8
12/10/2011	9:00-12:00	23.8
12/10/2011	12:00-15:00	17.8
12/10/2011	15:00-18:00	2.9
12/10/2011	18:00-21:00	0.6
12/10/2011	21:00-24:00	9.8
13/10/2011	0:00-3:00	9.2
13/10/2011	3:00-6:00	6.7
13/10/2011	6:00-9:00	6.0
13/10/2011	9:00-12:00	6.0
13/10/2011	12:00-15:00	1.6
13/10/2011	15:00-18:00	0.0
13/10/2011	18:00-21:00	0.0
13/10/2011	21:00-24:00	0.0
14/10/2011	0:00-3:00	1.9
14/10/2011	3:00-6:00	9.2
14/10/2011	6:00-9:00	32.1
14/10/2011	9:00-12:00	0.0
14/10/2011	12:00-15:00	52.7
14/10/2011	15:00-18:00	16.5
14/10/2011	18:00-21:00	0.0
14/10/2011	21:00-24:00	0.0
15/10/2011	0:00-3:00	0.0
15/10/2011	3:00-6:00	4.7
15/10/2011	6:00-9:00	5.3
15/10/2011	9:00-12:00	8.5
15/10/2011	12:00-15:00	10.4
15/10/2011	15:00-18:00	34.3
15/10/2011	18:00-21:00	63.2

15/10/2011	21:00-24:00	62.9
16/10/2011	0:00-3:00	75.5
16/10/2011	3:00-6:00	15.0
16/10/2011	6:00-9:00	21.7
16/10/2011	9:00-12:00	19.2
16/10/2011	12:00-15:00	38.7
16/10/2011	15:00-18:00	10.9
16/10/2011	18:00-21:00	11.8
16/10/2011	21:00-24:00	11.8
17/10/2011	0:00-3:00	7.0
17/10/2011	3:00-6:00	15.2
17/10/2011	6:00-9:00	11.4
17/10/2011	9:00-12:00	8.9
17/10/2011	12:00-15:00	8.6
17/10/2011	15:00-18:00	4.8
17/10/2011	18:00-21:00	7.6
17/10/2011	21:00-24:00	3.2
18/10/2011	0:00-3:00	0.7
18/10/2011	3:00-6:00	0.4
18/10/2011	6:00-9:00	0.7
18/10/2011	9:00-12:00	0.7
18/10/2011	12:00-15:00	0.4
18/10/2011	15:00-18:00	0.4
18/10/2011	18:00-21:00	0.0
18/10/2011	21:00-24:00	0.0
19/10/2011	0:00-3:00	0.0
19/10/2011	3:00-6:00	4.8
19/10/2011	6:00-9:00	42.5
19/10/2011	9:00-12:00	17.8
19/10/2011	12:00-15:00	11.4
19/10/2011	15:00-18:00	0.3
19/10/2011	18:00-21:00	0.0
19/10/2011	21:00-24:00	0.0
20/10/2011	0:00-3:00	0.0
20/10/2011	3:00-6:00	0.0
20/10/2011	6:00-9:00	0.0
20/10/2011	9:00-12:00	0.0
20/10/2011	12:00-15:00	0.0
20/10/2011	15:00-18:00	0.0
20/10/2011	18:00-21:00	0.0
20/10/2011	21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Figura 3.7 Hietograma de la depresión tropical 12-E  
Estación L-14 Hacienda Amalquico



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis

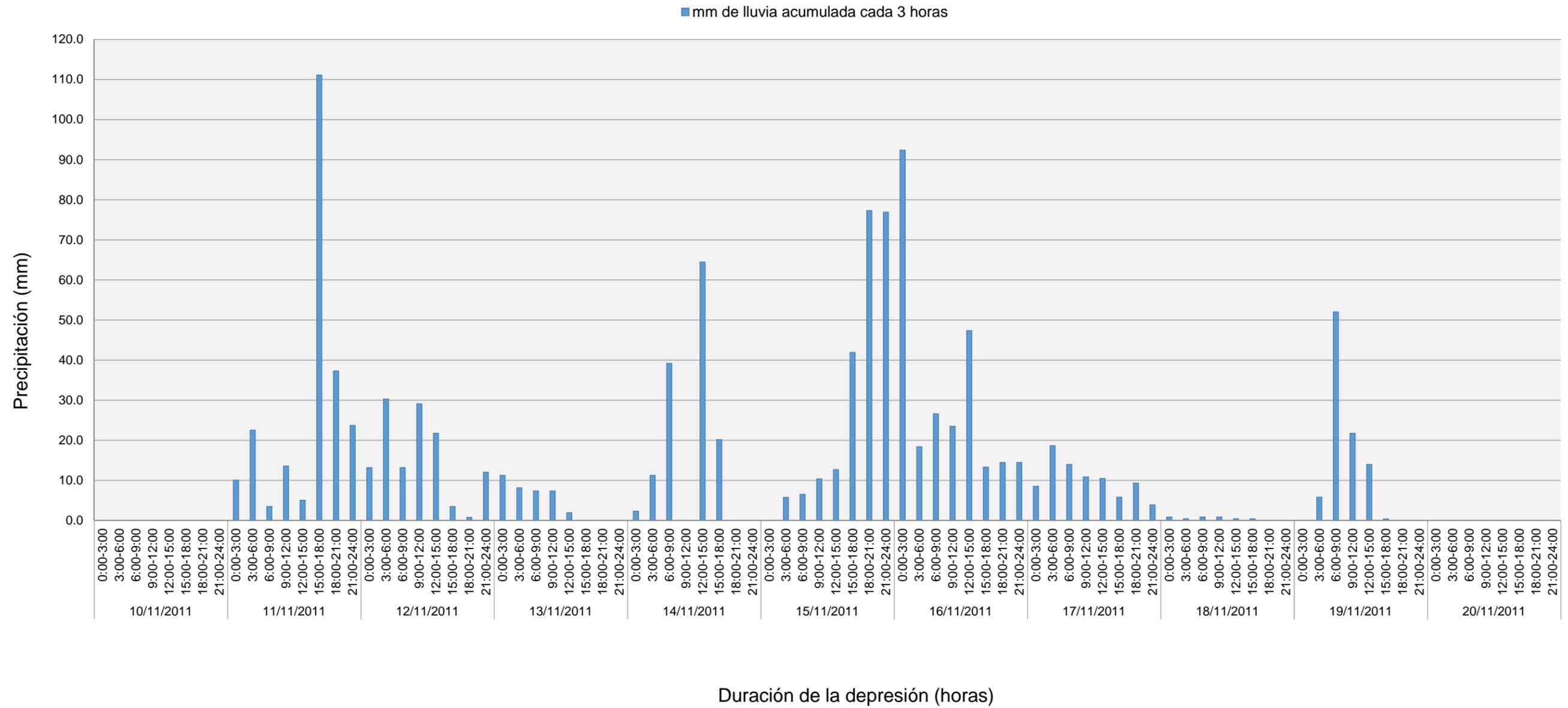
Tabla 3.8 Datos de precipitación estación L-17 Beneficio El Paraíso, Jayaque.

<b>FECHA</b>	<b>DURACIÓN</b>	<b>LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)</b>
10/10/2011	0:00-3:00	0.0
10/10/2011	3:00-6:00	0.0
10/10/2011	6:00-9:00	0.0
10/10/2011	9:00-12:00	0.0
10/10/2011	12:00-15:00	0.0
10/10/2011	15:00-18:00	0.0
10/10/2011	18:00-21:00	0.0
10/10/2011	21:00-24:00	0.0
11/10/2011	0:00-3:00	10.1
11/10/2011	3:00-6:00	22.5
11/10/2011	6:00-9:00	3.5
11/10/2011	9:00-12:00	13.6
11/10/2011	12:00-15:00	5.1
11/10/2011	15:00-18:00	111.1
11/10/2011	18:00-21:00	37.3
11/10/2011	21:00-24:00	23.7
12/10/2011	0:00-3:00	13.2
12/10/2011	3:00-6:00	30.3
12/10/2011	6:00-9:00	13.2
12/10/2011	9:00-12:00	29.1
12/10/2011	12:00-15:00	21.8
12/10/2011	15:00-18:00	3.5
12/10/2011	18:00-21:00	0.8
12/10/2011	21:00-24:00	12.0
13/10/2011	0:00-3:00	11.3
13/10/2011	3:00-6:00	8.2
13/10/2011	6:00-9:00	7.4
13/10/2011	9:00-12:00	7.4
13/10/2011	12:00-15:00	1.9
13/10/2011	15:00-18:00	0.0
13/10/2011	18:00-21:00	0.0
13/10/2011	21:00-24:00	0.0
14/10/2011	0:00-3:00	2.3
14/10/2011	3:00-6:00	11.3
14/10/2011	6:00-9:00	39.2
14/10/2011	9:00-12:00	0.0
14/10/2011	12:00-15:00	64.5
14/10/2011	15:00-18:00	20.2
14/10/2011	18:00-21:00	0.0
14/10/2011	21:00-24:00	0.0
15/10/2011	0:00-3:00	0.0
15/10/2011	3:00-6:00	5.8
15/10/2011	6:00-9:00	6.5
15/10/2011	9:00-12:00	10.4
15/10/2011	12:00-15:00	12.7
15/10/2011	15:00-18:00	41.9
15/10/2011	18:00-21:00	77.3

15/10/2011	21:00-24:00	76.9
16/10/2011	0:00-3:00	92.4
16/10/2011	3:00-6:00	18.4
16/10/2011	6:00-9:00	26.6
16/10/2011	9:00-12:00	23.5
16/10/2011	12:00-15:00	47.4
16/10/2011	15:00-18:00	13.3
16/10/2011	18:00-21:00	14.5
16/10/2011	21:00-24:00	14.5
17/10/2011	0:00-3:00	8.5
17/10/2011	3:00-6:00	18.7
17/10/2011	6:00-9:00	14.0
17/10/2011	9:00-12:00	10.9
17/10/2011	12:00-15:00	10.5
17/10/2011	15:00-18:00	5.8
17/10/2011	18:00-21:00	9.3
17/10/2011	21:00-24:00	3.9
18/10/2011	0:00-3:00	0.9
18/10/2011	3:00-6:00	0.4
18/10/2011	6:00-9:00	0.9
18/10/2011	9:00-12:00	0.9
18/10/2011	12:00-15:00	0.4
18/10/2011	15:00-18:00	0.4
18/10/2011	18:00-21:00	0.0
18/10/2011	21:00-24:00	0.0
19/10/2011	0:00-3:00	0.0
19/10/2011	3:00-6:00	5.8
19/10/2011	6:00-9:00	52.0
19/10/2011	9:00-12:00	21.8
19/10/2011	12:00-15:00	14.0
19/10/2011	15:00-18:00	0.4
19/10/2011	18:00-21:00	0.0
19/10/2011	21:00-24:00	0.0
20/10/2011	0:00-3:00	0.0
20/10/2011	3:00-6:00	0.0
20/10/2011	6:00-9:00	0.0
20/10/2011	9:00-12:00	0.0
20/10/2011	12:00-15:00	0.0
20/10/2011	15:00-18:00	0.0
20/10/2011	18:00-21:00	0.0
20/10/2011	21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Figura 3.8 Hietograma de la depresión tropical 12-E  
Estación L-17 Beneficio el Paraíso, Jayaque



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis

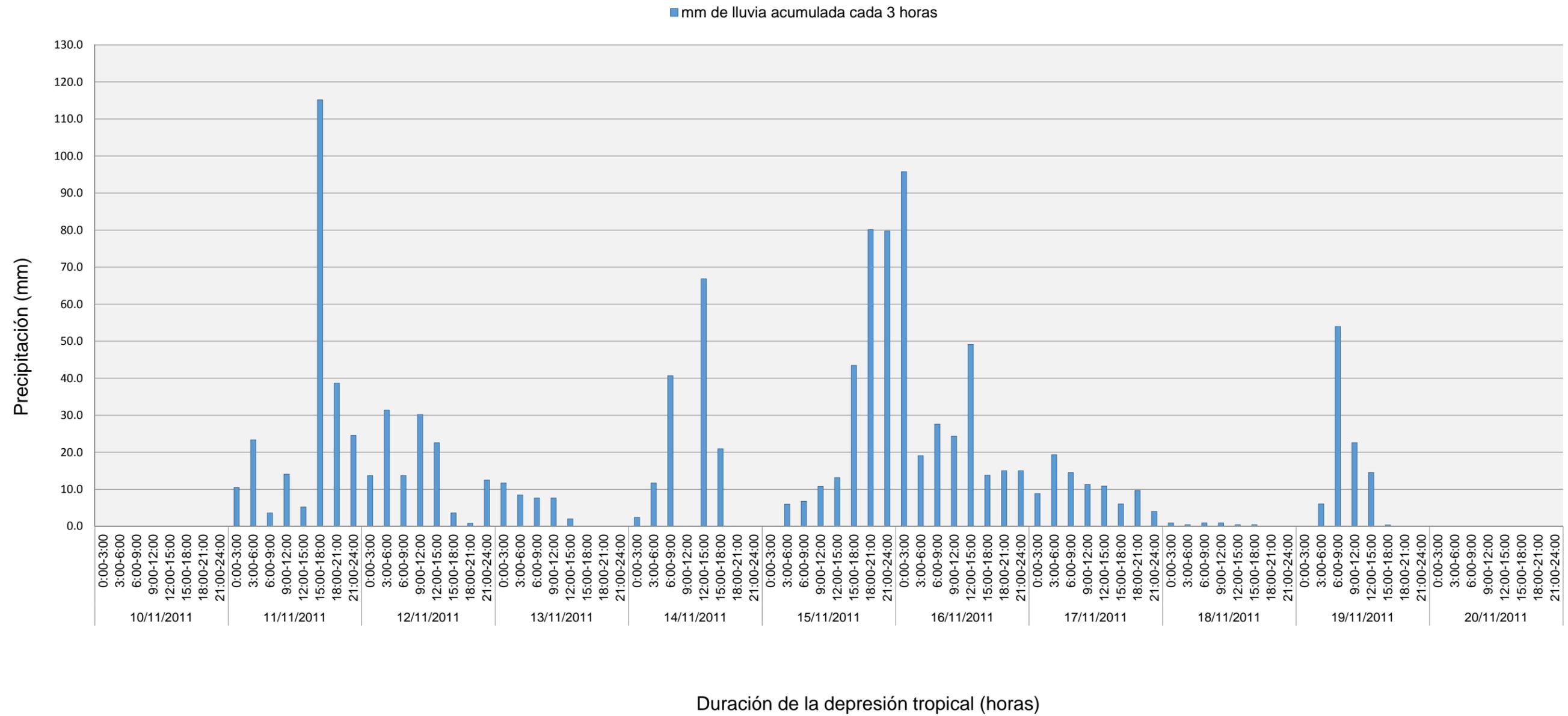
Tabla 3.9 Datos de precipitación estación L-27 Chiltiupán.

FECHA	DURACIÓN	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)
10/10/2011	0:00-3:00	0.0
10/10/2011	3:00-6:00	0.0
10/10/2011	6:00-9:00	0.0
10/10/2011	9:00-12:00	0.0
10/10/2011	12:00-15:00	0.0
10/10/2011	15:00-18:00	0.0
10/10/2011	18:00-21:00	0.0
10/10/2011	21:00-24:00	0.0
11/10/2011	0:00-3:00	10.5
11/10/2011	3:00-6:00	23.4
11/10/2011	6:00-9:00	3.6
11/10/2011	9:00-12:00	14.1
11/10/2011	12:00-15:00	5.2
11/10/2011	15:00-18:00	115.1
11/10/2011	18:00-21:00	38.6
11/10/2011	21:00-24:00	24.6
12/10/2011	0:00-3:00	13.7
12/10/2011	3:00-6:00	31.4
12/10/2011	6:00-9:00	13.7
12/10/2011	9:00-12:00	30.2
12/10/2011	12:00-15:00	22.5
12/10/2011	15:00-18:00	3.6
12/10/2011	18:00-21:00	0.8
12/10/2011	21:00-24:00	12.5
13/10/2011	0:00-3:00	11.7
13/10/2011	3:00-6:00	8.5
13/10/2011	6:00-9:00	7.6
13/10/2011	9:00-12:00	7.6
13/10/2011	12:00-15:00	2.0
13/10/2011	15:00-18:00	0.0
13/10/2011	18:00-21:00	0.0
13/10/2011	21:00-24:00	0.0
14/10/2011	0:00-3:00	2.4
14/10/2011	3:00-6:00	11.7
14/10/2011	6:00-9:00	40.7
14/10/2011	9:00-12:00	0.0
14/10/2011	12:00-15:00	66.8
14/10/2011	15:00-18:00	20.9
14/10/2011	18:00-21:00	0.0
14/10/2011	21:00-24:00	0.0
15/10/2011	0:00-3:00	0.0
15/10/2011	3:00-6:00	6.0
15/10/2011	6:00-9:00	6.8
15/10/2011	9:00-12:00	10.8
15/10/2011	12:00-15:00	13.2
15/10/2011	15:00-18:00	43.4
15/10/2011	18:00-21:00	80.1

15/10/2011	21:00-24:00	79.7
16/10/2011	0:00-3:00	95.8
16/10/2011	3:00-6:00	19.1
16/10/2011	6:00-9:00	27.6
16/10/2011	9:00-12:00	24.3
16/10/2011	12:00-15:00	49.1
16/10/2011	15:00-18:00	13.8
16/10/2011	18:00-21:00	15.0
16/10/2011	21:00-24:00	15.0
17/10/2011	0:00-3:00	8.9
17/10/2011	3:00-6:00	19.3
17/10/2011	6:00-9:00	14.5
17/10/2011	9:00-12:00	11.3
17/10/2011	12:00-15:00	10.9
17/10/2011	15:00-18:00	6.0
17/10/2011	18:00-21:00	9.7
17/10/2011	21:00-24:00	4.0
18/10/2011	0:00-3:00	0.9
18/10/2011	3:00-6:00	0.5
18/10/2011	6:00-9:00	0.9
18/10/2011	9:00-12:00	0.9
18/10/2011	12:00-15:00	0.5
18/10/2011	15:00-18:00	0.5
18/10/2011	18:00-21:00	0.0
18/10/2011	21:00-24:00	0.0
19/10/2011	0:00-3:00	0.0
19/10/2011	3:00-6:00	6.0
19/10/2011	6:00-9:00	53.9
19/10/2011	9:00-12:00	22.5
19/10/2011	12:00-15:00	14.5
19/10/2011	15:00-18:00	0.4
19/10/2011	18:00-21:00	0.0
19/10/2011	21:00-24:00	0.0
20/10/2011	0:00-3:00	0.0
20/10/2011	3:00-6:00	0.0
20/10/2011	6:00-9:00	0.0
20/10/2011	9:00-12:00	0.0
20/10/2011	12:00-15:00	0.0
20/10/2011	15:00-18:00	0.0
20/10/2011	18:00-21:00	0.0
20/10/2011	21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Figura 3.9 Hietograma de la depresión tropical 12-E  
Estación L-27, Chiltiupán



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis

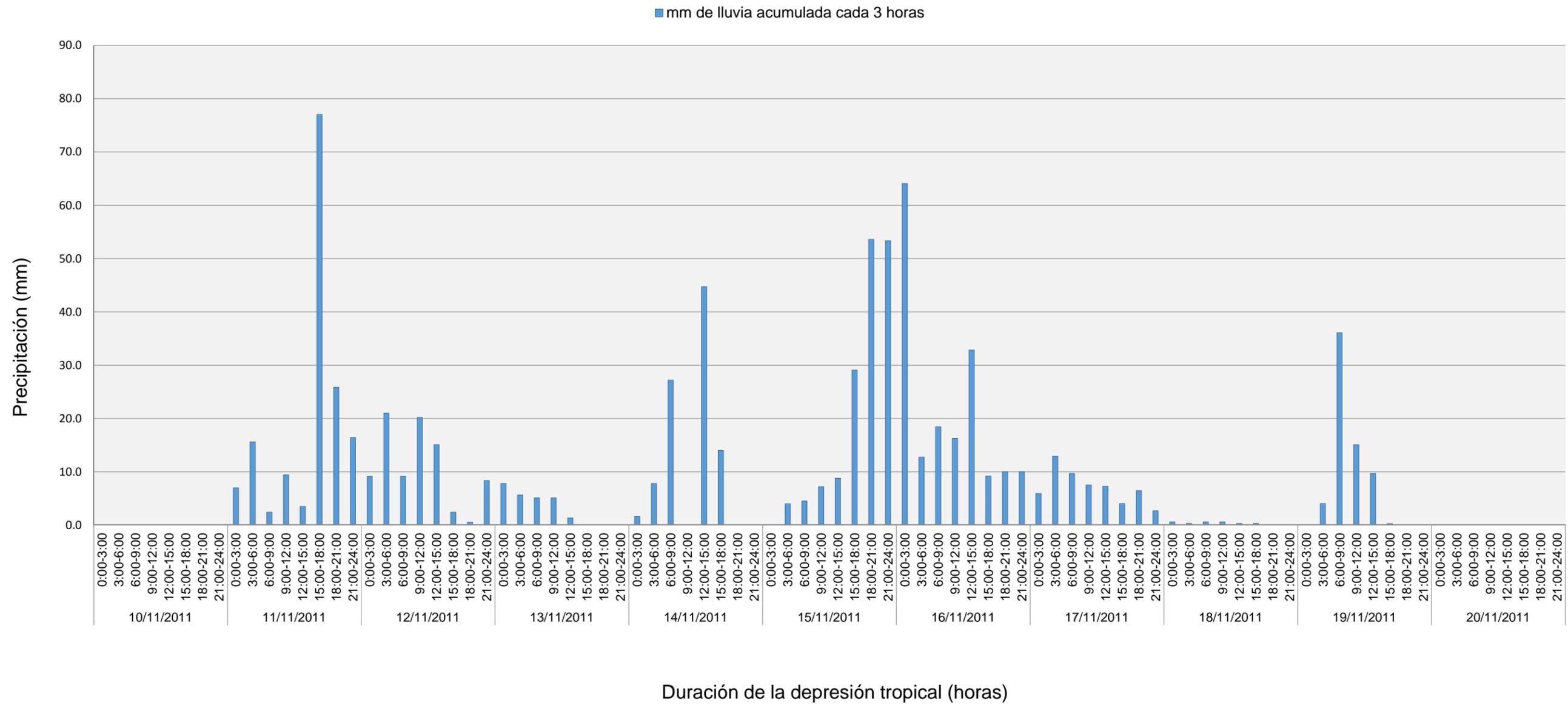
Tabla 3.10 Datos de precipitación estación L-29 Finca Los Cedros, Talnique.

<b>FECHA</b>	<b>DURACIÓN</b>	<b>LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)</b>
10/10/2011	0:00-3:00	0.0
10/10/2011	3:00-6:00	0.0
10/10/2011	6:00-9:00	0.0
10/10/2011	9:00-12:00	0.0
10/10/2011	12:00-15:00	0.0
10/10/2011	15:00-18:00	0.0
10/10/2011	18:00-21:00	0.0
10/10/2011	21:00-24:00	0.0
11/10/2011	0:00-3:00	7.0
11/10/2011	3:00-6:00	15.6
11/10/2011	6:00-9:00	2.4
11/10/2011	9:00-12:00	9.4
11/10/2011	12:00-15:00	3.5
11/10/2011	15:00-18:00	77.0
11/10/2011	18:00-21:00	25.9
11/10/2011	21:00-24:00	16.4
12/10/2011	0:00-3:00	9.2
12/10/2011	3:00-6:00	21.0
12/10/2011	6:00-9:00	9.2
12/10/2011	9:00-12:00	20.2
12/10/2011	12:00-15:00	15.1
12/10/2011	15:00-18:00	2.4
12/10/2011	18:00-21:00	0.5
12/10/2011	21:00-24:00	8.3
13/10/2011	0:00-3:00	7.8
13/10/2011	3:00-6:00	5.7
13/10/2011	6:00-9:00	5.1
13/10/2011	9:00-12:00	5.1
13/10/2011	12:00-15:00	1.3
13/10/2011	15:00-18:00	0.0
13/10/2011	18:00-21:00	0.0
13/10/2011	21:00-24:00	0.0
14/10/2011	0:00-3:00	1.6
14/10/2011	3:00-6:00	7.8
14/10/2011	6:00-9:00	27.2
14/10/2011	9:00-12:00	0.0
14/10/2011	12:00-15:00	44.7
14/10/2011	15:00-18:00	14.0
14/10/2011	18:00-21:00	0.0
14/10/2011	21:00-24:00	0.0
15/10/2011	0:00-3:00	0.0
15/10/2011	3:00-6:00	4.0
15/10/2011	6:00-9:00	4.5
15/10/2011	9:00-12:00	7.2
15/10/2011	12:00-15:00	8.8
15/10/2011	15:00-18:00	29.1
15/10/2011	18:00-21:00	53.6

15/10/2011	21:00-24:00	53.3
16/10/2011	0:00-3:00	64.1
16/10/2011	3:00-6:00	12.8
16/10/2011	6:00-9:00	18.5
16/10/2011	9:00-12:00	16.3
16/10/2011	12:00-15:00	32.8
16/10/2011	15:00-18:00	9.2
16/10/2011	18:00-21:00	10.0
16/10/2011	21:00-24:00	10.0
17/10/2011	0:00-3:00	5.9
17/10/2011	3:00-6:00	12.9
17/10/2011	6:00-9:00	9.7
17/10/2011	9:00-12:00	7.5
17/10/2011	12:00-15:00	7.3
17/10/2011	15:00-18:00	4.0
17/10/2011	18:00-21:00	6.5
17/10/2011	21:00-24:00	2.7
18/10/2011	0:00-3:00	0.6
18/10/2011	3:00-6:00	0.3
18/10/2011	6:00-9:00	0.6
18/10/2011	9:00-12:00	0.6
18/10/2011	12:00-15:00	0.3
18/10/2011	15:00-18:00	0.3
18/10/2011	18:00-21:00	0.0
18/10/2011	21:00-24:00	0.0
19/10/2011	0:00-3:00	0.0
19/10/2011	3:00-6:00	4.0
19/10/2011	6:00-9:00	36.1
19/10/2011	9:00-12:00	15.1
19/10/2011	12:00-15:00	9.7
19/10/2011	15:00-18:00	0.3
19/10/2011	18:00-21:00	0.0
19/10/2011	21:00-24:00	0.0
20/10/2011	0:00-3:00	0.0
20/10/2011	3:00-6:00	0.0
20/10/2011	6:00-9:00	0.0
20/10/2011	9:00-12:00	0.0
20/10/2011	12:00-15:00	0.0
20/10/2011	15:00-18:00	0.0
20/10/2011	18:00-21:00	0.0
20/10/2011	21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Figura 3.10 Hietograma de la depresión tropical 12-E  
Estación L-29 Finca los Cedros Talnique



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis

### **3.5 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA LLUVIA**

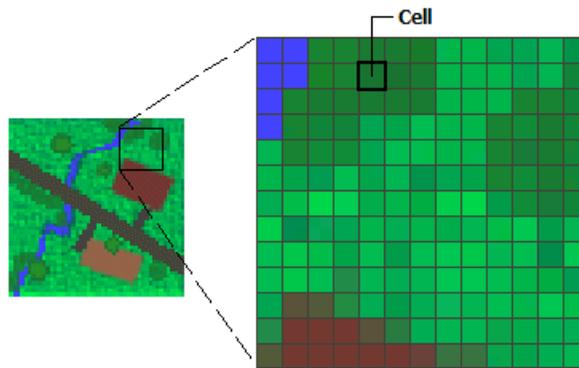
Debido a que CMORPH es una herramienta que presenta sus resultados de precipitación de manera gráfica, se elaborará un mapa de distribución espacial de lluvia a partir de las 7 estaciones ubicadas dentro y en las cercanías del río Sucio.

El Análisis espacial es el proceso de manipular información espacial para extraer información nueva y significativa a partir de los datos originales. Usualmente el análisis espacial es realizado con un Sistema de Información Geográfica (SIG). Un SIG usualmente proporciona herramientas de análisis espacial para calcular estadísticas de los rasgos y realizar actividades de geo procesamiento como la interpolación de datos.

La interpolación espacial es el proceso de utilizar puntos con valores conocidos para estimar valores desconocidos en otros puntos. La interpolación espacial puede estimar las temperaturas en lugares que no tienen ese dato utilizando lecturas de temperatura conocida en estaciones meteorológicas cercanas. A este tipo de superficie interpolada con frecuencia se le llama una superficie estadística. Con la interpolación estadística es posible crear superficies continuas de variables climáticas como la precipitación y el clima y otros datos como elevación y densidad de población.

En un SIG, la interpolación de esos puntos puede ser aplicada para crear una superficie ráster con estimaciones realizadas para todas las celdas del ráster. Un ráster consta de una matriz de celdas (o píxeles) organizadas en filas y columnas (o una cuadrícula) en la que cada celda contiene un valor que representa información, como la temperatura, para esta investigación los ráster contendrán valores de precipitación en las celdas.

Figura 3.11 Ráster con valores de precipitación



Fuente: Página web de ayuda de ArcGIS<sup>12</sup>

Con el fin de generar un mapa continuo de valores de precipitaciones a partir de puntos que representan estaciones pluviométricas, se debe utilizar un método de interpolación adecuado para estimar de manera óptima los valores en aquellas ubicaciones en donde no se encuentran estaciones pluviométricas. Los resultados del análisis de interpolación pueden entonces ser utilizados para análisis que cubran el área completa y para el modelado hidrológico.

### 3.5.1 SPLINE

Spline es una herramienta cuyo procedimiento de interpolación es más adecuado para eventos de precipitación pluvial ya que crea una superficie de respuesta que corresponde con las características del terreno. La herramienta utiliza un método de interpolación que estima valores usando una función

---

<sup>12</sup> <http://resources.arcgis.com/es/help/>

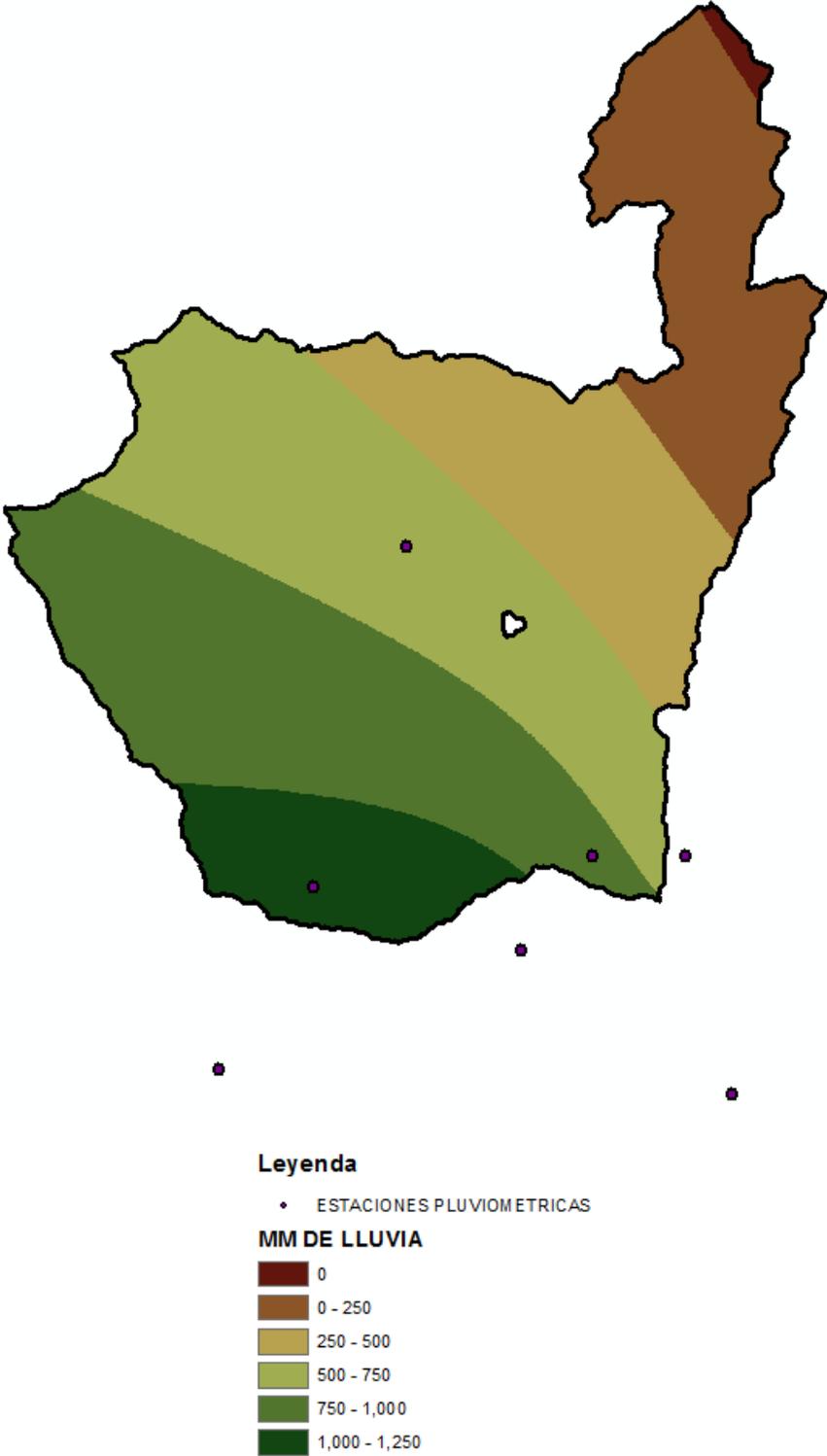
matemática que minimiza la curvatura general de la superficie, lo que resulta en una superficie suave que pasa exactamente por los puntos de entrada.

La cantidad de puntos identifica el número de puntos que se utilizan en el cálculo de cada celda interpolada. Cuantos más puntos de entrada especifique, mayor será la influencia de los puntos distantes sobre cada celda y más suave será la superficie de salida. Cuanto más grande sea la cantidad de puntos, más tiempo llevará procesar el ráster de salida.

La ventaja fundamental del método de Spline respecto a los basados en medias ponderadas es que, con estos últimos, los valores interpolados nunca pueden ser ni mayores ni menores que los valores de los puntos utilizados para interpolar. Una desventaja que tiene es que es sensible a desestabilizarse cuando puntos cercanos presentan valores poco similares.

La imagen 3.12 muestra el mapa de distribución espacial de precipitación en la cuenca del río Sucio elaborado con ArcGIS.

Figura 3.12 Mapa de distribución espacial de precipitación cuenca del río Sucio.



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

A partir de las 7 estaciones observadas en la figura 3.12, se generó el mapa de precipitaciones donde cada celda del mapa posee un valor de lluvia. Los valores oscilan entre 0 y 1250 mm. de lluvia.

### **3.6 CAUDAL DE SALIDA DE LA CUENCA DEL RÍO SUCIO**

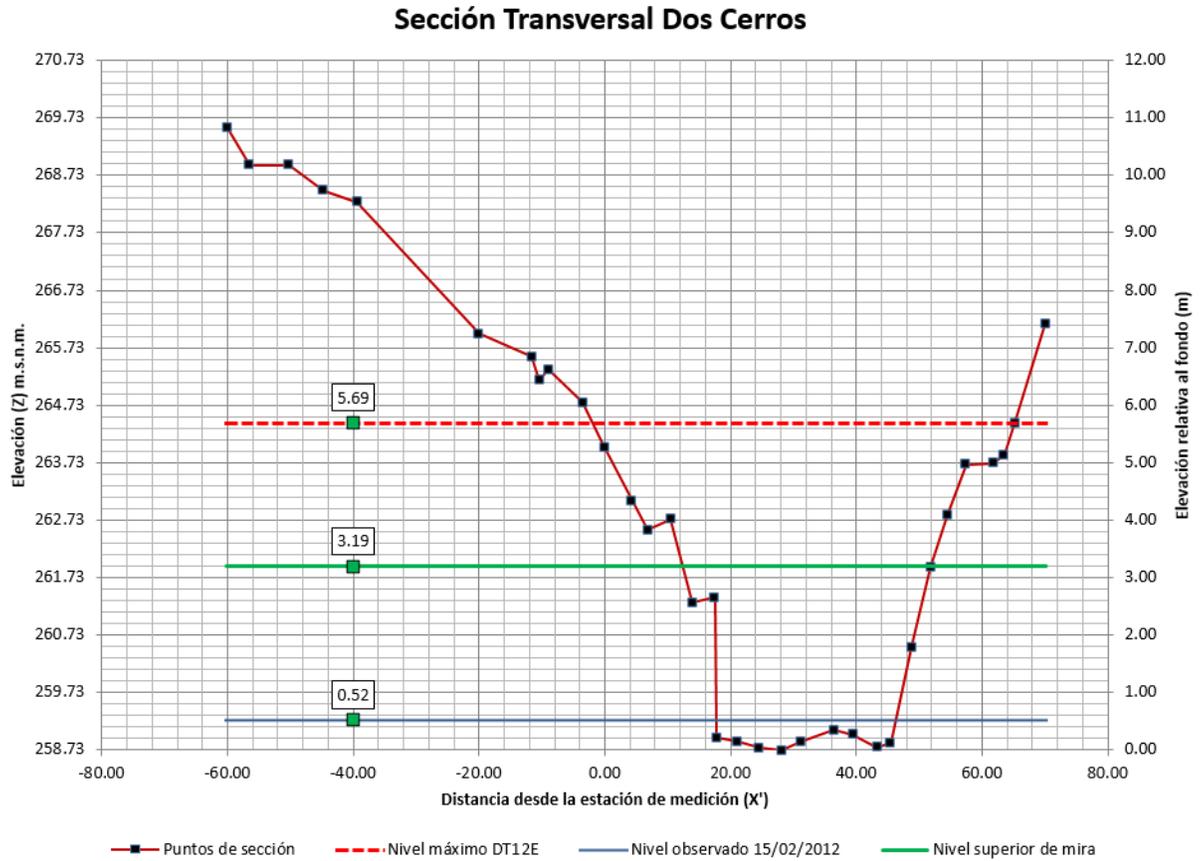
Para poder calibrar un modelo es necesario tener un caudal de salida contra qué comparar el valor obtenido por el programa. En el caso de la cuenca del río Sucio, no se cuenta con un record de aforo de los días de la depresión 12E, solamente se tiene el dato del tirante máximo alcanzado en la estación “Dos Cerros,” ubicada en las cercanías de la salida de la cuenca del río Sucio.

Para calcular el caudal se hará uso de la ecuación de Manning. (Para sistema métrico)

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

La sección transversal que se obtuvo fue la siguiente:

Figura 3.13 Sección transversal Dos Cerros



Fuente: Información proporcionada por el MARN.

Para un mejor análisis del caudal se dividió la sección transversal en la zona del fondo del río y en la zona de los laterales de la sección transversal. Esto se hizo con el objetivo de obtener un diferente valor de “n” de Manning para la rugosidad.

Para el cálculo de la pendiente se usó la herramienta Google Earth, por medio de la cual se puede trazar rutas y obtener la pendiente de dicha ruta. Para la ruta trazada 500 metros aguas arriba y aguas debajo de la estación Dos Cerros se obtuvo una pendiente de 1.6%.

A continuación se muestra una tabla resumen con los datos obtenidos para el cálculo del caudal.

Tabla 3.11 Resumen de parámetros para el cálculo de caudal

	<b>N DE MANNING</b>	<b>AREA</b>	<b>PH</b>	<b>RH</b>	<b>PENDIENTE</b>	<b>CAUDAL</b>
<b>LADERA</b>	0.03	2.86	6.20	0.46	1.60	71.94
<b>FONDO</b>	0.035	22.52	3.57	6.31	1.60	2778.62
<b>LADERA</b>	0.03	1.25	5.48	0.23	1.60	19.66
<b>CAUDAL TOTAL</b>						2870.22

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Para obtener un valor más representativo de la sección transversal se calculó un caudal ponderado:

$$Q = \frac{71.94 * 2.86 + 2778.62 * 22.52 + 19.66 * 1.25}{26.63}$$

$$Q = 2358.57 \text{ m}^3/\text{s}$$

De manera que el caudal de salida para la depresión tropical 12E registrado en la estación Dos Cerros fue de 2358.57 m<sup>3</sup>/seg.

# **CAPÍTULO IV**

## **MODELACIÓN HIDROLÓGICA CON “HEC-HMS”**

## 4.0 INTRODUCCIÓN

Ciertas aplicaciones de la ingeniería hidrológica pueden requerir análisis complejos que involucran variaciones temporales y/o espaciales de precipitación, y escurrimiento. Típicamente, estos análisis encierran un gran número de cálculos y por ello pueden realizarse por medio de programas de computadora. El uso de computadoras en todos los aspectos de la ingeniería hidrológica ha llevado a incrementar el énfasis en la modelación de cuencas. La modelación de cuencas comprende la integración de los procesos hidrológicos en un ente modelo, por ejemplo, un modelo de cuenca, con propósitos ya sea de análisis, diseño, escurrimiento a largo plazo, predicción de volumen, predicción o pronóstico de flujo en tiempo real.

Un modelo de cuenca es un grupo de abstracciones matemáticas que describen fases relevantes del ciclo hidrológico, con el objetivo de simular la conversión de la precipitación en escurrimiento. En este capítulo por medio del software “HEC-HMS” se simulará el modelo de la cuenca del río Sucio, para lograr que el modelo matemático refleje la realidad de la cuenca, es necesario introducirle diversos parámetros que caracterizan a la cuenca, como por ejemplo, el área, la pendiente, longitud del cauce, tiempo de concentración, etc. El modelo se considerará calibrado cuando el caudal de salida obtenido en el programa difiera en menos del 10% con el caudal del río Sucio, calculado en el capítulo III.

## **4.1 GENERALIDADES**

### **4.1.1 GENERALIDADES DEL HEC-HMS**

El modelo HEC-HMS (“Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling System”) fue diseñado para simular procesos de lluvia-escurrimiento en sistemas dendríticos de cuencas. Se usa en estudios de disponibilidad de agua, drenaje urbano, pronósticos de flujo, futuras urbanizaciones, reducción del daño por inundaciones, etc.

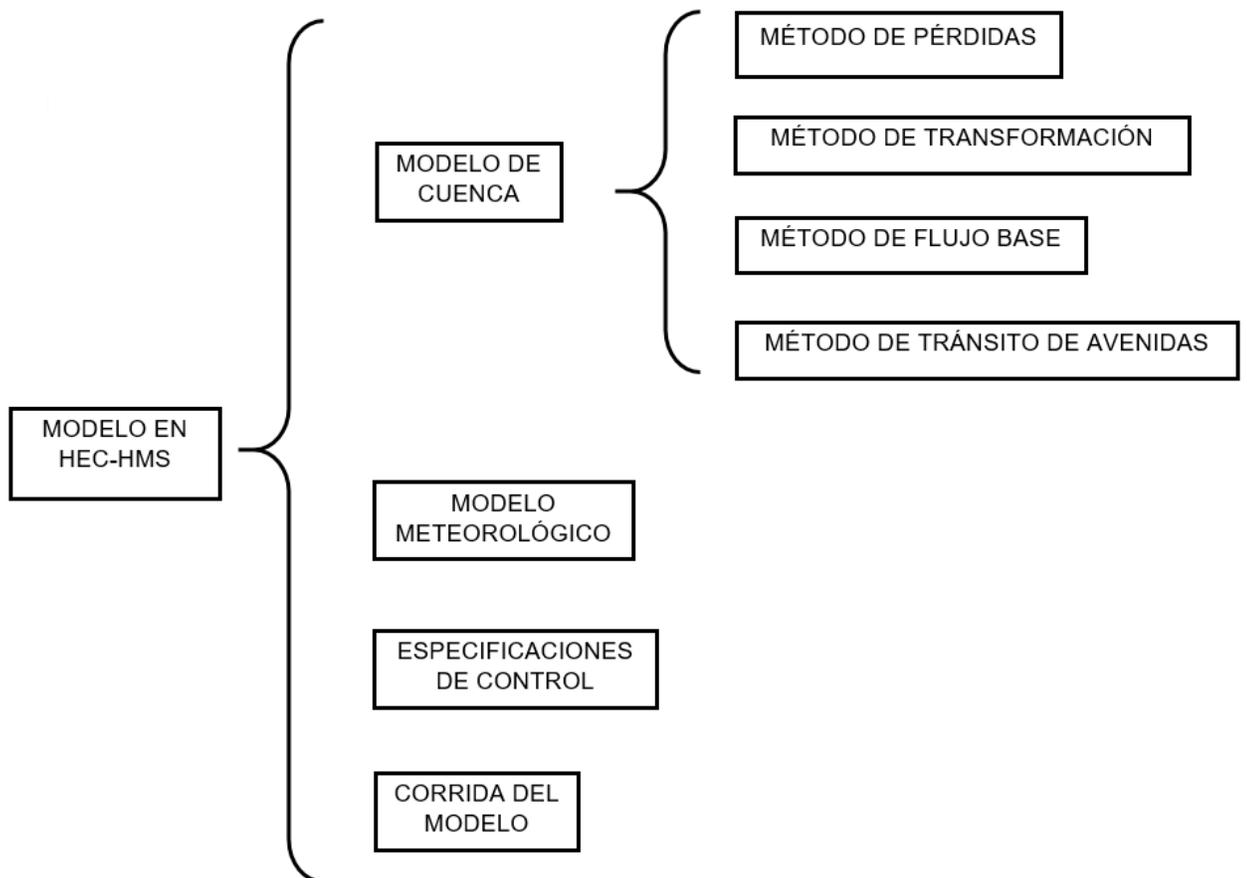
Es un programa gratuito, de dominio público y fue desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los EE.UU. Surge como evolución del programa HEC-1 pero incluye muchas mejoras, como una interface gráfica que facilita al usuario las labores de pre y post-proceso y la posibilidad de conectarse a un sistema de información geográfica (ArcGIS).

### **4.1. 2 COMPONENTES DEL HEC-HMS**

HEC-HMS se usa para simular la respuesta hidrológica de una cuenca. Incluye los modelos de cuenca, modelos meteorológicos, especificaciones de control y datos de salida. El programa crea una corrida de simulación, combinando los modelos y las especificaciones. Puede hacer corridas de precipitación o de la proporción de flujo, tiene la capacidad de salvar toda la información de estado de la cuenca en un punto de tiempo, y la habilidad de comenzar una nueva corrida de simulación, basada en la información de estado previamente guardada.

Estos componentes incluyen: modelos de cuenca, modelos meteorológicos, especificaciones de control y datos de entrada. En una simulación se calcula la respuesta de la cuenca dada a una precipitación, una vez definido el modelo meteorológico, las especificaciones de control definen el tiempo, y el intervalo de tiempo para el cual se realizará la simulación. Y los datos de entrada tales como series de tiempo, datos de grilla son requeridos muchas veces como parámetros o condiciones de borde en la cuenca y el modelo meteorológico.

Figura 4.1 Esquema de procesos de HEC-HMS



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

## 4.2 MODELOS DE CUENCA

Este componente es utilizado para representar la parte física de la cuenca, se desarrolla un modelo de cuenca agregando y conectando elementos hidrológicos, tales como: subcuenca, canal, unión, fuente, salida, reservorio, desviación. En la tabla 4.1 Se describen estos elementos hidrológicos.

Tabla 4.1 Descripción de elementos hidrológicos de HEC-HMS.

ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Subcuenca	Es utilizado para representar la parte física de la cuenca, dependiendo el tamaño de la cuenca es el número de subcuencas en las cuales se puede dividir.
Canal o tramo	Este elemento es utilizado para trasladar el flujo aguas abajo en el modelo de cuenca
Unión	Se utiliza para unir el caudal proveniente de uno o más elementos hidrológicos.
Fuente	Este elemento se utiliza para introducir caudal en el modelo de la cuenca.
Salida	Es utilizado para representar el punto de salida de la cuenca
Reservorio	El reservorio se utiliza para modelar la retención y atenuación de un hidrograma causada por un embalse o depósito de retención.
Desviación	Se utiliza para modelar el flujo de agua que se desvía de un tramo del cauce

Fuente: Recopilación de distintas fuentes.

En los modelos de cuenca, se informa al programa de las distintas subcuencas y sus características, como el área, el método que se usará para la obtención

del hidrograma, número de curva y el tiempo de retraso o “lag time”. También existen muchos modelos matemáticos para determinar las pérdidas de precipitación, transformar el exceso en caudal, añadir el gasto base.

#### 4.2.1 MODELO DE CUENCA DEL RÍO SUCIO

El primer paso para realizar un modelo en HEC-HMS es dividir la cuenca del río Sucio en subcuencas. Para realizarlo se usó el programa ArcGIS con su herramienta ArcHydro, esta herramienta se usa para delinear y caracterizar cuencas hidrográficas en formato ráster y de vector, además permite administrar datos de series de tiempo y configurar y exportar datos a modelos numéricos, en este caso HEC-HMS.

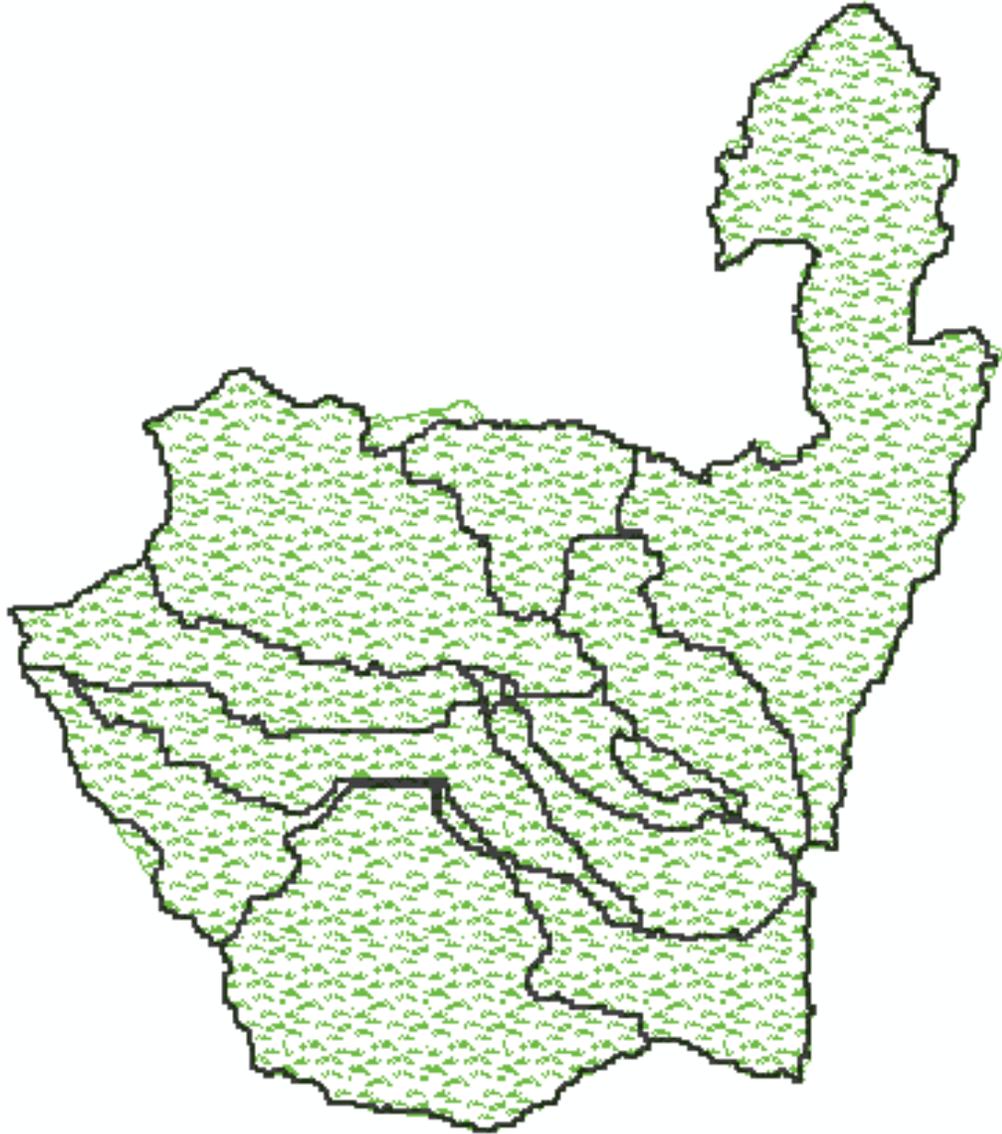
A continuación se muestra una imagen de las subcuencas de la cuenca del río Sucio y una tabla donde se visualizan las áreas de la cuenca.

Tabla 4.2 Áreas de las subcuencas del río Sucio.

<b>CUENCA</b>	<b>AREA KM<sup>2</sup></b>
SC-1	210.937
SC-2	42.117
SC-3	120.816
SC-4	49.456
SC-5	52.618
SC-6	53.877
SC-7	44.543
SC-8	19.241
SC-9	38.770
SC-10	54.676
SC-11	131.379
<b>TOTAL</b>	<b>818.43</b>

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Figura 4.2 Subcuencas de la cuenca del río Sucio.



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis con ArcGIS.

Para que un modelo de HEC-HMS refleje la realidad de una cuenca, es necesario introducirle una serie de parámetros que reflejen la realidad física de la cuenca. Estos parámetros se encuentran en el método de pérdidas, el método de transformación, método de flujo base y el tránsito de avenidas.

### 4.3 MÉTODO DE LAS PÉRDIDAS INICIALES (LOSS)

En el elemento hidrológico subcuenca se debe realizar el proceso de separación de lluvia neta-bruta para ello se utilizara el método SCS, (U.S. Soil Conservation Service), el cual calcula la esorrentía a partir de un solo parámetro denominado “número de curva”, el cual depende de las condiciones de infiltración del área donde ocurre la precipitación. Este método lo estableció empíricamente el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos de Norteamérica (1964).

El número de curva se trata de un parámetro adimensional cuyos valores oscilan entre 0 y 100, un valor de NC=100 significa una capacidad de retención máxima en la cuenca y un valor de NC=0 significa una capacidad de retención nula.

El número de curva se obtiene en función de los siguientes factores:

- Tipo de suelo (determina su capacidad de filtración).
- Uso del suelo y cubierta vegetal.
- Tratamiento del suelo (condiciones de filtración).
- Pendiente.
- Estado de humedad precedente.

Su uso está ampliamente extendido debido a las siguientes razones:

- Es un método relativamente sencillo, cuyo uso se ha estandarizado en todas las regiones de Estados Unidos y en numerosos países.
- Es un método avalado por una institución reconocida internacionalmente (NRCS, Natural Resources Conservation Service).
- Se incluye en la mayoría de los modelos hidrológicos comerciales (software hidrológico) de mayor utilización en el campo de la Hidrología.

- Los datos que necesita son pocos y fáciles de obtener.
- Tiene en cuenta las variables que tienen mayor influencia en la generación.

Para el cálculo del número de curva (NC) se ha utilizado el programa ArcGIS 10.1, combinando la cartografía temática, usos de suelo y tipos de suelo, con las distintas superficies resultantes de la división de la subcuenca. En la siguiente tabla se muestran los resultados para las distintas subdivisiones del modelo de cuenca.

Tabla 4.3 Número de curvas de las subcuencas.

<b>CUENCA</b>	<b>NÚMERO DE CURVA</b>
SC-1	80.17
SC-2	81.96
SC-3	80.71
SC-4	77.70
SC-5	80.98
SC-6	76.01
SC-7	80.98
SC-8	76.39
SC-9	74.79
SC-10	75.00
SC-11	72.00

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

#### **4.3.1 MÉTODO DE TRANSFORMACIÓN DE LLUVIA EN ESCURRIMIENTO (TRANSFORM).**

La transformación del exceso de precipitación (precipitación neta) en escorrentía superficial al final de cada subdivisión, se realiza por el método de Hidrograma Unitario del NRCS. Se basa en la definición de un hidrograma unitario adimensional, solo requiere del parámetro Tlag, tiempo de retardo, que se define como la diferencia de tiempo entre el centro de masa del exceso de precipitación y la punta del Hidrograma Unitario. El Tlag puede ser relacionado con el tiempo de concentración mediante la siguiente expresión:

$$T_{lag} = 0.7 T_c$$

El tiempo de concentración se define como: tiempo mínimo necesario para que todos los puntos de una cuenca estén aportando agua de escorrentía de forma simultánea al punto de salida, punto de desagüe o punto de cierre. Está determinado por el tiempo que tarda en llegar a la salida de la cuenca el agua que procede del punto hidrológicamente más alejado. Este punto es aquel desde el que el agua de escorrentía emplea más tiempo en llegar a la salida.

De la misma manera que se calculó el tiempo de concentración para toda la subcuenca del río Sucio, en este apartado se obtiene para cada una de las divisiones del modelo de cuenca propuesto y con la expresión anterior se calcula el tiempo de retardo.

Tabla 4.4 Tiempo de concentración y tiempo de retardo de las subcuencas.

CUENCA	TC (HORAS)	TLAG (HORAS)
SC-1	6.40	4.48
SC-2	1.59	1.11
SC-3	3.01	2.11
SC-4	2.83	1.98
SC-5	2.55	1.78
SC-6	3.77	2.64
SC-7	1.95	1.36
SC-8	2.96	2.07
SC-9	1.21	0.85
SC-10	2.29	1.60
SC-11	1.67	1.17

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

#### 4.3.2 MÉTODO DE FLUJO BASE (BASEFLOW)

Este método permite sumar a la escorrentía directa la escorrentía básica, si existía previamente. El flujo base ocurre siempre que exista un almacenamiento subterráneo. Este ocurre cuando los cauces interceptan el agua subterránea, ya sea desde el nivel freático como de acuíferos más profundos. Es también llamado caudal base.

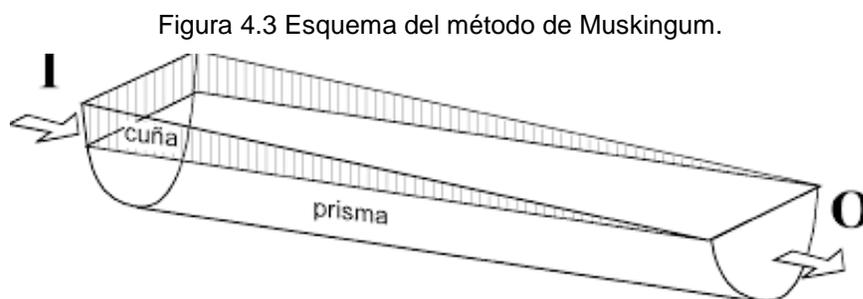
Debido a que no se tiene registro de los caudales existentes en la cuenca del río Sucio se tomó como referencia la investigación de Geólogos del Mundo, llamada: “Estudio Hidrológico de la Cuenca Río Sucio y análisis de avenidas en los tramos de las comunidades Veracruz, El Primo Los Naranjos, Jardines de Colón, Rancho Hondo, Nueva Esperanza y Sitio Arqueológico San Andrés para el establecimiento de sistemas de alerta temprana frente a inundaciones”, en

dicha investigación se asumió que no existía escorrentía básica para la cuenca del río Sucio.

#### 4.3.3 MODELO DE TRÁNSITO DE AVENIDAS (ROUTING)

Permite calcular cómo evoluciona un hidrograma a medida que discurre a lo largo de un cauce o a través de un depósito o embalse. Existen diferentes métodos para su cálculo.

En el método de Muskingum, la ecuación está planteada pensando en que el almacenamiento en un tramo de río se puede dividir en dos partes. El primero es un almacenamiento en prisma, que depende solamente de las salidas y sería el único si el nivel de superficie libre del agua fuera paralelo al fondo del río. Este almacenamiento se puede comparar con el que se tiene en el caso de un vaso. El otro tipo de almacenamiento, que en general no existe en el caso de vasos, llamado almacenamiento en cuña, se debe al efecto de la pendiente de la superficie libre del agua en el gasto. Ésta pendiente depende tanto de las entradas como de las salidas, y en el método de Muskingum el almacenamiento en cuña se toma como una función lineal de la diferencia de ambas.



Fuente: Departamento de Gestión Forestal y Ambiental, Universidad de Talca.<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Determinación empírica de los parámetros que modelan el tránsito de avenidas, por el método de Muskingum, en zonas de clima mediterráneo de Chile central. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Gestión Forestal y Ambiental.

Durante el período de crecida, el caudal de entrada en una sección aguas arriba es superior al de salida en una sección aguas abajo. El almacenamiento toma la forma de un prisma con la base aguas arriba.

Así y suponiendo que el área de la sección transversal del flujo de creciente es directamente proporcional al caudal en la sección, el volumen de almacenamiento por prisma es igual a  $KQ$  donde  $K$  es un factor de proporcionalidad, y el volumen de almacenamiento por cuña es igual a  $KX(I-Q)$ , donde  $X$  es un factor de ponderación dentro del rango  $0 < X < 0.5$ . El almacenamiento total es por consiguiente la suma de dos componentes.

El valor de  $X$  depende de la forma de almacenamiento por cuña modelado. El valor de  $X$  varía desde 0.0 para un almacenamiento tipo embalse, donde no existe una cuña, hasta 0.5 para una cuña completamente desarrollada, donde no habría un pico. En términos generales, si “ $x$ ” se aproxima a 0.0 son cauces muy caudalosos y de pendiente pequeña y si “ $x$ ” se aproxima a 0.5 sucede lo contrario. Es recomendable tomar  $x = 0.2$  como un valor medio.

El parámetro  $K$  es el tiempo de tránsito de una onda de creciente a través del tramo de canal. En el HEC – HMS el elemento reach, es el que permite definir el tránsito de avenidas.

Una forma alternativa de calcular  $K$  es:

$$K = 0.6 T_c^{14}$$

---

<sup>14</sup> Manual de utilización del programa HEC-HMS. Flumen. Dinámica fluvial.

De esta manera se calculó para todos los elementos que conectaban las subcuencas. Se muestra en la tabla 4.5 los valores de X y K que se introdujeron en el programa HEC - HMS para el modelo de la cuenca.

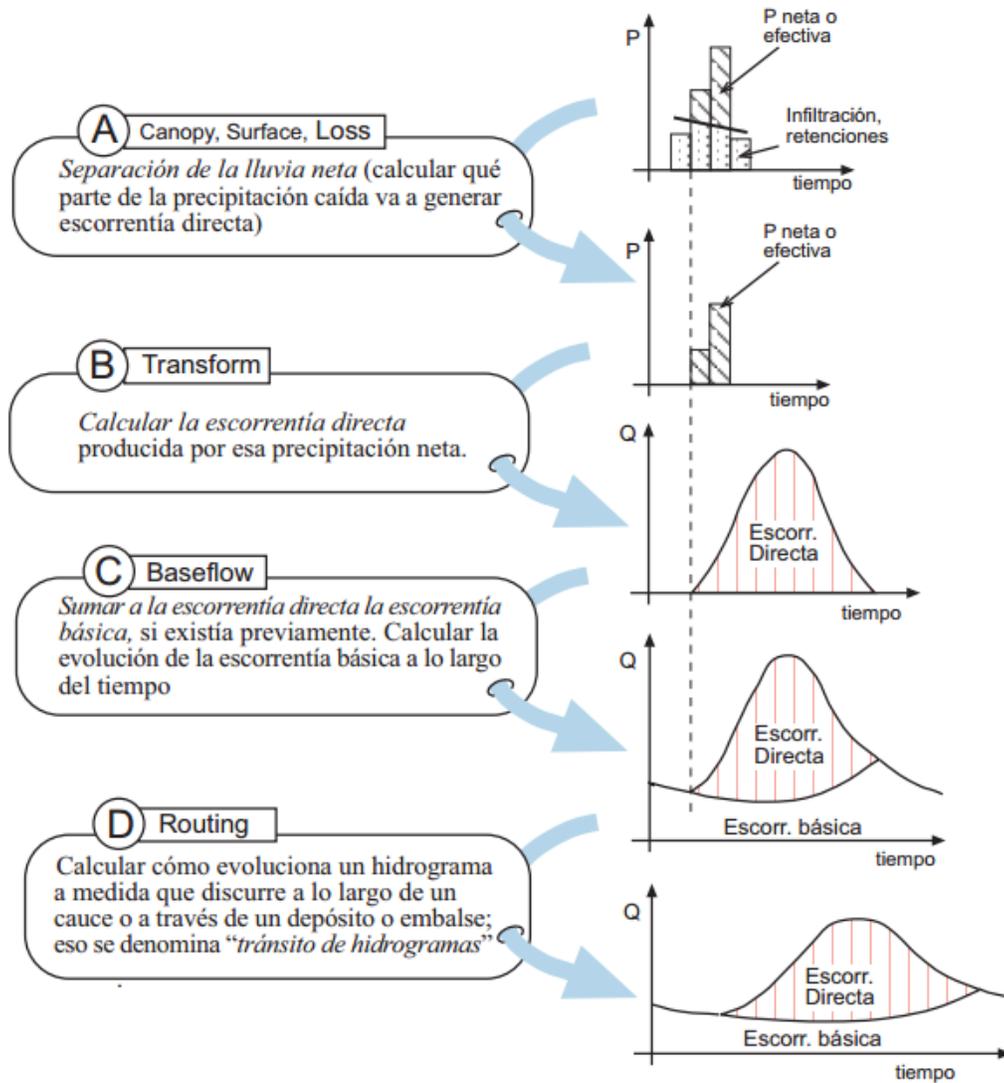
Tabla 4.5 Parámetros de tránsito de avenidas introducidos al modelo HEC – HMS.

<b>CUENCA</b>	<b>X</b>	<b>K</b>
SC-1	0.2	3.839
SC-2	0.2	0.951
SC-3	0.2	1.807
SC-4	0.2	1.698
SC-5	0.2	1.530
SC-6	0.2	2.265
SC-7	0.2	1.167
SC-8	0.2	1.778
SC-9	0.2	0.726
SC-10	0.2	1.374
SC-11	0.2	1.005

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

A continuación se muestra un esquema sobre los procesos que realiza el HEC-HMS.

Figura 4.4 Esquema ilustrativo de procesos de HEC-HMS.



Fuente: Manual para el uso del modelo hidrológico HEC-HMS. Camilo Bastidas. Departamento Ingeniería Hidrometeorológica. Fac. Ingeniería – UCV.

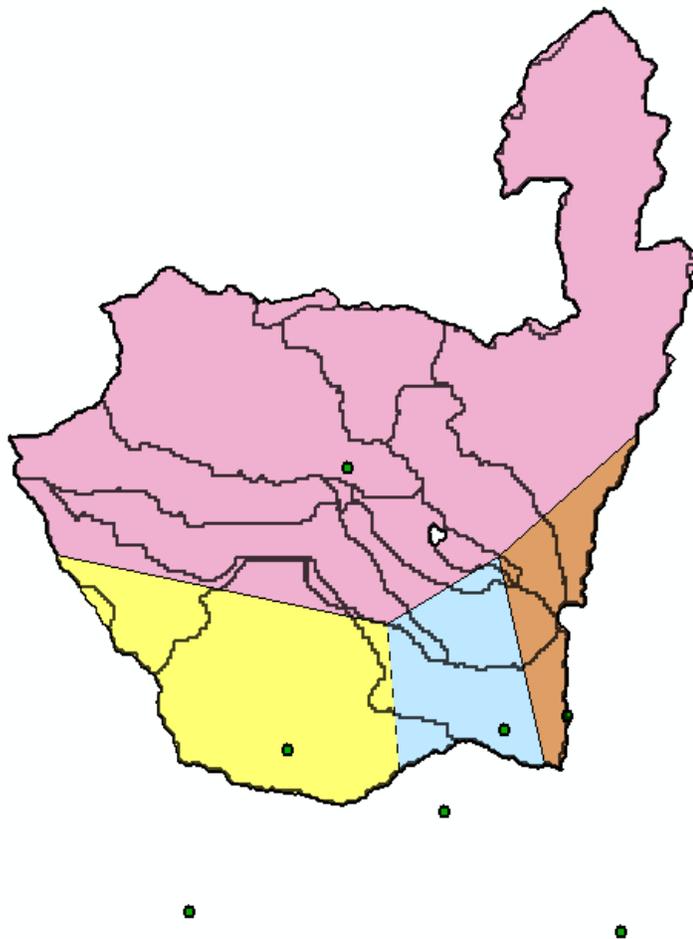
#### 4.4 MODELO METEOROLÓGICO

El modelo meteorológico calcula la entrada de precipitación requerida por un elemento subcuenca. El programa puede usar datos de lluvia puntual o en malla y puede modelar lluvia congelada o líquida junto con evapotranspiración. Es

una pieza clave, pues es la herramienta que vincula los datos de lluvia de los diferentes hietogramas con las distintas subdivisiones de la cuenca.

Para determinar la lluvia media en cada una de las subdivisiones se opta por la aplicación del método de los polígonos de Thyssen, en el cual la precipitación media se calcula mediante el uso de la posición relativa de los pluviómetros respecto del área, es decir se determinan áreas de influencia para cada pluviómetro.

Figura 4.5 Áreas de influencia de las estaciones pluviométricas.



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis, con ArcGIS

Una vez calculada el área de los distintos polígonos se calculan las medias ponderadas de precipitación de cada pluviómetro a partir de su área de influencia respecto del área total del área de estudio.

Tabla 4.6 Porcentajes de influencia de los pluviómetros dentro de las subcuencas.

<b>SUBCUENCA</b>	<b>PORCENTAJE DE LLUVIA (%)</b>	<b>ESTACIÓN</b>
SC-1	92.86	L-04
	7.14	L-48
SC-2	100	L-04
SC-3	100	L-04
SC-4	78.48	L-04
	21.52	L-29
SC-5	100	L-04
SC-6	94.01	L-04
	5.99	L-29
SC-7	59.46	L-17
	40.54	L-04
SC-8	84.23	L-04
	15.77	L-29
SC-9	20.16	L-48
	52.92	L-29
	26.88	L-04
SC-10	65.2	L-29
	21.59	L-48
	13.21	L-17
SC-11	87.37	L-17
	4.75	L-29
	7.89	L-04

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

De manera que se obtuvieron 11 nuevos registros de precipitación, los cuales serían asignados uno para cada subcuenca.

Tabla 4.7 Precipitación de estación SC-1.

FECHA	C/3 HORAS	DURACIÓN	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)
10/10/2011	10/11/2011	0:00-3:00	0.0
10/10/2011		3:00-6:00	0.0
10/10/2011		6:00-9:00	0.0
10/10/2011		9:00-12:00	0.0
10/10/2011		12:00-15:00	0.0
10/10/2011		15:00-18:00	0.0
10/10/2011		18:00-21:00	0.0
10/10/2011		21:00-24:00	0.0
11/10/2011	11/11/2011	0:00-3:00	5.1
11/10/2011		3:00-6:00	11.5
11/10/2011		6:00-9:00	1.8
11/10/2011		9:00-12:00	6.9
11/10/2011		12:00-15:00	2.6
11/10/2011		15:00-18:00	56.6
11/10/2011		18:00-21:00	19.0
11/10/2011	21:00-24:00	12.1	
12/10/2011	12/11/2011	0:00-3:00	6.7
12/10/2011		3:00-6:00	15.4
12/10/2011		6:00-9:00	6.7
12/10/2011		9:00-12:00	14.8
12/10/2011		12:00-15:00	11.1
12/10/2011		15:00-18:00	1.8
12/10/2011		18:00-21:00	0.4
12/10/2011	21:00-24:00	6.1	
13/10/2011	13/11/2011	0:00-3:00	5.7
13/10/2011		3:00-6:00	4.2
13/10/2011		6:00-9:00	3.8
13/10/2011		9:00-12:00	3.8
13/10/2011		12:00-15:00	1.0
13/10/2011		15:00-18:00	0.0
13/10/2011		18:00-21:00	0.0
13/10/2011	21:00-24:00	0.0	
14/10/2011	14/11/2011	0:00-3:00	1.2
14/10/2011		3:00-6:00	5.7
14/10/2011		6:00-9:00	20.0
14/10/2011		9:00-12:00	0.0
14/10/2011		12:00-15:00	32.9
14/10/2011		15:00-18:00	10.3
14/10/2011		18:00-21:00	0.0
14/10/2011	21:00-24:00	0.0	

15/10/2011	<b>15/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
15/10/2011		3:00-6:00	2.9
15/10/2011		6:00-9:00	3.3
15/10/2011		9:00-12:00	5.3
15/10/2011		12:00-15:00	6.5
15/10/2011		15:00-18:00	21.4
15/10/2011		18:00-21:00	39.4
15/10/2011		21:00-24:00	39.2
16/10/2011	<b>16/11/2011</b>	0:00-3:00	47.0
16/10/2011		3:00-6:00	9.4
16/10/2011		6:00-9:00	13.6
16/10/2011		9:00-12:00	12.0
16/10/2011		12:00-15:00	24.1
16/10/2011		15:00-18:00	6.8
16/10/2011		18:00-21:00	7.4
16/10/2011		21:00-24:00	7.4
17/10/2011	<b>17/11/2011</b>	0:00-3:00	4.4
17/10/2011		3:00-6:00	9.5
17/10/2011		6:00-9:00	7.1
17/10/2011		9:00-12:00	5.5
17/10/2011		12:00-15:00	5.3
17/10/2011		15:00-18:00	3.0
17/10/2011		18:00-21:00	4.7
17/10/2011		21:00-24:00	2.0
18/10/2011	<b>18/11/2011</b>	0:00-3:00	0.4
18/10/2011		3:00-6:00	0.2
18/10/2011		6:00-9:00	0.4
18/10/2011		9:00-12:00	0.4
18/10/2011		12:00-15:00	0.2
18/10/2011		15:00-18:00	0.2
18/10/2011		18:00-21:00	0.0
18/10/2011		21:00-24:00	0.0
19/10/2011	<b>19/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
19/10/2011		3:00-6:00	3.0
19/10/2011		6:00-9:00	26.5
19/10/2011		9:00-12:00	11.1
19/10/2011		12:00-15:00	7.1
19/10/2011		15:00-18:00	0.2
19/10/2011		18:00-21:00	0.0
19/10/2011		21:00-24:00	0.0
20/10/2011	<b>20/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
20/10/2011		3:00-6:00	0.0
20/10/2011		6:00-9:00	0.0
20/10/2011		9:00-12:00	0.0
20/10/2011		12:00-15:00	0.0
20/10/2011		15:00-18:00	0.0
20/10/2011		18:00-21:00	0.0
20/10/2011		21:00-24:00	0.0
			604.1

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis

Tabla 4.8 Precipitación de estación SC-2.

FECHA	C/3 HORAS	DURACIÓN	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)
10/10/2011	10/11/2011	0:00-3:00	0.0
10/10/2011		3:00-6:00	0.0
10/10/2011		6:00-9:00	0.0
10/10/2011		9:00-12:00	0.0
10/10/2011		12:00-15:00	0.0
10/10/2011		15:00-18:00	0.0
10/10/2011		18:00-21:00	0.0
10/10/2011		21:00-24:00	0.0
10/10/2011			
11/10/2011	11/11/2011	0:00-3:00	5.1
11/10/2011		3:00-6:00	11.5
11/10/2011		6:00-9:00	1.8
11/10/2011		9:00-12:00	6.9
11/10/2011		12:00-15:00	2.6
11/10/2011		15:00-18:00	56.6
11/10/2011		18:00-21:00	19.0
11/10/2011		21:00-24:00	12.1
11/10/2011			
12/10/2011	12/11/2011	0:00-3:00	6.7
12/10/2011		3:00-6:00	15.4
12/10/2011		6:00-9:00	6.7
12/10/2011		9:00-12:00	14.8
12/10/2011		12:00-15:00	11.1
12/10/2011		15:00-18:00	1.8
12/10/2011		18:00-21:00	0.4
12/10/2011		21:00-24:00	6.1
12/10/2011			
13/10/2011	13/11/2011	0:00-3:00	5.7
13/10/2011		3:00-6:00	4.2
13/10/2011		6:00-9:00	3.8
13/10/2011		9:00-12:00	3.8
13/10/2011		12:00-15:00	1.0
13/10/2011		15:00-18:00	0.0
13/10/2011		18:00-21:00	0.0
13/10/2011		21:00-24:00	0.0
13/10/2011			
14/10/2011	14/11/2011	0:00-3:00	1.2
14/10/2011		3:00-6:00	5.7
14/10/2011		6:00-9:00	20.0
14/10/2011		9:00-12:00	0.0
14/10/2011		12:00-15:00	32.8
14/10/2011		15:00-18:00	10.3
14/10/2011		18:00-21:00	0.0
14/10/2011		21:00-24:00	0.0
14/10/2011			
15/10/2011	15/11/2011	0:00-3:00	0.0
15/10/2011		3:00-6:00	2.9
15/10/2011		6:00-9:00	3.3

15/10/2011		9:00-12:00	5.3
15/10/2011		12:00-15:00	6.5
15/10/2011		15:00-18:00	21.3
15/10/2011		18:00-21:00	39.3
15/10/2011		21:00-24:00	39.1
16/10/2011	<b>16/11/2011</b>	0:00-3:00	47.0
16/10/2011		3:00-6:00	9.4
16/10/2011		6:00-9:00	13.5
16/10/2011		9:00-12:00	12.0
16/10/2011		12:00-15:00	24.1
16/10/2011		15:00-18:00	6.8
16/10/2011		18:00-21:00	7.4
16/10/2011		21:00-24:00	7.4
17/10/2011	<b>17/11/2011</b>	0:00-3:00	4.3
17/10/2011		3:00-6:00	9.5
17/10/2011		6:00-9:00	7.1
17/10/2011		9:00-12:00	5.5
17/10/2011		12:00-15:00	5.3
17/10/2011		15:00-18:00	3.0
17/10/2011		18:00-21:00	4.7
17/10/2011		21:00-24:00	2.0
18/10/2011	<b>18/11/2011</b>	0:00-3:00	0.5
18/10/2011		3:00-6:00	0.2
18/10/2011		6:00-9:00	0.5
18/10/2011		9:00-12:00	0.5
18/10/2011		12:00-15:00	0.2
18/10/2011		15:00-18:00	0.2
18/10/2011		18:00-21:00	0.0
18/10/2011		21:00-24:00	0.0
19/10/2011	<b>19/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
19/10/2011		3:00-6:00	3.0
19/10/2011		6:00-9:00	26.5
19/10/2011		9:00-12:00	11.1
19/10/2011		12:00-15:00	7.1
19/10/2011		15:00-18:00	0.2
19/10/2011		18:00-21:00	0.0
19/10/2011		21:00-24:00	0.0
20/10/2011	<b>20/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
20/10/2011		3:00-6:00	0.0
20/10/2011		6:00-9:00	0.0
20/10/2011		9:00-12:00	0.0
20/10/2011		12:00-15:00	0.0
20/10/2011		15:00-18:00	0.0
20/10/2011		18:00-21:00	0.0
20/10/2011		21:00-24:00	0.0
			603.6

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Tabla 4.9 Precipitación de estación SC-3.

FECHA	C/3 HORAS	DURACIÓN	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)
10/10/2011	10/11/2011	0:00-3:00	0.0
10/10/2011		3:00-6:00	0.0
10/10/2011		6:00-9:00	0.0
10/10/2011		9:00-12:00	0.0
10/10/2011		12:00-15:00	0.0
10/10/2011		15:00-18:00	0.0
10/10/2011		18:00-21:00	0.0
10/10/2011		21:00-24:00	0.0
11/10/2011	11/11/2011	0:00-3:00	5.1
11/10/2011		3:00-6:00	11.5
11/10/2011		6:00-9:00	1.8
11/10/2011		9:00-12:00	6.9
11/10/2011		12:00-15:00	2.6
11/10/2011		15:00-18:00	56.6
11/10/2011		18:00-21:00	19.0
11/10/2011		21:00-24:00	12.1
12/10/2011	12/11/2011	0:00-3:00	6.7
12/10/2011		3:00-6:00	15.4
12/10/2011		6:00-9:00	6.7
12/10/2011		9:00-12:00	14.8
12/10/2011		12:00-15:00	11.1
12/10/2011		15:00-18:00	1.8
12/10/2011		18:00-21:00	0.4
12/10/2011		21:00-24:00	6.1
13/10/2011	13/11/2011	0:00-3:00	5.7
13/10/2011		3:00-6:00	4.2
13/10/2011		6:00-9:00	3.8
13/10/2011		9:00-12:00	3.8
13/10/2011		12:00-15:00	1.0
13/10/2011		15:00-18:00	0.0
13/10/2011		18:00-21:00	0.0
13/10/2011		21:00-24:00	0.0
14/10/2011	14/11/2011	0:00-3:00	1.2
14/10/2011		3:00-6:00	5.7
14/10/2011		6:00-9:00	20.0
14/10/2011		9:00-12:00	0.0
14/10/2011		12:00-15:00	32.8
14/10/2011		15:00-18:00	10.3
14/10/2011		18:00-21:00	0.0
14/10/2011		21:00-24:00	0.0
15/10/2011	15/11/2011	0:00-3:00	0.0
15/10/2011		3:00-6:00	2.9
15/10/2011		6:00-9:00	3.3
15/10/2011		9:00-12:00	5.3
15/10/2011		12:00-15:00	6.5

15/10/2011		15:00-18:00	21.3
15/10/2011		18:00-21:00	39.3
15/10/2011		21:00-24:00	39.1
16/10/2011	16/11/2011	0:00-3:00	47.0
16/10/2011		3:00-6:00	9.4
16/10/2011		6:00-9:00	13.5
16/10/2011		9:00-12:00	12.0
16/10/2011		12:00-15:00	24.1
16/10/2011		15:00-18:00	6.8
16/10/2011		18:00-21:00	7.4
16/10/2011		21:00-24:00	7.4
17/10/2011	17/11/2011	0:00-3:00	4.3
17/10/2011		3:00-6:00	9.5
17/10/2011		6:00-9:00	7.1
17/10/2011		9:00-12:00	5.5
17/10/2011		12:00-15:00	5.3
17/10/2011		15:00-18:00	3.0
17/10/2011		18:00-21:00	4.7
17/10/2011		21:00-24:00	2.0
18/10/2011	18/11/2011	0:00-3:00	0.5
18/10/2011		3:00-6:00	0.2
18/10/2011		6:00-9:00	0.5
18/10/2011		9:00-12:00	0.5
18/10/2011		12:00-15:00	0.2
18/10/2011		15:00-18:00	0.2
18/10/2011		18:00-21:00	0.0
18/10/2011		21:00-24:00	0.0
19/10/2011	19/11/2011	0:00-3:00	0.0
19/10/2011		3:00-6:00	3.0
19/10/2011		6:00-9:00	26.5
19/10/2011		9:00-12:00	11.1
19/10/2011		12:00-15:00	7.1
19/10/2011		15:00-18:00	0.2
19/10/2011		18:00-21:00	0.0
19/10/2011		21:00-24:00	0.0
20/10/2011	20/11/2011	0:00-3:00	0.0
20/10/2011		3:00-6:00	0.0
20/10/2011		6:00-9:00	0.0
20/10/2011		9:00-12:00	0.0
20/10/2011		12:00-15:00	0.0
20/10/2011		15:00-18:00	0.0
20/10/2011		18:00-21:00	0.0
20/10/2011		21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Tabla 4.10 Precipitación de estación SC-4.

FECHA	C/3 HORAS	DURACIÓN	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)
10/10/2011	<b>10/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
10/10/2011		3:00-6:00	0.0
10/10/2011		6:00-9:00	0.0
10/10/2011		9:00-12:00	0.0
10/10/2011		12:00-15:00	0.0
10/10/2011		15:00-18:00	0.0
10/10/2011		18:00-21:00	0.0
10/10/2011		21:00-24:00	0.0
11/10/2011	<b>11/11/2011</b>	0:00-3:00	5.5
11/10/2011		3:00-6:00	12.4
11/10/2011		6:00-9:00	1.9
11/10/2011		9:00-12:00	7.5
11/10/2011		12:00-15:00	2.8
11/10/2011		15:00-18:00	61.0
11/10/2011		18:00-21:00	20.5
11/10/2011		21:00-24:00	13.0
12/10/2011	<b>12/11/2011</b>	0:00-3:00	7.3
12/10/2011		3:00-6:00	16.6
12/10/2011		6:00-9:00	7.3
12/10/2011		9:00-12:00	16.0
12/10/2011		12:00-15:00	11.9
12/10/2011		15:00-18:00	1.9
12/10/2011		18:00-21:00	0.4
12/10/2011		21:00-24:00	6.6
13/10/2011	<b>13/11/2011</b>	0:00-3:00	6.2
13/10/2011		3:00-6:00	4.5
13/10/2011		6:00-9:00	4.1
13/10/2011		9:00-12:00	4.1
13/10/2011		12:00-15:00	1.1
13/10/2011		15:00-18:00	0.0
13/10/2011		18:00-21:00	0.0
13/10/2011		21:00-24:00	0.0
14/10/2011	<b>14/11/2011</b>	0:00-3:00	1.3
14/10/2011		3:00-6:00	6.2
14/10/2011		6:00-9:00	21.5
14/10/2011		9:00-12:00	0.0
14/10/2011		12:00-15:00	35.4
14/10/2011		15:00-18:00	11.1
14/10/2011		18:00-21:00	0.0
14/10/2011		21:00-24:00	0.0
15/10/2011	<b>15/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
15/10/2011		3:00-6:00	3.2
15/10/2011		6:00-9:00	3.6
15/10/2011		9:00-12:00	5.7
15/10/2011		12:00-15:00	7.0

15/10/2011		15:00-18:00	23.0
15/10/2011		18:00-21:00	42.4
15/10/2011		21:00-24:00	42.2
16/10/2011	<b>16/11/2011</b>	0:00-3:00	50.7
16/10/2011		3:00-6:00	10.1
16/10/2011		6:00-9:00	14.6
16/10/2011		9:00-12:00	12.9
16/10/2011		12:00-15:00	26.0
16/10/2011		15:00-18:00	7.3
16/10/2011		18:00-21:00	8.0
16/10/2011		21:00-24:00	8.0
17/10/2011	<b>17/11/2011</b>	0:00-3:00	4.7
17/10/2011		3:00-6:00	10.2
17/10/2011		6:00-9:00	7.7
17/10/2011		9:00-12:00	6.0
17/10/2011		12:00-15:00	5.8
17/10/2011		15:00-18:00	3.2
17/10/2011		18:00-21:00	5.1
17/10/2011		21:00-24:00	2.1
18/10/2011	<b>18/11/2011</b>	0:00-3:00	0.5
18/10/2011		3:00-6:00	0.2
18/10/2011		6:00-9:00	0.5
18/10/2011		9:00-12:00	0.5
18/10/2011		12:00-15:00	0.2
18/10/2011		15:00-18:00	0.2
18/10/2011		18:00-21:00	0.0
18/10/2011		21:00-24:00	0.0
19/10/2011	<b>19/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
19/10/2011		3:00-6:00	3.2
19/10/2011		6:00-9:00	28.6
19/10/2011		9:00-12:00	11.9
19/10/2011		12:00-15:00	7.7
19/10/2011		15:00-18:00	0.2
19/10/2011		18:00-21:00	0.0
19/10/2011		21:00-24:00	0.0
20/10/2011	<b>20/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
20/10/2011		3:00-6:00	0.0
20/10/2011		6:00-9:00	0.0
20/10/2011		9:00-12:00	0.0
20/10/2011		12:00-15:00	0.0
20/10/2011		15:00-18:00	0.0
20/10/2011		18:00-21:00	0.0
20/10/2011		21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Tabla 4.11 Precipitación de estación SC-5.

FECHA	C/3 HORAS	DURACIÓN	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)
10/10/2011	10/11/2011	0:00-3:00	0.0
10/10/2011		3:00-6:00	0.0
10/10/2011		6:00-9:00	0.0
10/10/2011		9:00-12:00	0.0
10/10/2011		12:00-15:00	0.0
10/10/2011		15:00-18:00	0.0
10/10/2011		18:00-21:00	0.0
10/10/2011		21:00-24:00	0.0
11/10/2011	11/11/2011	0:00-3:00	5.1
11/10/2011		3:00-6:00	11.5
11/10/2011		6:00-9:00	1.8
11/10/2011		9:00-12:00	6.9
11/10/2011		12:00-15:00	2.6
11/10/2011		15:00-18:00	56.6
11/10/2011		18:00-21:00	19.0
11/10/2011		21:00-24:00	12.1
12/10/2011	12/11/2011	0:00-3:00	6.7
12/10/2011		3:00-6:00	15.4
12/10/2011		6:00-9:00	6.7
12/10/2011		9:00-12:00	14.8
12/10/2011		12:00-15:00	11.1
12/10/2011		15:00-18:00	1.8
12/10/2011		18:00-21:00	0.4
12/10/2011		21:00-24:00	6.1
13/10/2011	13/11/2011	0:00-3:00	5.7
13/10/2011		3:00-6:00	4.2
13/10/2011		6:00-9:00	3.8
13/10/2011		9:00-12:00	3.8
13/10/2011		12:00-15:00	1.0
13/10/2011		15:00-18:00	0.0
13/10/2011		18:00-21:00	0.0
13/10/2011		21:00-24:00	0.0
14/10/2011	14/11/2011	0:00-3:00	1.2
14/10/2011		3:00-6:00	5.7
14/10/2011		6:00-9:00	20.0
14/10/2011		9:00-12:00	0.0
14/10/2011		12:00-15:00	32.8
14/10/2011		15:00-18:00	10.3
14/10/2011		18:00-21:00	0.0
14/10/2011		21:00-24:00	0.0
15/10/2011	15/11/2011	0:00-3:00	0.0
15/10/2011		3:00-6:00	2.9
15/10/2011		6:00-9:00	3.3
15/10/2011		9:00-12:00	5.3

15/10/2011		12:00-15:00	6.5
15/10/2011		15:00-18:00	21.3
15/10/2011		18:00-21:00	39.3
15/10/2011		21:00-24:00	39.1
16/10/2011	<b>16/11/2011</b>	0:00-3:00	47.0
16/10/2011		3:00-6:00	9.4
16/10/2011		6:00-9:00	13.5
16/10/2011		9:00-12:00	12.0
16/10/2011		12:00-15:00	24.1
16/10/2011		15:00-18:00	6.8
16/10/2011		18:00-21:00	7.4
16/10/2011		21:00-24:00	7.4
17/10/2011	<b>17/11/2011</b>	0:00-3:00	4.3
17/10/2011		3:00-6:00	9.5
17/10/2011		6:00-9:00	7.1
17/10/2011		9:00-12:00	5.5
17/10/2011		12:00-15:00	5.3
17/10/2011		15:00-18:00	3.0
17/10/2011		18:00-21:00	4.7
17/10/2011		21:00-24:00	2.0
18/10/2011	<b>18/11/2011</b>	0:00-3:00	0.5
18/10/2011		3:00-6:00	0.2
18/10/2011		6:00-9:00	0.5
18/10/2011		9:00-12:00	0.5
18/10/2011		12:00-15:00	0.2
18/10/2011		15:00-18:00	0.2
18/10/2011		18:00-21:00	0.0
18/10/2011		21:00-24:00	0.0
19/10/2011	<b>19/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
19/10/2011		3:00-6:00	3.0
19/10/2011		6:00-9:00	26.5
19/10/2011		9:00-12:00	11.1
19/10/2011		12:00-15:00	7.1
19/10/2011		15:00-18:00	0.2
19/10/2011		18:00-21:00	0.0
19/10/2011		21:00-24:00	0.0
20/10/2011	<b>20/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
20/10/2011		3:00-6:00	0.0
20/10/2011		6:00-9:00	0.0
20/10/2011		9:00-12:00	0.0
20/10/2011		12:00-15:00	0.0
20/10/2011		15:00-18:00	0.0
20/10/2011		18:00-21:00	0.0
20/10/2011		21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Tabla 4.12 Precipitación de estación SC-6

FECHA	c/3 horas	DURACIÓN	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)
10/10/2011	<b>10/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
10/10/2011		3:00-6:00	0.0
10/10/2011		6:00-9:00	0.0
10/10/2011		9:00-12:00	0.0
10/10/2011		12:00-15:00	0.0
10/10/2011		15:00-18:00	0.0
10/10/2011		18:00-21:00	0.0
10/10/2011		21:00-24:00	0.0
11/10/2011	<b>11/11/2011</b>	0:00-3:00	5.3
11/10/2011		3:00-6:00	11.7
11/10/2011		6:00-9:00	1.8
11/10/2011		9:00-12:00	7.1
11/10/2011		12:00-15:00	2.6
11/10/2011		15:00-18:00	57.8
11/10/2011		18:00-21:00	19.4
11/10/2011		21:00-24:00	12.3
12/10/2011	<b>12/11/2011</b>	0:00-3:00	6.9
12/10/2011		3:00-6:00	15.8
12/10/2011		6:00-9:00	6.9
12/10/2011		9:00-12:00	15.2
12/10/2011		12:00-15:00	11.3
12/10/2011		15:00-18:00	1.8
12/10/2011		18:00-21:00	0.4
12/10/2011		21:00-24:00	6.3
13/10/2011	<b>13/11/2011</b>	0:00-3:00	5.9
13/10/2011		3:00-6:00	4.2
13/10/2011		6:00-9:00	3.8
13/10/2011		9:00-12:00	3.8
13/10/2011		12:00-15:00	1.0
13/10/2011		15:00-18:00	0.0
13/10/2011		18:00-21:00	0.0
13/10/2011		21:00-24:00	0.0
14/10/2011	<b>14/11/2011</b>	0:00-3:00	1.2
14/10/2011		3:00-6:00	5.9
14/10/2011		6:00-9:00	20.4
14/10/2011		9:00-12:00	0.0
14/10/2011		12:00-15:00	33.5
14/10/2011		15:00-18:00	10.5
14/10/2011		18:00-21:00	0.0
14/10/2011		21:00-24:00	0.0
15/10/2011	<b>15/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
15/10/2011		3:00-6:00	3.0
15/10/2011		6:00-9:00	3.4
15/10/2011		9:00-12:00	5.4

15/10/2011		12:00-15:00	6.6
15/10/2011		15:00-18:00	21.8
15/10/2011		18:00-21:00	40.2
15/10/2011		21:00-24:00	40.0
16/10/2011	16/11/2011	0:00-3:00	48.0
16/10/2011		3:00-6:00	9.6
16/10/2011		6:00-9:00	13.8
16/10/2011		9:00-12:00	12.2
16/10/2011		12:00-15:00	24.6
16/10/2011		15:00-18:00	6.9
16/10/2011		18:00-21:00	7.5
16/10/2011		21:00-24:00	7.5
17/10/2011	17/11/2011	0:00-3:00	4.4
17/10/2011		3:00-6:00	9.7
17/10/2011		6:00-9:00	7.3
17/10/2011		9:00-12:00	5.7
17/10/2011		12:00-15:00	5.5
17/10/2011		15:00-18:00	3.0
17/10/2011		18:00-21:00	4.8
17/10/2011		21:00-24:00	2.0
18/10/2011	18/11/2011	0:00-3:00	0.5
18/10/2011		3:00-6:00	0.2
18/10/2011		6:00-9:00	0.5
18/10/2011		9:00-12:00	0.5
18/10/2011		12:00-15:00	0.2
18/10/2011		15:00-18:00	0.2
18/10/2011		18:00-21:00	0.0
18/10/2011		21:00-24:00	0.0
19/10/2011	19/11/2011	0:00-3:00	0.0
19/10/2011		3:00-6:00	3.0
19/10/2011		6:00-9:00	27.0
19/10/2011		9:00-12:00	11.3
19/10/2011		12:00-15:00	7.3
19/10/2011		15:00-18:00	0.2
19/10/2011		18:00-21:00	0.0
19/10/2011		21:00-24:00	0.0
20/10/2011	20/11/2011	0:00-3:00	0.0
20/10/2011		3:00-6:00	0.0
20/10/2011		6:00-9:00	0.0
20/10/2011		9:00-12:00	0.0
20/10/2011		12:00-15:00	0.0
20/10/2011		15:00-18:00	0.0
20/10/2011		18:00-21:00	0.0
20/10/2011		21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Tabla 4.13 Precipitación de estación SC-7.

FECHA	C/3 HORAS	DURACIÓN	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)
10/10/2011	<b>10/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
10/10/2011		3:00-6:00	0.0
10/10/2011		6:00-9:00	0.0
10/10/2011		9:00-12:00	0.0
10/10/2011		12:00-15:00	0.0
10/10/2011		15:00-18:00	0.0
10/10/2011		18:00-21:00	0.0
10/10/2011		21:00-24:00	0.0
11/10/2011	<b>11/11/2011</b>	0:00-3:00	5.3
11/10/2011		3:00-6:00	11.7
11/10/2011		6:00-9:00	1.8
11/10/2011		9:00-12:00	7.1
11/10/2011		12:00-15:00	2.6
11/10/2011		15:00-18:00	57.8
11/10/2011		18:00-21:00	19.4
11/10/2011		21:00-24:00	12.3
12/10/2011	<b>12/11/2011</b>	0:00-3:00	6.9
12/10/2011		3:00-6:00	15.8
12/10/2011		6:00-9:00	6.9
12/10/2011		9:00-12:00	15.2
12/10/2011		12:00-15:00	11.3
12/10/2011		15:00-18:00	1.8
12/10/2011		18:00-21:00	0.4
12/10/2011		21:00-24:00	6.3
13/10/2011	<b>13/11/2011</b>	0:00-3:00	5.9
13/10/2011		3:00-6:00	4.2
13/10/2011		6:00-9:00	3.8
13/10/2011		9:00-12:00	3.8
13/10/2011		12:00-15:00	1.0
13/10/2011		15:00-18:00	0.0
13/10/2011		18:00-21:00	0.0
13/10/2011		21:00-24:00	0.0
14/10/2011	<b>14/11/2011</b>	0:00-3:00	1.2
14/10/2011		3:00-6:00	5.9
14/10/2011		6:00-9:00	20.4
14/10/2011		9:00-12:00	0.0
14/10/2011		12:00-15:00	33.5
14/10/2011		15:00-18:00	10.5
14/10/2011		18:00-21:00	0.0
14/10/2011		21:00-24:00	0.0
15/10/2011	<b>15/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
15/10/2011		3:00-6:00	3.0
15/10/2011		6:00-9:00	3.4
15/10/2011		9:00-12:00	5.4

15/10/2011		12:00-15:00	6.6
15/10/2011		15:00-18:00	21.8
15/10/2011		18:00-21:00	40.2
15/10/2011		21:00-24:00	40.0
16/10/2011	<b>16/11/2011</b>	0:00-3:00	48.0
16/10/2011		3:00-6:00	9.6
16/10/2011		6:00-9:00	13.8
16/10/2011		9:00-12:00	12.2
16/10/2011		12:00-15:00	24.6
16/10/2011		15:00-18:00	6.9
16/10/2011		18:00-21:00	7.5
16/10/2011		21:00-24:00	7.5
17/10/2011	<b>17/11/2011</b>	0:00-3:00	4.4
17/10/2011		3:00-6:00	9.7
17/10/2011		6:00-9:00	7.3
17/10/2011		9:00-12:00	5.7
17/10/2011		12:00-15:00	5.5
17/10/2011		15:00-18:00	3.0
17/10/2011		18:00-21:00	4.8
17/10/2011		21:00-24:00	2.0
18/10/2011	<b>18/11/2011</b>	0:00-3:00	0.5
18/10/2011		3:00-6:00	0.2
18/10/2011		6:00-9:00	0.5
18/10/2011		9:00-12:00	0.5
18/10/2011		12:00-15:00	0.2
18/10/2011		15:00-18:00	0.2
18/10/2011		18:00-21:00	0.0
18/10/2011		21:00-24:00	0.0
19/10/2011	<b>19/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
19/10/2011		3:00-6:00	3.0
19/10/2011		6:00-9:00	27.0
19/10/2011		9:00-12:00	11.3
19/10/2011		12:00-15:00	7.3
19/10/2011		15:00-18:00	0.2
19/10/2011		18:00-21:00	0.0
19/10/2011		21:00-24:00	0.0
20/10/2011	<b>20/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
20/10/2011		3:00-6:00	0.0
20/10/2011		6:00-9:00	0.0
20/10/2011		9:00-12:00	0.0
20/10/2011		12:00-15:00	0.0
20/10/2011		15:00-18:00	0.0
20/10/2011		18:00-21:00	0.0
20/10/2011		21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Tabla 4.14 Precipitación de estación SC-8.

FECHA	C/3 HORAS	DURACIÓN	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)
10/10/2011	<b>10/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
10/10/2011		3:00-6:00	0.0
10/10/2011		6:00-9:00	0.0
10/10/2011		9:00-12:00	0.0
10/10/2011		12:00-15:00	0.0
10/10/2011		15:00-18:00	0.0
10/10/2011		18:00-21:00	0.0
10/10/2011		21:00-24:00	0.0
11/10/2011	<b>11/11/2011</b>	0:00-3:00	5.4
11/10/2011		3:00-6:00	12.1
11/10/2011		6:00-9:00	1.9
11/10/2011		9:00-12:00	7.3
11/10/2011		12:00-15:00	2.7
11/10/2011		15:00-18:00	59.8
11/10/2011		18:00-21:00	20.1
11/10/2011		21:00-24:00	12.8
12/10/2011	<b>12/11/2011</b>	0:00-3:00	7.1
12/10/2011		3:00-6:00	16.3
12/10/2011		6:00-9:00	7.1
12/10/2011		9:00-12:00	15.7
12/10/2011		12:00-15:00	11.7
12/10/2011		15:00-18:00	1.9
12/10/2011		18:00-21:00	0.4
12/10/2011		21:00-24:00	6.5
13/10/2011	<b>13/11/2011</b>	0:00-3:00	6.1
13/10/2011		3:00-6:00	4.4
13/10/2011		6:00-9:00	4.0
13/10/2011		9:00-12:00	4.0
13/10/2011		12:00-15:00	1.0
13/10/2011		15:00-18:00	0.0
13/10/2011		18:00-21:00	0.0
13/10/2011		21:00-24:00	0.0
14/10/2011	<b>14/11/2011</b>	0:00-3:00	1.3
14/10/2011		3:00-6:00	6.1
14/10/2011		6:00-9:00	21.1
14/10/2011		9:00-12:00	0.0
14/10/2011		12:00-15:00	34.7
14/10/2011		15:00-18:00	10.9
14/10/2011		18:00-21:00	0.0
14/10/2011		21:00-24:00	0.0
15/10/2011	<b>15/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
15/10/2011		3:00-6:00	3.1
15/10/2011		6:00-9:00	3.5

15/10/2011		9:00-12:00	5.6
15/10/2011		12:00-15:00	6.8
15/10/2011		15:00-18:00	22.5
15/10/2011		18:00-21:00	41.6
15/10/2011		21:00-24:00	41.4
16/10/2011	<b>16/11/2011</b>	0:00-3:00	49.7
16/10/2011		3:00-6:00	9.9
16/10/2011		6:00-9:00	14.3
16/10/2011		9:00-12:00	12.6
16/10/2011		12:00-15:00	25.5
16/10/2011		15:00-18:00	7.2
16/10/2011		18:00-21:00	7.8
16/10/2011		21:00-24:00	7.8
17/10/2011	<b>17/11/2011</b>	0:00-3:00	4.6
17/10/2011		3:00-6:00	10.0
17/10/2011		6:00-9:00	7.5
17/10/2011		9:00-12:00	5.8
17/10/2011		12:00-15:00	5.6
17/10/2011		15:00-18:00	3.1
17/10/2011		18:00-21:00	5.0
17/10/2011		21:00-24:00	2.1
18/10/2011	<b>18/11/2011</b>	0:00-3:00	0.5
18/10/2011		3:00-6:00	0.2
18/10/2011		6:00-9:00	0.5
18/10/2011		9:00-12:00	0.5
18/10/2011		12:00-15:00	0.2
18/10/2011		15:00-18:00	0.2
18/10/2011		18:00-21:00	0.0
18/10/2011		21:00-24:00	0.0
19/10/2011	<b>19/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
19/10/2011		3:00-6:00	3.1
19/10/2011		6:00-9:00	28.0
19/10/2011		9:00-12:00	11.7
19/10/2011		12:00-15:00	7.5
19/10/2011		15:00-18:00	0.2
19/10/2011		18:00-21:00	0.0
19/10/2011		21:00-24:00	0.0
20/10/2011	<b>20/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
20/10/2011		3:00-6:00	0.0
20/10/2011		6:00-9:00	0.0
20/10/2011		9:00-12:00	0.0
20/10/2011		12:00-15:00	0.0
20/10/2011		15:00-18:00	0.0
20/10/2011		18:00-21:00	0.0
20/10/2011		21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Tabla 4.15 Precipitación de estación SC-9

FECHA	C/3 HORAS	DURACIÓN	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)
10/10/2011	10/11/2011	0:00-3:00	0.0
10/10/2011		3:00-6:00	0.0
10/10/2011		6:00-9:00	0.0
10/10/2011		9:00-12:00	0.0
10/10/2011		12:00-15:00	0.0
10/10/2011		15:00-18:00	0.0
10/10/2011		18:00-21:00	0.0
10/10/2011		21:00-24:00	0.0
11/10/2011	11/11/2011	0:00-3:00	6.1
11/10/2011		3:00-6:00	13.7
11/10/2011		6:00-9:00	2.1
11/10/2011		9:00-12:00	8.3
11/10/2011		12:00-15:00	3.1
11/10/2011		15:00-18:00	67.5
11/10/2011		18:00-21:00	22.7
11/10/2011		21:00-24:00	14.4
12/10/2011	12/11/2011	0:00-3:00	8.0
12/10/2011		3:00-6:00	18.4
12/10/2011		6:00-9:00	8.0
12/10/2011		9:00-12:00	17.7
12/10/2011		12:00-15:00	13.2
12/10/2011		15:00-18:00	2.1
12/10/2011		18:00-21:00	0.5
12/10/2011		21:00-24:00	7.3
13/10/2011	13/11/2011	0:00-3:00	6.8
13/10/2011		3:00-6:00	5.0
13/10/2011		6:00-9:00	4.5
13/10/2011		9:00-12:00	4.5
13/10/2011		12:00-15:00	1.2
13/10/2011		15:00-18:00	0.0
13/10/2011		18:00-21:00	0.0
13/10/2011		21:00-24:00	0.0
14/10/2011	14/11/2011	0:00-3:00	1.4
14/10/2011		3:00-6:00	6.8
14/10/2011		6:00-9:00	23.8
14/10/2011		9:00-12:00	0.0
14/10/2011		12:00-15:00	39.2
14/10/2011		15:00-18:00	12.3
14/10/2011		18:00-21:00	0.0
14/10/2011		21:00-24:00	0.0
15/10/2011	15/11/2011	0:00-3:00	0.0
15/10/2011		3:00-6:00	3.5
15/10/2011		6:00-9:00	4.0

15/10/2011		9:00-12:00	6.3
15/10/2011		12:00-15:00	7.7
15/10/2011		15:00-18:00	25.5
15/10/2011		18:00-21:00	47.0
15/10/2011		21:00-24:00	46.8
16/10/2011	<b>16/11/2011</b>	0:00-3:00	56.1
16/10/2011		3:00-6:00	11.2
16/10/2011		6:00-9:00	16.2
16/10/2011		9:00-12:00	14.3
16/10/2011		12:00-15:00	28.7
16/10/2011		15:00-18:00	8.1
16/10/2011		18:00-21:00	8.8
16/10/2011		21:00-24:00	8.8
17/10/2011	<b>17/11/2011</b>	0:00-3:00	5.2
17/10/2011		3:00-6:00	11.3
17/10/2011		6:00-9:00	8.5
17/10/2011		9:00-12:00	6.6
17/10/2011		12:00-15:00	6.4
17/10/2011		15:00-18:00	3.5
17/10/2011		18:00-21:00	5.7
17/10/2011		21:00-24:00	2.4
18/10/2011	<b>18/11/2011</b>	0:00-3:00	0.5
18/10/2011		3:00-6:00	0.3
18/10/2011		6:00-9:00	0.5
18/10/2011		9:00-12:00	0.5
18/10/2011		12:00-15:00	0.3
18/10/2011		15:00-18:00	0.2
18/10/2011		18:00-21:00	0.0
18/10/2011		21:00-24:00	0.0
19/10/2011	<b>19/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
19/10/2011		3:00-6:00	3.5
19/10/2011		6:00-9:00	31.6
19/10/2011		9:00-12:00	13.2
19/10/2011		12:00-15:00	8.5
19/10/2011		15:00-18:00	0.2
19/10/2011		18:00-21:00	0.0
19/10/2011		21:00-24:00	0.0
20/10/2011	<b>20/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
20/10/2011		3:00-6:00	0.0
20/10/2011		6:00-9:00	0.0
20/10/2011		9:00-12:00	0.0
20/10/2011		12:00-15:00	0.0
20/10/2011		15:00-18:00	0.0
20/10/2011		18:00-21:00	0.0
20/10/2011		21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Tabla 4.16 Precipitación de estación SC-10

FECHA	C/3 HORAS	DURACIÓN	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)
10/10/2011	<b>10/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
10/10/2011		3:00-6:00	0.0
10/10/2011		6:00-9:00	0.0
10/10/2011		9:00-12:00	0.0
10/10/2011		12:00-15:00	0.0
10/10/2011		15:00-18:00	0.0
10/10/2011		18:00-21:00	0.0
10/10/2011		21:00-24:00	0.0
11/10/2011	<b>11/11/2011</b>	0:00-3:00	6.4
11/10/2011		3:00-6:00	14.2
11/10/2011		6:00-9:00	2.2
11/10/2011		9:00-12:00	8.6
11/10/2011		12:00-15:00	3.2
11/10/2011		15:00-18:00	70.0
11/10/2011		18:00-21:00	23.5
11/10/2011		21:00-24:00	14.9
12/10/2011	<b>12/11/2011</b>	0:00-3:00	8.3
12/10/2011		3:00-6:00	19.1
12/10/2011		6:00-9:00	8.3
12/10/2011		9:00-12:00	18.4
12/10/2011		12:00-15:00	13.7
12/10/2011		15:00-18:00	2.2
12/10/2011		18:00-21:00	0.5
12/10/2011		21:00-24:00	7.6
13/10/2011	<b>13/11/2011</b>	0:00-3:00	7.1
13/10/2011		3:00-6:00	5.1
13/10/2011		6:00-9:00	4.7
13/10/2011		9:00-12:00	4.7
13/10/2011		12:00-15:00	1.2
13/10/2011		15:00-18:00	0.0
13/10/2011		18:00-21:00	0.0
13/10/2011		21:00-24:00	0.0
14/10/2011	<b>14/11/2011</b>	0:00-3:00	1.5
14/10/2011		3:00-6:00	7.1
14/10/2011		6:00-9:00	24.7
14/10/2011		9:00-12:00	0.0
14/10/2011		12:00-15:00	40.7
14/10/2011		15:00-18:00	12.7
14/10/2011		18:00-21:00	0.0
14/10/2011		21:00-24:00	0.0
15/10/2011	<b>15/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
15/10/2011		3:00-6:00	3.6
15/10/2011		6:00-9:00	4.1

15/10/2011		9:00-12:00	6.6
15/10/2011		12:00-15:00	8.0
15/10/2011		15:00-18:00	26.5
15/10/2011		18:00-21:00	48.8
15/10/2011		21:00-24:00	48.6
16/10/2011	<b>16/11/2011</b>	0:00-3:00	58.2
16/10/2011		3:00-6:00	11.6
16/10/2011		6:00-9:00	16.8
16/10/2011		9:00-12:00	14.8
16/10/2011		12:00-15:00	29.8
16/10/2011		15:00-18:00	8.4
16/10/2011		18:00-21:00	9.1
16/10/2011		21:00-24:00	9.1
17/10/2011	<b>17/11/2011</b>	0:00-3:00	5.4
17/10/2011		3:00-6:00	11.8
17/10/2011		6:00-9:00	8.8
17/10/2011		9:00-12:00	6.9
17/10/2011		12:00-15:00	6.6
17/10/2011		15:00-18:00	3.7
17/10/2011		18:00-21:00	5.9
17/10/2011		21:00-24:00	2.4
18/10/2011	<b>18/11/2011</b>	0:00-3:00	0.5
18/10/2011		3:00-6:00	0.3
18/10/2011		6:00-9:00	0.5
18/10/2011		9:00-12:00	0.5
18/10/2011		12:00-15:00	0.3
18/10/2011		15:00-18:00	0.2
18/10/2011		18:00-21:00	0.0
18/10/2011		21:00-24:00	0.0
19/10/2011	<b>19/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
19/10/2011		3:00-6:00	3.7
19/10/2011		6:00-9:00	32.8
19/10/2011		9:00-12:00	13.7
19/10/2011		12:00-15:00	8.8
19/10/2011		15:00-18:00	0.2
19/10/2011		18:00-21:00	0.0
19/10/2011		21:00-24:00	0.0
20/10/2011	<b>20/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
20/10/2011		3:00-6:00	0.0
20/10/2011		6:00-9:00	0.0
20/10/2011		9:00-12:00	0.0
20/10/2011		12:00-15:00	0.0
20/10/2011		15:00-18:00	0.0
20/10/2011		18:00-21:00	0.0
20/10/2011		21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

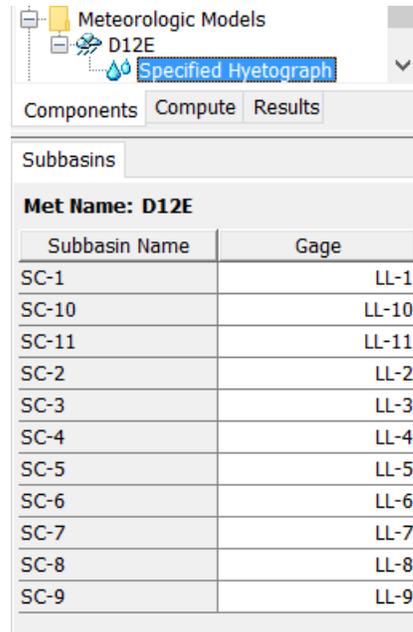
Tabla 4.17 Precipitación de estación SC-11

FECHA	C/3 HORAS	DURACIÓN	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)
10/10/2011	<b>10/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
10/10/2011		3:00-6:00	0.0
10/10/2011		6:00-9:00	0.0
10/10/2011		9:00-12:00	0.0
10/10/2011		12:00-15:00	0.0
10/10/2011		15:00-18:00	0.0
10/10/2011		18:00-21:00	0.0
10/10/2011		21:00-24:00	0.0
11/10/2011	<b>11/11/2011</b>	0:00-3:00	9.6
11/10/2011		3:00-6:00	21.3
11/10/2011		6:00-9:00	3.3
11/10/2011		9:00-12:00	12.9
11/10/2011		12:00-15:00	4.8
11/10/2011		15:00-18:00	105.2
11/10/2011		18:00-21:00	35.3
11/10/2011		21:00-24:00	22.4
12/10/2011	<b>12/11/2011</b>	0:00-3:00	12.5
12/10/2011		3:00-6:00	28.7
12/10/2011		6:00-9:00	12.5
12/10/2011		9:00-12:00	27.6
12/10/2011		12:00-15:00	20.6
12/10/2011		15:00-18:00	3.3
12/10/2011		18:00-21:00	0.7
12/10/2011		21:00-24:00	11.4
13/10/2011	<b>13/11/2011</b>	0:00-3:00	10.7
13/10/2011		3:00-6:00	7.7
13/10/2011		6:00-9:00	7.0
13/10/2011		9:00-12:00	7.0
13/10/2011		12:00-15:00	1.8
13/10/2011		15:00-18:00	0.0
13/10/2011		18:00-21:00	0.0
13/10/2011		21:00-24:00	0.0
14/10/2011	<b>14/11/2011</b>	0:00-3:00	2.2
14/10/2011		3:00-6:00	10.7
14/10/2011		6:00-9:00	37.1
14/10/2011		9:00-12:00	0.0
14/10/2011		12:00-15:00	61.0
14/10/2011		15:00-18:00	19.1
14/10/2011		18:00-21:00	0.0
14/10/2011		21:00-24:00	0.0
15/10/2011	<b>15/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
15/10/2011		3:00-6:00	5.5
15/10/2011		6:00-9:00	6.2

15/10/2011		9:00-12:00	9.8
15/10/2011		12:00-15:00	12.0
15/10/2011		15:00-18:00	39.7
15/10/2011		18:00-21:00	73.2
15/10/2011		21:00-24:00	72.8
16/10/2011	<b>16/11/2011</b>	0:00-3:00	87.5
16/10/2011		3:00-6:00	17.4
16/10/2011		6:00-9:00	25.2
16/10/2011		9:00-12:00	22.2
16/10/2011		12:00-15:00	44.9
16/10/2011		15:00-18:00	12.6
16/10/2011		18:00-21:00	13.7
16/10/2011		21:00-24:00	13.7
17/10/2011	<b>17/11/2011</b>	0:00-3:00	8.1
17/10/2011		3:00-6:00	17.7
17/10/2011		6:00-9:00	13.2
17/10/2011		9:00-12:00	10.3
17/10/2011		12:00-15:00	9.9
17/10/2011		15:00-18:00	5.5
17/10/2011		18:00-21:00	8.8
17/10/2011		21:00-24:00	3.7
18/10/2011	<b>18/11/2011</b>	0:00-3:00	0.8
18/10/2011		3:00-6:00	0.4
18/10/2011		6:00-9:00	0.8
18/10/2011		9:00-12:00	0.8
18/10/2011		12:00-15:00	0.4
18/10/2011		15:00-18:00	0.4
18/10/2011		18:00-21:00	0.0
18/10/2011		21:00-24:00	0.0
19/10/2011	<b>19/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
19/10/2011		3:00-6:00	5.5
19/10/2011		6:00-9:00	49.3
19/10/2011		9:00-12:00	20.6
19/10/2011		12:00-15:00	13.2
19/10/2011		15:00-18:00	0.4
19/10/2011		18:00-21:00	0.0
19/10/2011		21:00-24:00	0.0
20/10/2011	<b>20/11/2011</b>	0:00-3:00	0.0
20/10/2011		3:00-6:00	0.0
20/10/2011		6:00-9:00	0.0
20/10/2011		9:00-12:00	0.0
20/10/2011		12:00-15:00	0.0
20/10/2011		15:00-18:00	0.0
20/10/2011		18:00-21:00	0.0
20/10/2011		21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Figura 4.6 Modelo meteorológico en HEC-HMS



Subbasins	
Met Name: D12E	
Subbasin Name	Gage
SC-1	LL-1
SC-10	LL-10
SC-11	LL-11
SC-2	LL-2
SC-3	LL-3
SC-4	LL-4
SC-5	LL-5
SC-6	LL-6
SC-7	LL-7
SC-8	LL-8
SC-9	LL-9

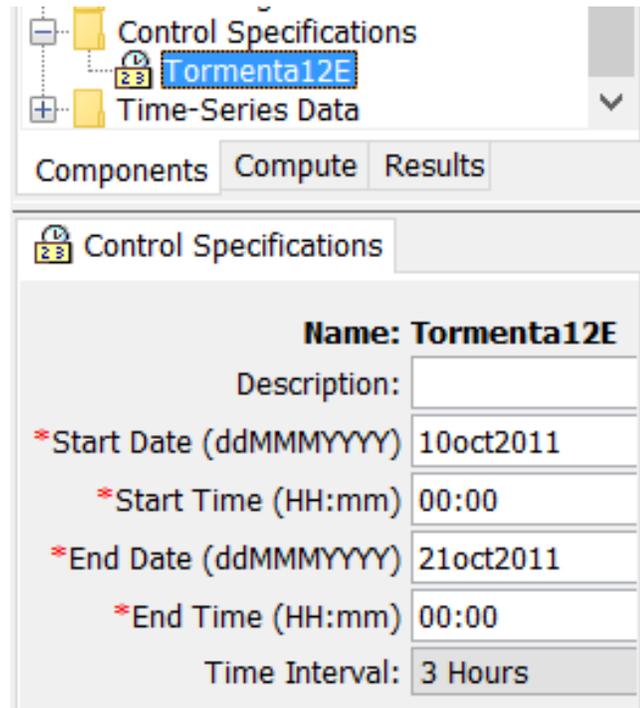
Fuente: Captura de pantalla del modelo realizado por Grupo de Tesis.

## 4.5 ESPECIFICACIONES DE CONTROL

Las especificaciones de control fijan el tiempo de duración de cada corrida de una simulación. La información en las especificaciones de control incluye una fecha de inicio, una fecha de finalización y el intervalo de tiempo de la simulación.

Para nuestro caso el tiempo de duración sería el tiempo de duración de la tormenta 12-E, la cual se dio entre los días del 10 a 20 de octubre de 2011.

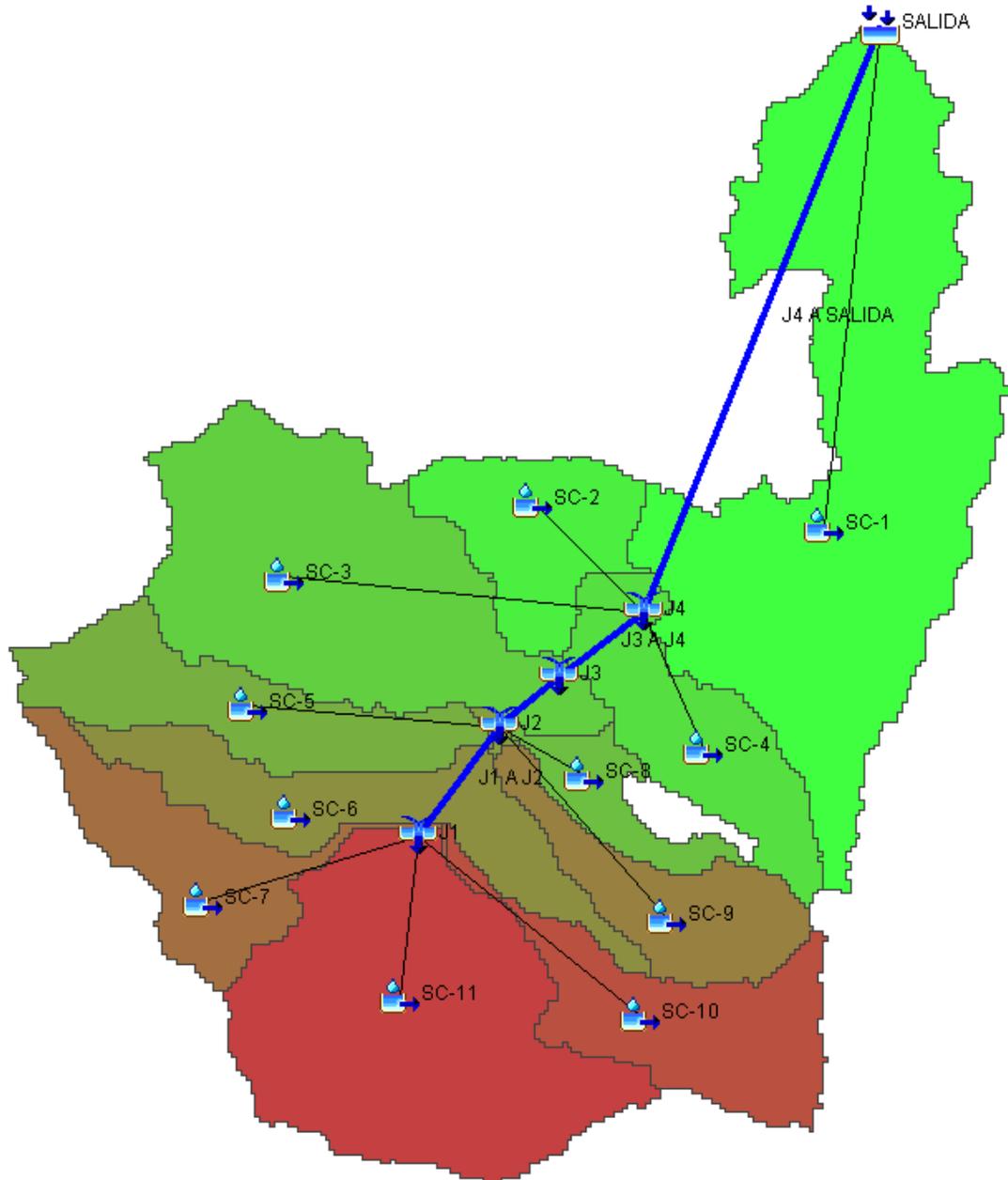
Figura 4.7 Especificaciones de Control.



Fuente: Captura de pantalla del modelo realizado por Grupo de Tesis.

A continuación se muestra una captura del modelo realizado en HEC-HMS

Figura 4.8 Modelo de cuenca en HEC-HMS.



Fuente: Captura de pantalla del modelo realizado por el Grupo de Tesis.

#### 4.6 RESULTADOS DEL MODELO

Este apartado del programa nos permite unir todos los elementos creados y ordenarle al programa que ejecute los cálculos para poder conocer los resultados. Es necesario entrelazar un modelo de cuenca, con un modelo meteorológico y las especificaciones de control. En el HEC–HMS tenemos la opción de crear más de uno de estos componentes de la cuenca, en nuestro caso solo se ha creado uno de cada elemento del programa.

Los resultados del programa dependen de la necesidad del usuario, en nuestro caso nos interesa conocer el caudal a la salida de la cuenca del río Sucio, por lo tanto le pedimos al programa que nos de la sumatoria global de los elementos que ha analizado.

El elemento de intereses es el elemento “Salida” que representa la salida física de la cuenca. El caudal que pasa por ese punto es de 2205.9 m<sup>3</sup>/seg. Este caudal será comparado con el obtenido con anterioridad en el capítulo III, el cual fue obtenido por medio del tirante máximo registrado en una estación ubicada por la cuenca del río Sucio. El caudal obtenido fue de 2358.57 m<sup>3</sup>/seg.

Para considerar el modelo calibrado, la diferencia entre ambos caudales deberá ser menor al 10%.

$$\% \text{ de Variación} = \frac{2358.57 - 2205.9}{2358.57} * 100\%$$

$$\% \text{ de Variación} = 6.47\%$$

Con un porcentaje de variación 6.47% se considera que el modelo esta calibrado. La premisa en la que trabajan los modelos de simulación hidrológica, es que si un determinado modelo es capaz de reproducir situaciones sucedidas de un sistema físico cuyo parámetro de entrada, acciones exteriores y evolución conocemos, es bastante presumible que será capaz de predecir situaciones futuras, permitiéndonos anticipar en el tiempo la evolución del sistema. Para este trabajo de investigación la simulación hidrológica no será usada para predecir situaciones futuras, sino para evaluar la base de precipitación CMORPH por medio de la comparación de caudales de salida.

Figura: 4.9 Caudal de salida de la depresión tropical 12E con datos de precipitación de estaciones pluviométricas

Project: CSucio Simulation Run: CSUCIO

Start of Run: 10oct2011, 00:00 Basin Model: CSucio  
 End of Run: 21oct2011, 00:00 Meteorologic Model: D12E  
 Compute Time: 14mar2016, 21:20:45 Control Specifications: Tormenta12E

Show Elements: All Elements Volume Uni...  MM  1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage A... (KM2)	Peak Disch... (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
SC-11	129.76	988.0	16oct2011, 00:00	1012.19
SC-10	53.06	266.6	16oct2011, 03:00	654.79
SC-7	42.93	278.4	16oct2011, 00:00	881.78
J1	225.75	1492.8	16oct2011, 00:00	903.39
J1 A J2	225.75	1336.3	16oct2011, 00:00	903.39
SC-5	51.00	207.8	16oct2011, 00:00	537.59
SC-9	37.15	179.5	16oct2011, 00:00	627.05
SC-8	17.63	75.3	16oct2011, 00:00	552.59
J2	331.53	1799.1	16oct2011, 00:00	797.50
J3	331.53	1799.1	16oct2011, 00:00	797.50
J3 A J4	331.53	1665.1	16oct2011, 03:00	797.50
SC-3	119.20	485.5	16oct2011, 00:00	536.60
SC-4	47.84	209.4	16oct2011, 00:00	571.31
SC-2	40.50	165.4	16oct2011, 00:00	541.53
J4	539.07	2472.2	16oct2011, 00:00	700.50
J4 A SALIDA	539.07	1906.2	16oct2011, 06:00	700.41
SC 1	269.32	852.1	16oct2011, 00:00	534.74
SALIDA	748.39	2205.9	16oct2011, 00:00	654.08
SC-6	52.26	215.1	16oct2011, 00:00	529.84

Fuente: Captura de pantalla del modelo realizado por Grupo de Tesis.

**CAPÍTULO V**

**VERIFICACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS**

**POR EL CMORPH**

## **5.0 INTRODUCCIÓN**

Durante los últimos años, el ser humano se ha visto en la necesidad urgente de evaluar los problemas ambientales, los cuales con el pasar del tiempo han ido en aumento cada vez más, debido al cambio climático; por lo que se vuelve necesario buscar otros medios de estudio que sean eficientes, tanto desde el punto de vista técnico, como económico. La utilización de dispositivos de monitoreo ambiental de cobertura areal, se ha vuelto un tema de estudio importante a fin de comparar estos dispositivos, con los métodos convencionales de captura de datos. Es por ello que en el presente capítulo presentamos un método de medición a través de sensores remotos, los cuales permiten obtener información de un objeto, sin tener que estar en contacto directo con él, además de brindarnos mayor cantidad de información. En nuestro caso estudiaremos la base de datos satelital de estimaciones de precipitación CMORPH, este método nos proporciona datos de precipitación cada cierto período de horas; por lo que también se analizará la confiabilidad que tienen dichos datos para ser usados en el país.

### **5.1 SENSORES REMOTOS**

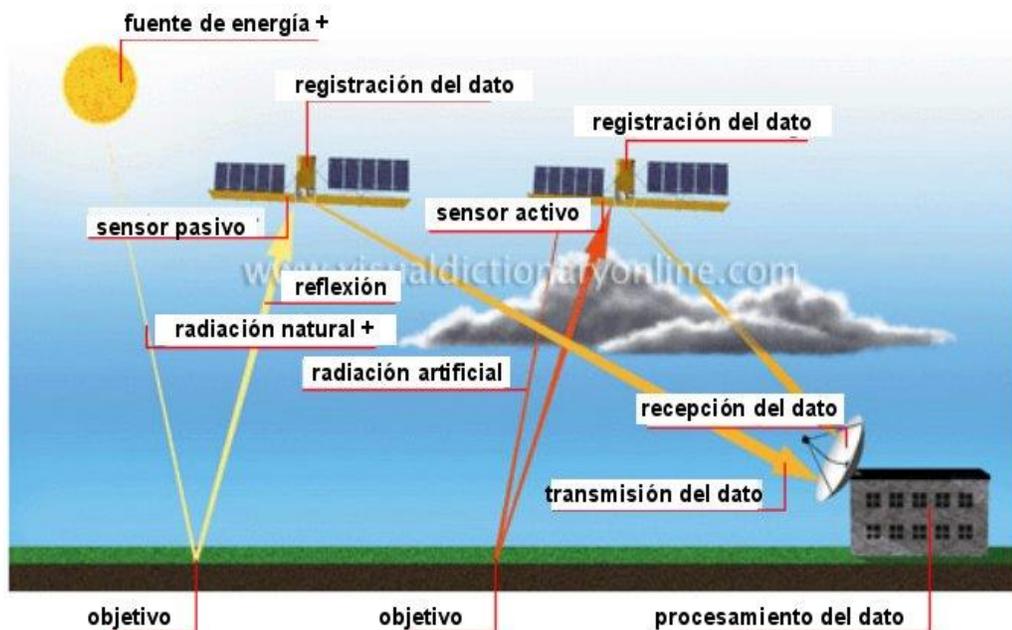
#### **5.1.1 GENERALIDADES**

Sensores Remotos es la ciencia y arte de obtener información acerca de un objeto, área, o fenómeno, utilizando sistemas de registro que no están en contacto con el objeto, área, o fenómeno bajo investigación.

Los dos principales procesos de los sensores remotos son la adquisición de datos y el análisis de los mismos.

La energía proviene de una fuente que es el sol, se propaga a través de la atmósfera, incide en la superficie de la tierra, se produce una retransmisión de la energía a través de la atmósfera y los sensores en las aeronaves y espacio naves la detectan. Esto da como resultando la generación por parte del sensor de datos en forma de fotografías y o digitales. Luego se realiza el análisis de los datos, una vez chequeada la fidelidad de los datos se comienza a extraer información, la que luego puede ser enviada a capas de información (layers) en un Sistema de Información Geográfica (GIS).

Figura 5.1 Funcionamiento de los sensores remoto.



Fuente: Facultad de Ciencias Astronómicas y Físicas Universidad de Plata, Argentina.

De acuerdo a la plataforma donde se ubique el sensor, se distinguen tres tipos de sistemas de teledetección: terrestre, aéreo y espacial.

- Sensor terrestre: La plataforma es un trípode, una torre de observación, etc., sobre la cual se instala el sensor. Por medio de este sensor se logran datos muy precisos pero su costo es muy alto. Su principal limitación es el campo de visión, por ello se utiliza para obtener muestras de datos de terreno de pequeñas zonas.
- Sensor Aéreo: En estos casos las plataformas utilizadas pueden ser helicópteros, avionetas y aviones. Su característica más importante es su alta resolución espacial; sin embargo, posee una resolución temporal muy variable.

En los sensores aéreos se pueden diferenciar dos tipos: los ópticos y los electrónicos. En los primeros los objetos quedan plasmados en un papel fotosensible (película), luego mediante la técnica de revelado se logran los productos fotogramétricos. En los sensores electrónicos la información es almacenada en un formato digital, conocido como ráster.

- Sensor Espacial: Las plataformas que se utilizan en esos sistemas son naves espaciales, estaciones orbitales o satélites autónomos que giran alrededor de la tierra, estos últimos son los de mayor utilización.

Los satélites autónomos varían de acuerdo con el tipo de orbita que utilizan, estos son:

- Satélites de órbita polar: Estos satélites reciben este nombre por el tipo de orbita. En lugar de girar alrededor de la tierra en sentido de los paralelos, lo hacen pasando por los polos. Como a la vez la tierra también gira se produce un barrido total de la superficie. Estos satélites ofrecen mayor resolución que otro tipo de satélite, debido a su cercanía con la tierra. Estados Unidos tiene una serie de satélites meteorológicos

polares de la NOAA<sup>15</sup>, como el NOAA 17 y NOAA 18 como satélites principales. El NOAA 15 y el NOAA 16 como secundarios, NOAA 14 como suplente.

- Satélites de órbita geoestacionaria: Estos satélites orbitan alrededor de la tierra. Debido a su órbita permanecen estáticos respecto al movimiento de rotación terrestre y por tanto pueden grabar o transmitir imágenes del hemisferio que tienen debajo continuamente con sus señales de luz visible e infrarrojos. Existen varios satélites geoestacionarios. Los Estados Unidos tienen dos en funcionamiento el GOES-11<sup>16</sup> que se sitúa sobre el río Amazonas y el GOES-12 se sitúa sobre el océano pacífico.

En las imágenes de luz visible obtenidas por los satélites se pueden apreciar las nubes, sistemas nublosos como frentes y tormentas tropicales, lagos, bosques, montañas, nieve, fuegos y polución como humo, smog y polvo. Las imágenes térmicas o de infrarrojos pueden determinar la altura y tipo de nubes, calcular las temperaturas de superficie de tierra y mar y localizar características del relieve oceánico.

La información obtenida a través de sensores remotos cumple las siguientes características:

- a) Es global: Abarcando grandes áreas, con buena resolución espacial.
- b) Es objetiva: siempre y cuando se recoja con sensores calibrados.
- c) Es periódica: Pues puede ser recogida en diferentes intervalos de tiempo.
- d) Es digital: Es por tanto, susceptible de tratamiento informático.

---

<sup>15</sup> NOAA: Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (National Oceanic and Atmospheric Administration) de los Estados Unidos, es la agencia científica encargada de proporcionar el tiempo meteorológico.

<sup>16</sup> GOES: Satellite Geoestacionario Operacional Ambiental (Geoestationary Operational Environmental Satellite).

### 5.1.2 CMORPH

CMORPH es un método que produce estimaciones de precipitación global de microondas pasivo y datos infrarrojos a alta resolución espacial y temporal.

Esta técnica utiliza estimaciones de precipitación que se han derivado de las observaciones de microondas por satélite bajo orbitador exclusivamente, y cuyas características son transportadas a través de la información de propagación espacial que se obtiene en su totalidad a partir de datos IR<sup>17</sup>. En la actualidad se incorporan estimaciones de precipitación derivados de las microondas pasivos a bordo del NOAA-15, 16, 17 y 18.

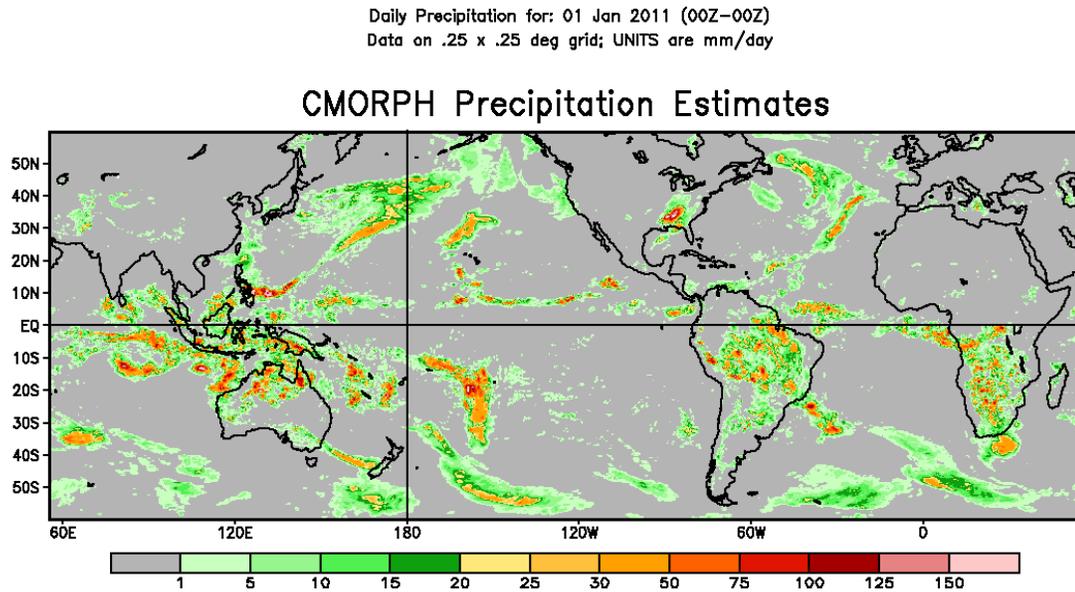
Con respecto a la resolución espacial, aunque las estimaciones Precipitación están disponibles en una rejilla con un espaciado de 8 de km (en el ecuador), la resolución de las estimaciones individuales derivados de satélites es más gruesa, del orden de 12 x 15 km más o menos. La "resolución" más fina se obtiene por interpolación.

Estas estimaciones cuentan con una resolución temporal máxima de media hora. En este trabajo de grado se tomó la precipitación acumulados en períodos de 3 horas.

---

<sup>17</sup> IR: Espectroscopia infrarroja (Espectroscopia IR) es la rama de la espectroscopia que trata con la parte infrarroja del espectro electromagnético.

Figura 5.2 Visualización gráfica de la distribución de la lluvia mediante CMORPH.



Fuente: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

## 5.2 ANÁLISIS DE LOS DATOS PROPORCIONADOS POR LA BASE DE DATOS CMORPH

Existen diversas formas de procesar los datos de CMORPH, en investigaciones realizadas por el Grupo de Tesis, se obtuvieron los datos de IRI Biblioteca de datos climáticos<sup>18</sup>, el cual es un poderoso almacén de datos disponible libremente en línea y una herramienta de análisis que permite visualizar, analizar, y bajar cientos de terabites<sup>19</sup> de datos relacionados al clima, a través de un navegador estándar del internet. Dicha base de datos arroja datos de precipitación promedio, cada tres horas y cada veinticuatro horas.

<sup>18</sup> <http://iridl.ldeo.columbia.edu/>

<sup>19</sup> Terabyte es una unidad de cantidad de información cuyo símbolo es el TB, y equivale a 1012 (1.000.000.000.000 -un billón-) de bytes.

Con la ayuda del Google Earth<sup>20</sup>, se ubicó la cuenca del río Sucio y se marcaron las estaciones pluviométricas que se encuentran en las cercanías y dentro de la cuenca, posteriormente se simuló una cuadrícula y se tomaron cuatro puntos que servirían de como referencia para delimitar el contorno de la cuenca.

Figura 5.3 Ventana de base de datos de IRI.

The screenshot shows the IRI Data Library interface. At the top, there is a search bar with the text "NOAA NCEP CPC CMORPH 3-hourly mean morphed cmorph" and coordinates "0 - 0" and "60S - 60N", along with a date range "7 Dec 2002 - 5 Feb 2016". Below the search bar is a navigation menu with tabs: "Descripción", "Documentación", "Visualización", "Filtros de Datos", "Selección de Datos", "Archivos de Datos", "Tablas de Datos", and "Modo Experto". The "Descripción" tab is selected, showing a breadcrumb trail: "SOURCES - NOAA - NCEP - CPC - CMORPH - 3-hourly - mean - morphed - cmorph". The main content area displays the title "NOAA NCEP CPC CMORPH 3-hourly mean morphed cmorph: estimated precipitation data" and a description: "estimated precipitation from NOAA NCEP CPC CMORPH 3-hourly mean morphed: CMORPH V0px RAW 3-hourly appended to CMORPH 3-hourly orignames morphed." Below this is the section "Variables Independientes (Grillas)" with details for Time, Longitude, and Latitude. The "Otra Info" section lists metadata such as bufferwordsize, datatype, missing\_value, pointwidth, units, and standard\_units. The history section shows the data was appended from NOAA NCEP CPC CMORPH V0px RAW 3-hourly data.

Fuente: IRI biblioteca virtual de datos climáticos.

Se tomaron los datos de precipitación de CMORPH para un período de 3 horas, tal y como se procesaron los datos del pluviómetro. Para poder acceder a los datos, se introdujeron las coordenadas, fecha y rango de horas de la cuales se desea información. A modo de ejemplo, se solicitó información del 11 de

<sup>20</sup> Google Earth: es un programa informático que muestra un globo virtual que permite visualizar múltiple cartografía, con base en la fotografía satelital.

Octubre del 2011, del rango de 15:00-18:00 horas, el mismo procedimiento se realizó para obtener la precipitación de toda la depresión tropical 12E.

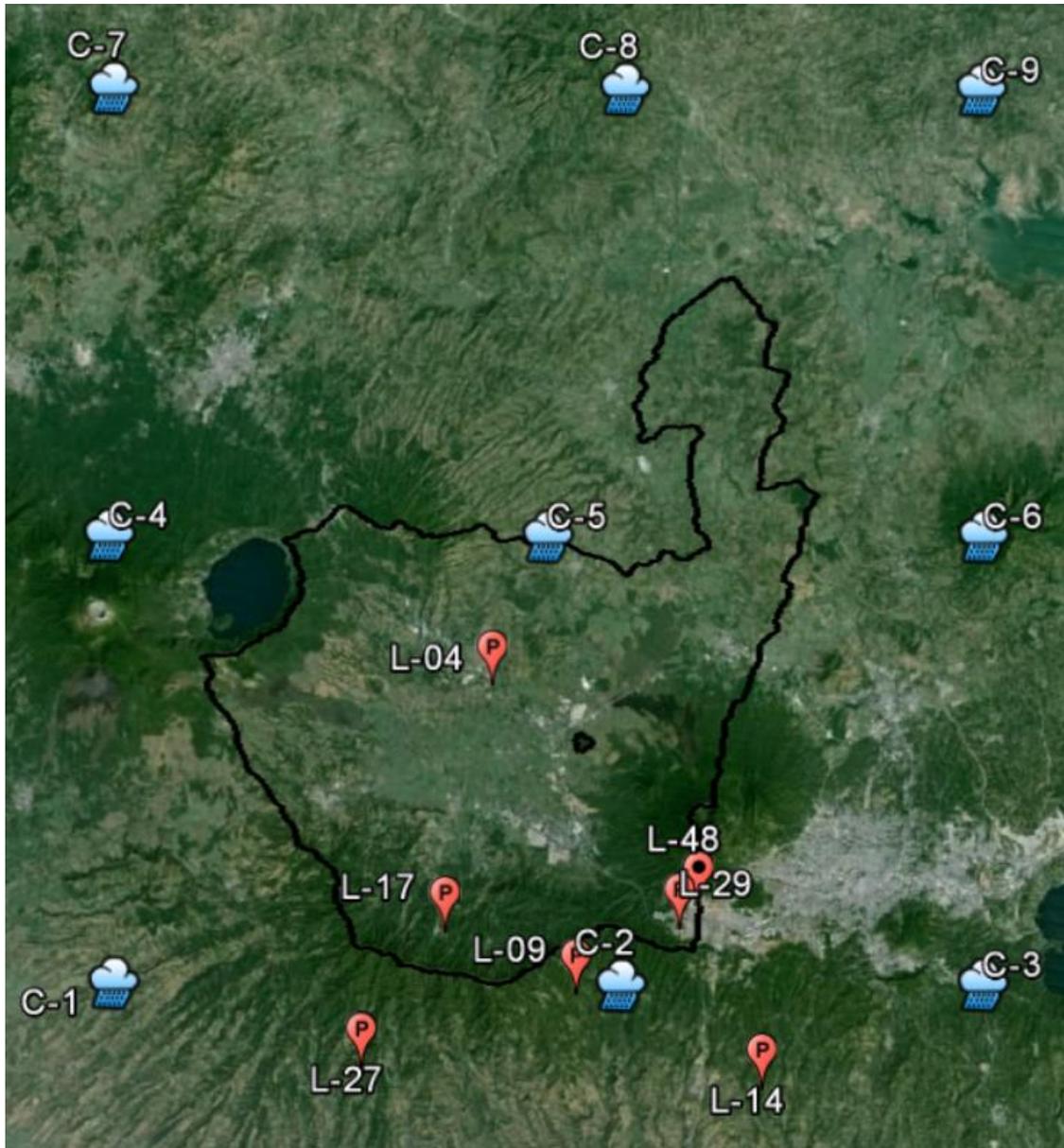
Figura 5.4 Delimitación de puntos con coordenadas a introducir a CMORPH.



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis, en Google Earth.



Figura 5.6 Estaciones Pluviométricas y estaciones CMORPH.



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis, en Google Earth.

Como se puede observar en la figura 5. Las estaciones de CMORPH más cercanas a las estaciones pluviométricas son: la estación C-5<sup>21</sup> que está

<sup>21</sup> C hace referencia a estaciones CMORPH.

cercana a la estación L-04 ambas ubicadas dentro de la cuenca. Y la estación L-09 y C-02 ambas ubicadas fuera de la cuenca. Estas estaciones en particular se toman como referencia para comparar los hietogramas. De igual se procedió para calcular la precipitación de todas las estaciones a intervalo de tres horas durante los días que duró la depresión 12E.

La precipitación que nos brinda la base de datos es una precipitación promedio de tres horas, por lo que se calculó la precipitación acumulada cada tres horas, para cada una de las estaciones, en la siguiente tabla se muestra el ajuste que se le realizó en la estación C-1, y el mismo procedimiento se utilizó para las demás estaciones.

Tabla 5.1 Datos de precipitación de la depresión tropical 12E de CMORPH.

FECHA	DURACIÓN	PRECIPITACIÓN PROMEDIO	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)
10/10/2011	0:00-3:00	0.0333	0.1
10/10/2011	3:00-6:00	0.0000	0.0
10/10/2011	6:00-9:00	0.0000	0.0
10/10/2011	9:00-12:00	0.0000	0.0
10/10/2011	12:00-15:00	0.0000	0.0
10/10/2011	15:00-18:00	0.0000	0.0
10/10/2011	18:00-21:00	0.0000	0.0
10/10/2011	21:00-24:00	0.0000	0.0
11/10/2011	0:00-3:00	1.5958	4.8
11/10/2011	3:00-6:00	0.7688	2.3
11/10/2011	6:00-9:00	0.3979	1.2
11/10/2011	9:00-12:00	0.2833	0.8
11/10/2011	12:00-15:00	0.5250	1.6
11/10/2011	15:00-18:00	2.8188	8.5
11/10/2011	18:00-21:00	5.3542	16.1
11/10/2011	21:00-24:00	7.0563	21.2
12/10/2011	0:00-3:00	11.9938	36.0
12/10/2011	3:00-6:00	12.1833	36.5
12/10/2011	6:00-9:00	11.2354	33.7
12/10/2011	9:00-12:00	10.1646	30.5
12/10/2011	12:00-15:00	5.5854	16.8
12/10/2011	15:00-18:00	3.1354	9.4
12/10/2011	18:00-21:00	1.3958	4.2
12/10/2011	21:00-24:00	0.1271	0.4
13/10/2011	0:00-3:00	0.0000	0.0
13/10/2011	3:00-6:00	0.5021	1.5
13/10/2011	6:00-9:00	0.0604	0.2
13/10/2011	9:00-12:00	1.2333	3.7
13/10/2011	12:00-15:00	2.4521	7.4
13/10/2011	15:00-18:00	1.6208	4.9
13/10/2011	18:00-21:00	3.8229	11.5
13/10/2011	21:00-24:00	1.0500	3.2
14/10/2011	0:00-3:00	0.0521	0.2
14/10/2011	3:00-6:00	0.0021	0.0
14/10/2011	6:00-9:00	0.0000	0.0
14/10/2011	9:00-12:00	0.0417	0.1
14/10/2011	12:00-15:00	0.0417	0.1
14/10/2011	15:00-18:00	0.0417	0.1
14/10/2011	18:00-21:00	0.0417	0.1
14/10/2011	21:00-24:00	0.0417	0.1
15/10/2011	0:00-3:00	0.2875	0.9
15/10/2011	3:00-6:00	0.2875	0.9
15/10/2011	6:00-9:00	0.0000	0.0
15/10/2011	9:00-12:00	0.2875	0.9
15/10/2011	12:00-15:00	0.5792	1.7

15/10/2011	15:00-18:00	0.3854	1.2
15/10/2011	18:00-21:00	1.1188	3.4
15/10/2011	21:00-24:00	3.2417	9.7
16/10/2011	0:00-3:00	3.6708	11.0
16/10/2011	3:00-6:00	4.6125	13.8
16/10/2011	6:00-9:00	4.5083	13.5
16/10/2011	9:00-12:00	2.4646	7.4
16/10/2011	12:00-15:00	2.4646	7.4
16/10/2011	15:00-18:00	2.7104	8.1
16/10/2011	18:00-21:00	2.7104	8.1
16/10/2011	21:00-24:00	0.1813	0.5
17/10/2011	0:00-3:00	0.9521	2.9
17/10/2011	3:00-6:00	1.2229	3.7
17/10/2011	6:00-9:00	0.0042	0.0
17/10/2011	9:00-12:00	0.0000	0.0
17/10/2011	12:00-15:00	0.0000	0.0
17/10/2011	15:00-18:00	0.0000	0.0
17/10/2011	18:00-21:00	0.0000	0.0
17/10/2011	21:00-24:00	0.0000	0.0
18/10/2011	0:00-3:00	0.0063	0.0
18/10/2011	3:00-6:00	0.0000	0.0
18/10/2011	6:00-9:00	0.0000	0.0
18/10/2011	9:00-12:00	0.0000	0.0
18/10/2011	12:00-15:00	0.0000	0.0
18/10/2011	15:00-18:00	0.0000	0.0
18/10/2011	18:00-21:00	0.0000	0.0
18/10/2011	21:00-24:00	0.0000	0.0
19/10/2011	0:00-3:00	0.0000	0.0
19/10/2011	3:00-6:00	0.1458	0.4
19/10/2011	6:00-9:00	0.1458	0.4
19/10/2011	9:00-12:00	0.1458	0.4
19/10/2011	12:00-15:00	3.1250	9.4
19/10/2011	15:00-18:00	3.5667	10.7
19/10/2011	18:00-21:00	3.3042	9.9
19/10/2011	21:00-24:00	3.3042	9.9
20/10/2011	0:00-3:00	0.2417	0.7
20/10/2011	3:00-6:00	0.0000	0.0
20/10/2011	6:00-9:00	0.0000	0.0
20/10/2011	9:00-12:00	0.0000	0.0
20/10/2011	12:00-15:00	0.0000	0.0
20/10/2011	15:00-18:00	0.0000	0.0
20/10/2011	18:00-21:00	0.0000	0.0
20/10/2011	21:00-24:00	0.0000	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis, con datos de IRI biblioteca de datos climáticos.

En la siguiente tabla se muestra la precipitación acumulada de cada estación, durante la depresión tropical 12E, del 11 de octubre al 20 de octubre del 2011.

Tabla 5.2 Valores de lluvia acumulados durante la depresión tropical 12E.

<b>ESTACIÓN</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>LATITUD</b>	<b>PRECIPITACIÓN ACUMULADA (MM)</b>
ESTACIÓN-1	89.625W	13.625N	401.3
ESTACIÓN-2	89.375W	13.625N	356.0
ESTACIÓN-3	89.125W	13.625N	319.5
ESTACIÓN-4	89.625W	13.875N	394.0
ESTACIÓN-5	89.375W	13.875N	315.5
ESTACIÓN-6	89.125W	13.875N	201.3
ESTACIÓN-7	89.625W	14.125N	379.7
ESTACIÓN-8	89.375W	14.125N	271.4
ESTACIÓN-9	89.125W	14.125N	159.1

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis, con base a datos proporcionados por el MARN.

A simple vista se puede observar que la precipitación acumulada registrada por CMORPH es significativamente menor a la registrada por las estaciones pluviométricas ubicadas dentro y en las cercanías de la cuenca del río Sucio.

### **5.3 ELABORACIÓN DE HIETOGRAMA CON LOS DATOS DE PRECIPITACIÓN DE CMORPH**

Una vez procesados los datos, como se mostró anteriormente, se realizarán los hietogramas para cada estación, en base a los datos procesados de CMORPH.

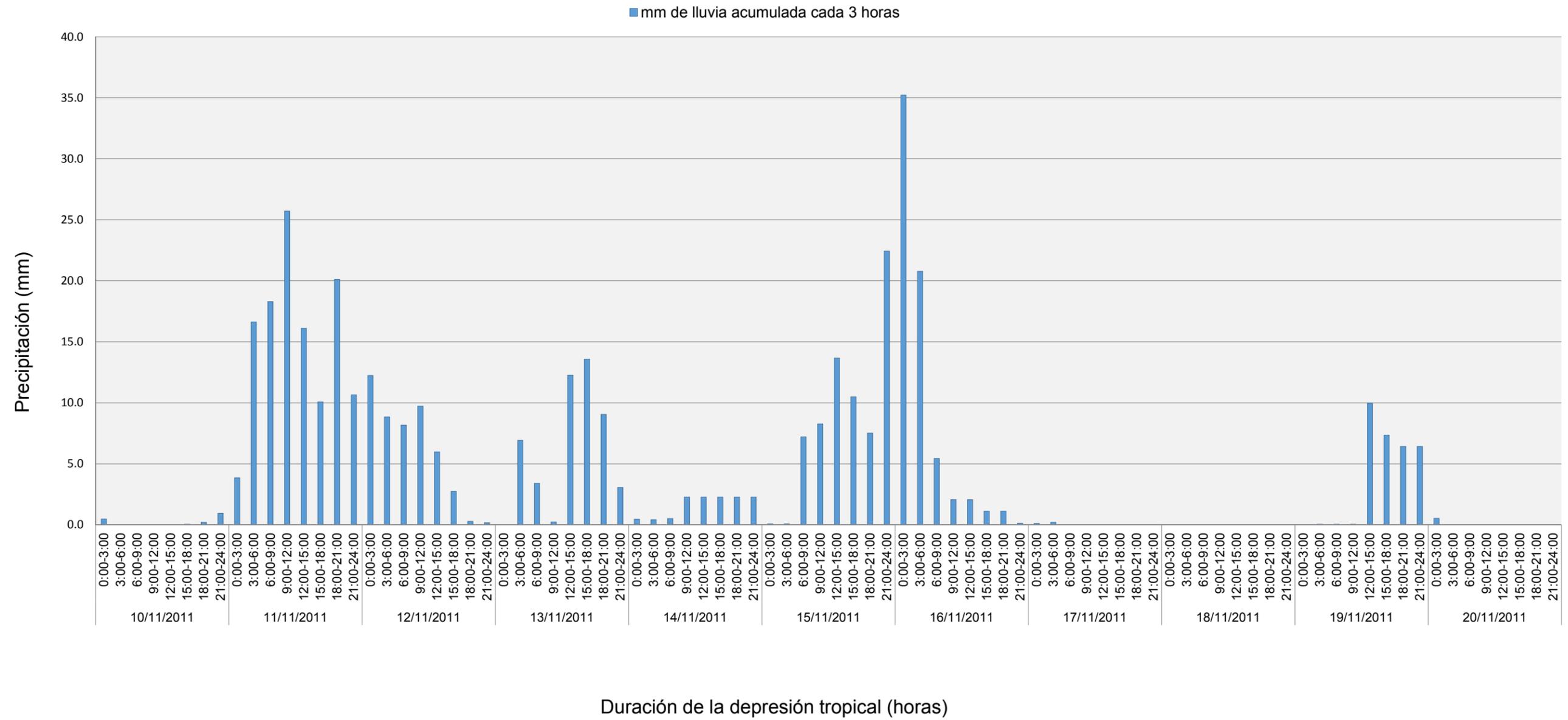
Tabla 5.3 Datos de precipitación de Estación C-1 CMORPH.

FECHA	DURACIÓN	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)
10/10/2011	0:00-3:00	0.5
10/10/2011	3:00-6:00	0.0
10/10/2011	6:00-9:00	0.0
10/10/2011	9:00-12:00	0.0
10/10/2011	12:00-15:00	0.0
10/10/2011	15:00-18:00	0.1
10/10/2011	18:00-21:00	0.2
10/10/2011	21:00-24:00	0.9
11/10/2011	0:00-3:00	3.9
11/10/2011	3:00-6:00	16.6
11/10/2011	6:00-9:00	18.3
11/10/2011	9:00-12:00	25.7
11/10/2011	12:00-15:00	16.1
11/10/2011	15:00-18:00	10.1
11/10/2011	18:00-21:00	20.1
11/10/2011	21:00-24:00	10.7
12/10/2011	0:00-3:00	12.2
12/10/2011	3:00-6:00	8.8
12/10/2011	6:00-9:00	8.2
12/10/2011	9:00-12:00	9.7
12/10/2011	12:00-15:00	6.0
12/10/2011	15:00-18:00	2.7
12/10/2011	18:00-21:00	0.3
12/10/2011	21:00-24:00	0.2
13/10/2011	0:00-3:00	0.0
13/10/2011	3:00-6:00	6.9
13/10/2011	6:00-9:00	3.4
13/10/2011	9:00-12:00	0.2
13/10/2011	12:00-15:00	12.3
13/10/2011	15:00-18:00	13.6
13/10/2011	18:00-21:00	9.0
13/10/2011	21:00-24:00	3.1
14/10/2011	0:00-3:00	0.5
14/10/2011	3:00-6:00	0.4
14/10/2011	6:00-9:00	0.5
14/10/2011	9:00-12:00	2.3
14/10/2011	12:00-15:00	2.3
14/10/2011	15:00-18:00	2.3
14/10/2011	18:00-21:00	2.3
14/10/2011	21:00-24:00	2.3
15/10/2011	0:00-3:00	0.1
15/10/2011	3:00-6:00	0.1
15/10/2011	6:00-9:00	7.2
15/10/2011	9:00-12:00	8.3
15/10/2011	12:00-15:00	13.7

15/10/2011	15:00-18:00	10.5
15/10/2011	18:00-21:00	7.5
15/10/2011	21:00-24:00	22.4
16/10/2011	0:00-3:00	35.2
16/10/2011	3:00-6:00	20.8
16/10/2011	6:00-9:00	5.4
16/10/2011	9:00-12:00	2.1
16/10/2011	12:00-15:00	2.1
16/10/2011	15:00-18:00	1.1
16/10/2011	18:00-21:00	1.1
16/10/2011	21:00-24:00	0.1
17/10/2011	0:00-3:00	0.1
17/10/2011	3:00-6:00	0.2
17/10/2011	6:00-9:00	0.0
17/10/2011	9:00-12:00	0.0
17/10/2011	12:00-15:00	0.0
17/10/2011	15:00-18:00	0.0
17/10/2011	18:00-21:00	0.0
17/10/2011	21:00-24:00	0.0
18/10/2011	0:00-3:00	0.0
18/10/2011	3:00-6:00	0.0
18/10/2011	6:00-9:00	0.0
18/10/2011	9:00-12:00	0.0
18/10/2011	12:00-15:00	0.0
18/10/2011	15:00-18:00	0.0
18/10/2011	18:00-21:00	0.0
18/10/2011	21:00-24:00	0.0
19/10/2011	0:00-3:00	0.0
19/10/2011	3:00-6:00	0.1
19/10/2011	6:00-9:00	0.1
19/10/2011	9:00-12:00	0.1
19/10/2011	12:00-15:00	10.0
19/10/2011	15:00-18:00	7.4
19/10/2011	18:00-21:00	6.4
19/10/2011	21:00-24:00	6.4
20/10/2011	0:00-3:00	0.5
20/10/2011	3:00-6:00	0.0
20/10/2011	6:00-9:00	0.0
20/10/2011	9:00-12:00	0.0
20/10/2011	12:00-15:00	0.0
20/10/2011	15:00-18:00	0.0
20/10/2011	18:00-21:00	0.0
20/10/2011	21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis, con datos de IRI biblioteca de datos climáticos.

Figura 5.7 Hietograma de la depresión tropical 12-E  
Estación C-1 CMORPH



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis

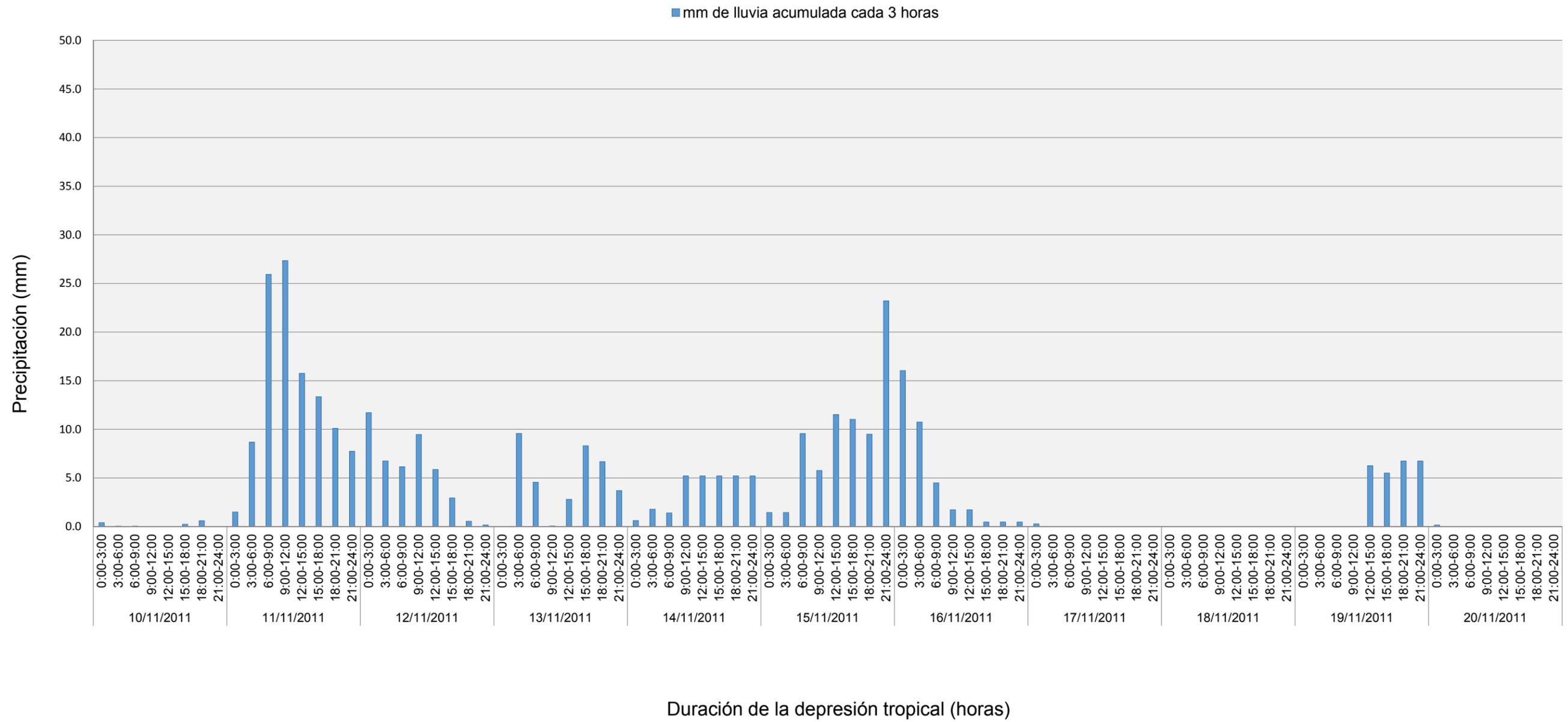
Tabla 5.4 Datos de precipitación de Estación C-2 CMORPH.

FECHA	DURACIÓN	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)
10/10/2011	0:00-3:00	0.4
10/10/2011	3:00-6:00	0.0
10/10/2011	6:00-9:00	0.0
10/10/2011	9:00-12:00	0.0
10/10/2011	12:00-15:00	0.0
10/10/2011	15:00-18:00	0.2
10/10/2011	18:00-21:00	0.6
10/10/2011	21:00-24:00	0.0
11/10/2011	0:00-3:00	1.5
11/10/2011	3:00-6:00	8.7
11/10/2011	6:00-9:00	25.9
11/10/2011	9:00-12:00	27.3
11/10/2011	12:00-15:00	15.8
11/10/2011	15:00-18:00	13.4
11/10/2011	18:00-21:00	10.1
11/10/2011	21:00-24:00	7.7
12/10/2011	0:00-3:00	11.7
12/10/2011	3:00-6:00	6.7
12/10/2011	6:00-9:00	6.2
12/10/2011	9:00-12:00	9.5
12/10/2011	12:00-15:00	5.9
12/10/2011	15:00-18:00	2.9
12/10/2011	18:00-21:00	0.5
12/10/2011	21:00-24:00	0.2
13/10/2011	0:00-3:00	0.0
13/10/2011	3:00-6:00	9.6
13/10/2011	6:00-9:00	4.6
13/10/2011	9:00-12:00	0.1
13/10/2011	12:00-15:00	2.8
13/10/2011	15:00-18:00	8.3
13/10/2011	18:00-21:00	6.7
13/10/2011	21:00-24:00	3.7
14/10/2011	0:00-3:00	0.6
14/10/2011	3:00-6:00	1.8
14/10/2011	6:00-9:00	1.4
14/10/2011	9:00-12:00	5.2
14/10/2011	12:00-15:00	5.2
14/10/2011	15:00-18:00	5.2
14/10/2011	18:00-21:00	5.2
14/10/2011	21:00-24:00	5.2
15/10/2011	0:00-3:00	1.4
15/10/2011	3:00-6:00	1.4
15/10/2011	6:00-9:00	9.6
15/10/2011	9:00-12:00	5.8
15/10/2011	12:00-15:00	11.5

15/10/2011	15:00-18:00	11.0
15/10/2011	18:00-21:00	9.5
15/10/2011	21:00-24:00	23.2
16/10/2011	0:00-3:00	16.0
16/10/2011	3:00-6:00	10.7
16/10/2011	6:00-9:00	4.5
16/10/2011	9:00-12:00	1.7
16/10/2011	12:00-15:00	1.7
16/10/2011	15:00-18:00	0.5
16/10/2011	18:00-21:00	0.5
16/10/2011	21:00-24:00	0.5
17/10/2011	0:00-3:00	0.3
17/10/2011	3:00-6:00	0.0
17/10/2011	6:00-9:00	0.0
17/10/2011	9:00-12:00	0.0
17/10/2011	12:00-15:00	0.0
17/10/2011	15:00-18:00	0.0
17/10/2011	18:00-21:00	0.0
17/10/2011	21:00-24:00	0.0
18/10/2011	0:00-3:00	0.0
18/10/2011	3:00-6:00	0.0
18/10/2011	6:00-9:00	0.0
18/10/2011	9:00-12:00	0.0
18/10/2011	12:00-15:00	0.0
18/10/2011	15:00-18:00	0.0
18/10/2011	18:00-21:00	0.0
18/10/2011	21:00-24:00	0.0
19/10/2011	0:00-3:00	0.0
19/10/2011	3:00-6:00	0.0
19/10/2011	6:00-9:00	0.0
19/10/2011	9:00-12:00	0.0
19/10/2011	12:00-15:00	6.3
19/10/2011	15:00-18:00	5.5
19/10/2011	18:00-21:00	6.7
19/10/2011	21:00-24:00	6.7
20/10/2011	0:00-3:00	0.2
20/10/2011	3:00-6:00	0.0
20/10/2011	6:00-9:00	0.0
20/10/2011	9:00-12:00	0.0
20/10/2011	12:00-15:00	0.0
20/10/2011	15:00-18:00	0.0
20/10/2011	18:00-21:00	0.0
20/10/2011	21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis, con datos de IRI biblioteca de datos climáticos.

Figura 5.8 Hietograma de la depresión tropical 12-E  
Estación C-2 CMORPH



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis

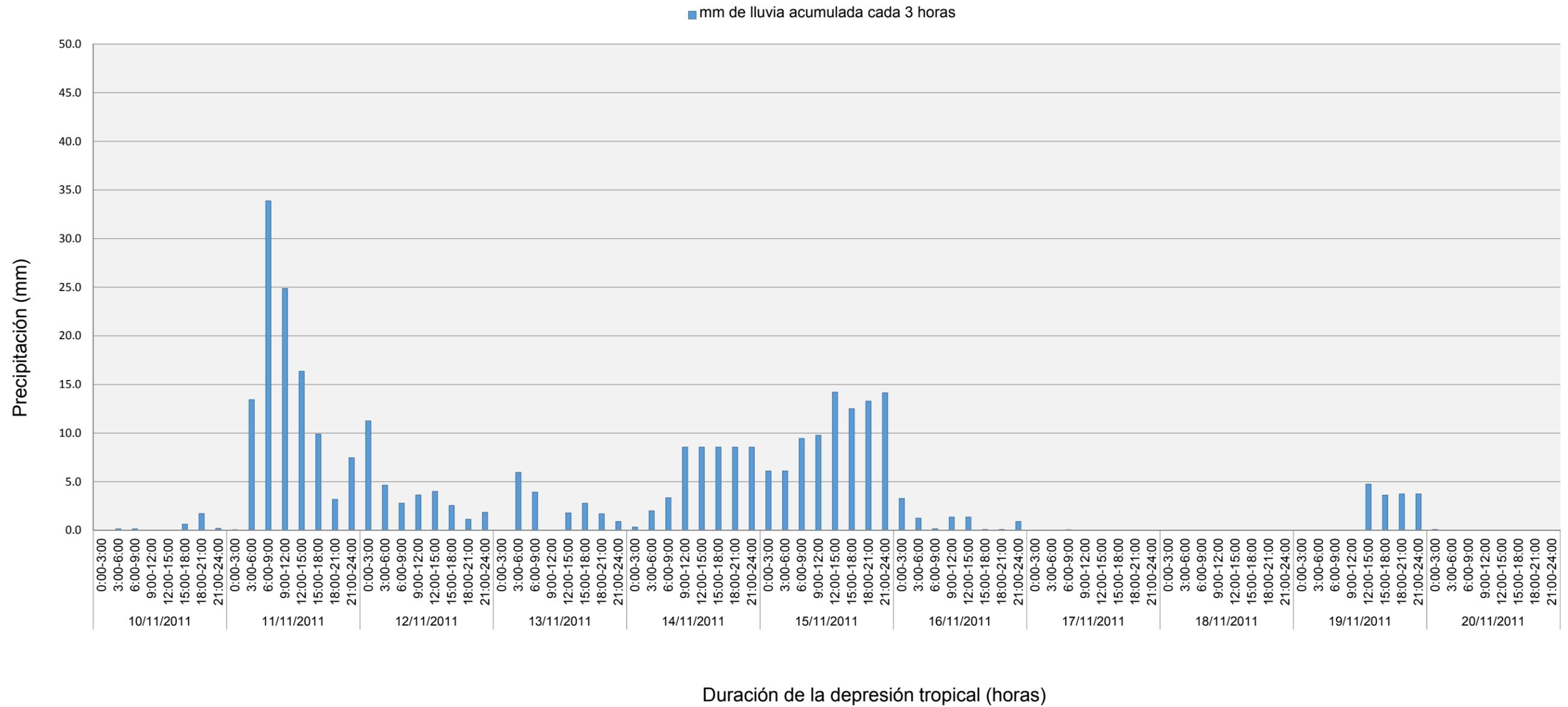
Tabla 5.5 Datos de precipitación de Estación C-3 CMORPH.

FECHA	DURACIÓN	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)
10/10/2011	0:00-3:00	0.0
10/10/2011	3:00-6:00	0.2
10/10/2011	6:00-9:00	0.2
10/10/2011	9:00-12:00	0.0
10/10/2011	12:00-15:00	0.0
10/10/2011	15:00-18:00	0.6
10/10/2011	18:00-21:00	1.7
10/10/2011	21:00-24:00	0.2
11/10/2011	0:00-3:00	0.1
11/10/2011	3:00-6:00	13.4
11/10/2011	6:00-9:00	33.9
11/10/2011	9:00-12:00	24.9
11/10/2011	12:00-15:00	16.4
11/10/2011	15:00-18:00	9.9
11/10/2011	18:00-21:00	3.2
11/10/2011	21:00-24:00	7.5
12/10/2011	0:00-3:00	11.3
12/10/2011	3:00-6:00	4.7
12/10/2011	6:00-9:00	2.8
12/10/2011	9:00-12:00	3.6
12/10/2011	12:00-15:00	4.0
12/10/2011	15:00-18:00	2.6
12/10/2011	18:00-21:00	1.1
12/10/2011	21:00-24:00	1.9
13/10/2011	0:00-3:00	0.0
13/10/2011	3:00-6:00	6.0
13/10/2011	6:00-9:00	3.9
13/10/2011	9:00-12:00	0.0
13/10/2011	12:00-15:00	1.8
13/10/2011	15:00-18:00	2.8
13/10/2011	18:00-21:00	1.7
13/10/2011	21:00-24:00	0.9
14/10/2011	0:00-3:00	0.3
14/10/2011	3:00-6:00	2.0
14/10/2011	6:00-9:00	3.4
14/10/2011	9:00-12:00	8.6
14/10/2011	12:00-15:00	8.6
14/10/2011	15:00-18:00	8.6
14/10/2011	18:00-21:00	8.6
14/10/2011	21:00-24:00	8.6
15/10/2011	0:00-3:00	6.1
15/10/2011	3:00-6:00	6.1
15/10/2011	6:00-9:00	9.4
15/10/2011	9:00-12:00	9.8

15/10/2011	12:00-15:00	14.2
15/10/2011	15:00-18:00	12.5
15/10/2011	18:00-21:00	13.3
15/10/2011	21:00-24:00	14.1
16/10/2011	0:00-3:00	3.3
16/10/2011	3:00-6:00	1.3
16/10/2011	6:00-9:00	0.2
16/10/2011	9:00-12:00	1.4
16/10/2011	12:00-15:00	1.4
16/10/2011	15:00-18:00	0.1
16/10/2011	18:00-21:00	0.1
16/10/2011	21:00-24:00	0.9
17/10/2011	0:00-3:00	0.0
17/10/2011	3:00-6:00	0.0
17/10/2011	6:00-9:00	0.1
17/10/2011	9:00-12:00	0.0
17/10/2011	12:00-15:00	0.0
17/10/2011	15:00-18:00	0.0
17/10/2011	18:00-21:00	0.0
17/10/2011	21:00-24:00	0.0
18/10/2011	0:00-3:00	0.0
18/10/2011	3:00-6:00	0.0
18/10/2011	6:00-9:00	0.0
18/10/2011	9:00-12:00	0.0
18/10/2011	12:00-15:00	0.0
18/10/2011	15:00-18:00	0.0
18/10/2011	18:00-21:00	0.0
18/10/2011	21:00-24:00	0.0
19/10/2011	0:00-3:00	0.0
19/10/2011	3:00-6:00	0.0
19/10/2011	6:00-9:00	0.0
19/10/2011	9:00-12:00	0.0
19/10/2011	12:00-15:00	4.7
19/10/2011	15:00-18:00	3.6
19/10/2011	18:00-21:00	3.7
19/10/2011	21:00-24:00	3.7
20/10/2011	0:00-3:00	0.1
20/10/2011	3:00-6:00	0.0
20/10/2011	6:00-9:00	0.0
20/10/2011	9:00-12:00	0.0
20/10/2011	12:00-15:00	0.0
20/10/2011	15:00-18:00	0.0
20/10/2011	18:00-21:00	0.0
20/10/2011	21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis, con datos de IRI biblioteca de datos climáticos.

Figura 5.9 Hietograma de la depresión tropical 12-E  
Estación C-3 CMORPH



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis

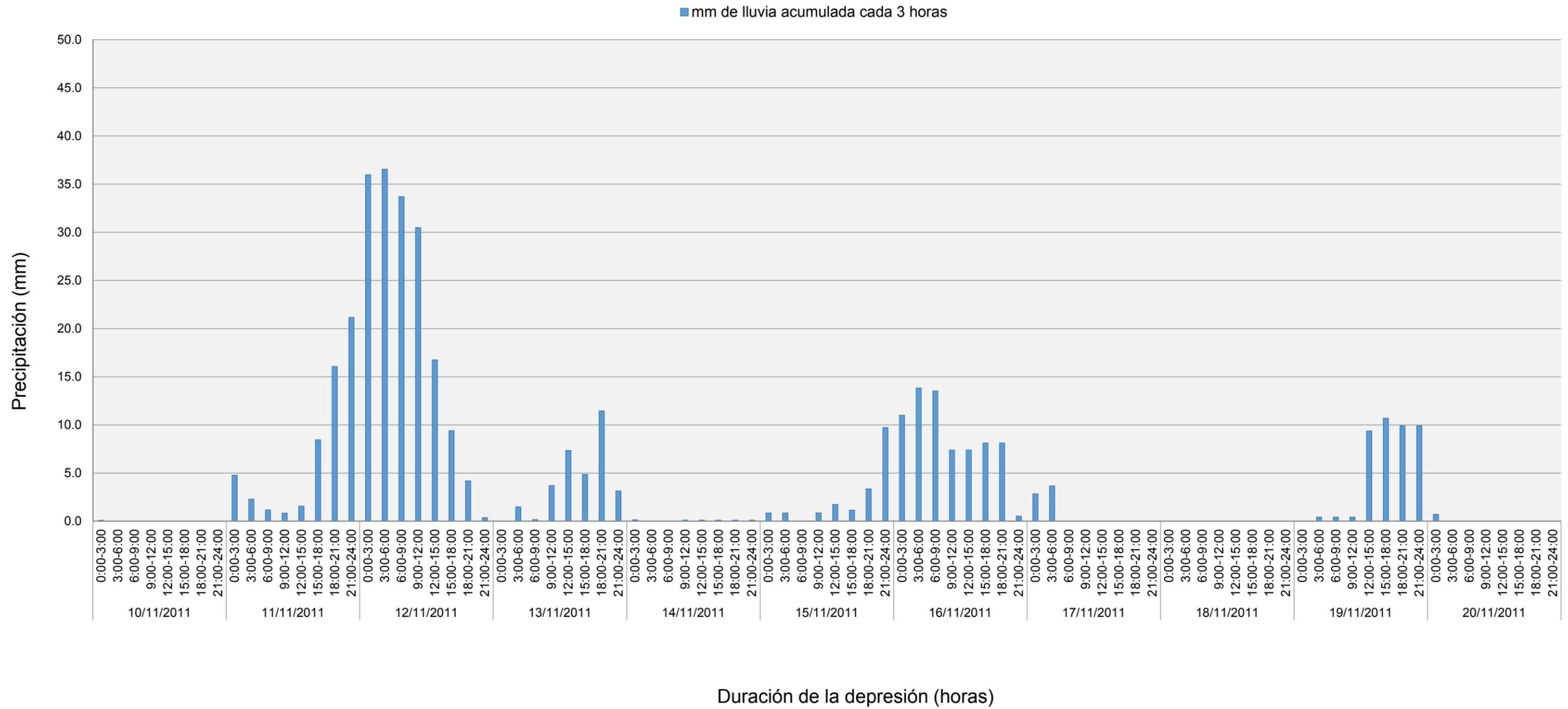
Tabla 5.6 Datos de precipitación de Estación C-4 CMORPH.

FECHA	DURACIÓN	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)
10/10/2011	0:00-3:00	0.1
10/10/2011	3:00-6:00	0.0
10/10/2011	6:00-9:00	0.0
10/10/2011	9:00-12:00	0.0
10/10/2011	12:00-15:00	0.0
10/10/2011	15:00-18:00	0.0
10/10/2011	18:00-21:00	0.0
10/10/2011	21:00-24:00	0.0
11/10/2011	0:00-3:00	4.8
11/10/2011	3:00-6:00	2.3
11/10/2011	6:00-9:00	1.2
11/10/2011	9:00-12:00	0.8
11/10/2011	12:00-15:00	1.6
11/10/2011	15:00-18:00	8.5
11/10/2011	18:00-21:00	16.1
11/10/2011	21:00-24:00	21.2
12/10/2011	0:00-3:00	36.0
12/10/2011	3:00-6:00	36.5
12/10/2011	6:00-9:00	33.7
12/10/2011	9:00-12:00	30.5
12/10/2011	12:00-15:00	16.8
12/10/2011	15:00-18:00	9.4
12/10/2011	18:00-21:00	4.2
12/10/2011	21:00-24:00	0.4
13/10/2011	0:00-3:00	0.0
13/10/2011	3:00-6:00	1.5
13/10/2011	6:00-9:00	0.2
13/10/2011	9:00-12:00	3.7
13/10/2011	12:00-15:00	7.4
13/10/2011	15:00-18:00	4.9
13/10/2011	18:00-21:00	11.5
13/10/2011	21:00-24:00	3.2
14/10/2011	0:00-3:00	0.2
14/10/2011	3:00-6:00	0.0
14/10/2011	6:00-9:00	0.0
14/10/2011	9:00-12:00	0.1
14/10/2011	12:00-15:00	0.1
14/10/2011	15:00-18:00	0.1
14/10/2011	18:00-21:00	0.1
14/10/2011	21:00-24:00	0.1
15/10/2011	0:00-3:00	0.9
15/10/2011	3:00-6:00	0.9
15/10/2011	6:00-9:00	0.0
15/10/2011	9:00-12:00	0.9
15/10/2011	12:00-15:00	1.7
15/10/2011	15:00-18:00	1.2
15/10/2011	18:00-21:00	3.4

15/10/2011	21:00-24:00	9.7
16/10/2011	0:00-3:00	11.0
16/10/2011	3:00-6:00	13.8
16/10/2011	6:00-9:00	13.5
16/10/2011	9:00-12:00	7.4
16/10/2011	12:00-15:00	7.4
16/10/2011	15:00-18:00	8.1
16/10/2011	18:00-21:00	8.1
16/10/2011	21:00-24:00	0.5
17/10/2011	0:00-3:00	2.9
17/10/2011	3:00-6:00	3.7
17/10/2011	6:00-9:00	0.0
17/10/2011	9:00-12:00	0.0
17/10/2011	12:00-15:00	0.0
17/10/2011	15:00-18:00	0.0
17/10/2011	18:00-21:00	0.0
17/10/2011	21:00-24:00	0.0
18/10/2011	0:00-3:00	0.0
18/10/2011	3:00-6:00	0.0
18/10/2011	6:00-9:00	0.0
18/10/2011	9:00-12:00	0.0
18/10/2011	12:00-15:00	0.0
18/10/2011	15:00-18:00	0.0
18/10/2011	18:00-21:00	0.0
18/10/2011	21:00-24:00	0.0
19/10/2011	0:00-3:00	0.0
19/10/2011	3:00-6:00	0.4
19/10/2011	6:00-9:00	0.4
19/10/2011	9:00-12:00	0.4
19/10/2011	12:00-15:00	9.4
19/10/2011	15:00-18:00	10.7
19/10/2011	18:00-21:00	9.9
19/10/2011	21:00-24:00	9.9
20/10/2011	0:00-3:00	0.7
20/10/2011	3:00-6:00	0.0
20/10/2011	6:00-9:00	0.0
20/10/2011	9:00-12:00	0.0
20/10/2011	12:00-15:00	0.0
20/10/2011	15:00-18:00	0.0
20/10/2011	18:00-21:00	0.0
20/10/2011	21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis, con datos de IRI biblioteca de datos climáticos.

Figura 5.10 Hietograma de la depresión tropical 12-E  
Estación C-4 CMORPH



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis

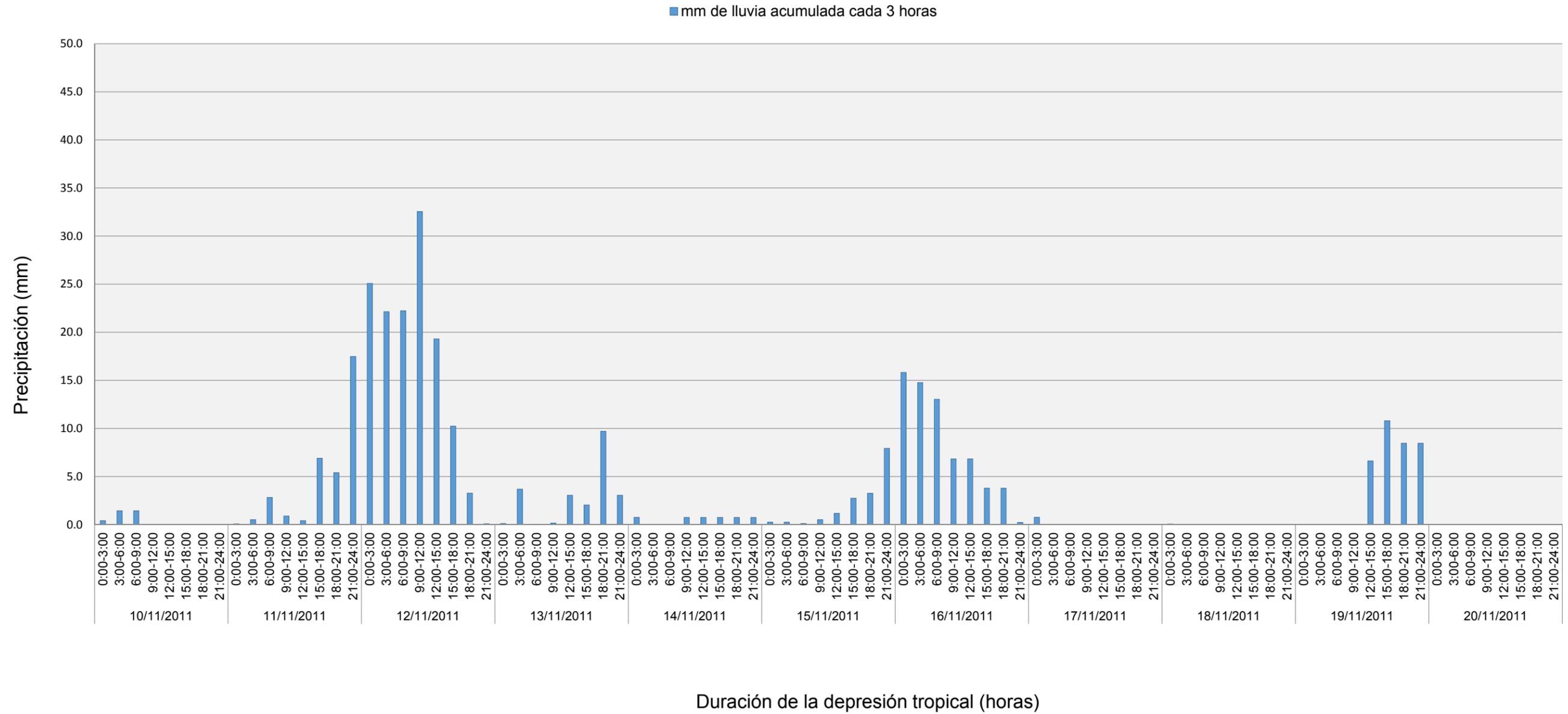
Tabla 5.7 Datos de precipitación de Estación C-5 CMORPH.

FECHA	DURACIÓN	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)
10/10/2011	0:00-3:00	0.4
10/10/2011	3:00-6:00	1.4
10/10/2011	6:00-9:00	1.4
10/10/2011	9:00-12:00	0.0
10/10/2011	12:00-15:00	0.0
10/10/2011	15:00-18:00	0.0
10/10/2011	18:00-21:00	0.0
10/10/2011	21:00-24:00	0.0
11/10/2011	0:00-3:00	0.1
11/10/2011	3:00-6:00	0.5
11/10/2011	6:00-9:00	2.8
11/10/2011	9:00-12:00	0.9
11/10/2011	12:00-15:00	0.4
11/10/2011	15:00-18:00	6.9
11/10/2011	18:00-21:00	5.4
11/10/2011	21:00-24:00	17.5
12/10/2011	0:00-3:00	25.1
12/10/2011	3:00-6:00	22.1
12/10/2011	6:00-9:00	22.2
12/10/2011	9:00-12:00	32.6
12/10/2011	12:00-15:00	19.3
12/10/2011	15:00-18:00	10.2
12/10/2011	18:00-21:00	3.3
12/10/2011	21:00-24:00	0.1
13/10/2011	0:00-3:00	0.1
13/10/2011	3:00-6:00	3.7
13/10/2011	6:00-9:00	0.1
13/10/2011	9:00-12:00	0.2
13/10/2011	12:00-15:00	3.1
13/10/2011	15:00-18:00	2.0
13/10/2011	18:00-21:00	9.7
13/10/2011	21:00-24:00	3.0
14/10/2011	0:00-3:00	0.8
14/10/2011	3:00-6:00	0.0
14/10/2011	6:00-9:00	0.0
14/10/2011	9:00-12:00	0.7
14/10/2011	12:00-15:00	0.7
14/10/2011	15:00-18:00	0.7
14/10/2011	18:00-21:00	0.7
14/10/2011	21:00-24:00	0.7
15/10/2011	0:00-3:00	0.3
15/10/2011	3:00-6:00	0.3
15/10/2011	6:00-9:00	0.1
15/10/2011	9:00-12:00	0.5
15/10/2011	12:00-15:00	1.2
15/10/2011	15:00-18:00	2.7
15/10/2011	18:00-21:00	3.3

15/10/2011	21:00-24:00	7.9
16/10/2011	0:00-3:00	15.8
16/10/2011	3:00-6:00	14.8
16/10/2011	6:00-9:00	13.0
16/10/2011	9:00-12:00	6.8
16/10/2011	12:00-15:00	6.8
16/10/2011	15:00-18:00	3.8
16/10/2011	18:00-21:00	3.8
16/10/2011	21:00-24:00	0.2
17/10/2011	0:00-3:00	0.8
17/10/2011	3:00-6:00	0.0
17/10/2011	6:00-9:00	0.0
17/10/2011	9:00-12:00	0.0
17/10/2011	12:00-15:00	0.0
17/10/2011	15:00-18:00	0.0
17/10/2011	18:00-21:00	0.0
17/10/2011	21:00-24:00	0.0
18/10/2011	0:00-3:00	0.1
18/10/2011	3:00-6:00	0.0
18/10/2011	6:00-9:00	0.0
18/10/2011	9:00-12:00	0.0
18/10/2011	12:00-15:00	0.0
18/10/2011	15:00-18:00	0.0
18/10/2011	18:00-21:00	0.0
18/10/2011	21:00-24:00	0.0
19/10/2011	0:00-3:00	0.0
19/10/2011	3:00-6:00	0.0
19/10/2011	6:00-9:00	0.0
19/10/2011	9:00-12:00	0.0
19/10/2011	12:00-15:00	6.6
19/10/2011	15:00-18:00	10.8
19/10/2011	18:00-21:00	8.5
19/10/2011	21:00-24:00	8.5
20/10/2011	0:00-3:00	0.0
20/10/2011	3:00-6:00	0.0
20/10/2011	6:00-9:00	0.0
20/10/2011	9:00-12:00	0.0
20/10/2011	12:00-15:00	0.0
20/10/2011	15:00-18:00	0.0
20/10/2011	18:00-21:00	0.0
20/10/2011	21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis, con datos de IRI biblioteca de datos climáticos.

Figura 5.11 Hietograma de la depresión tropical 12-E  
Estación C-5 CMORPH



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis

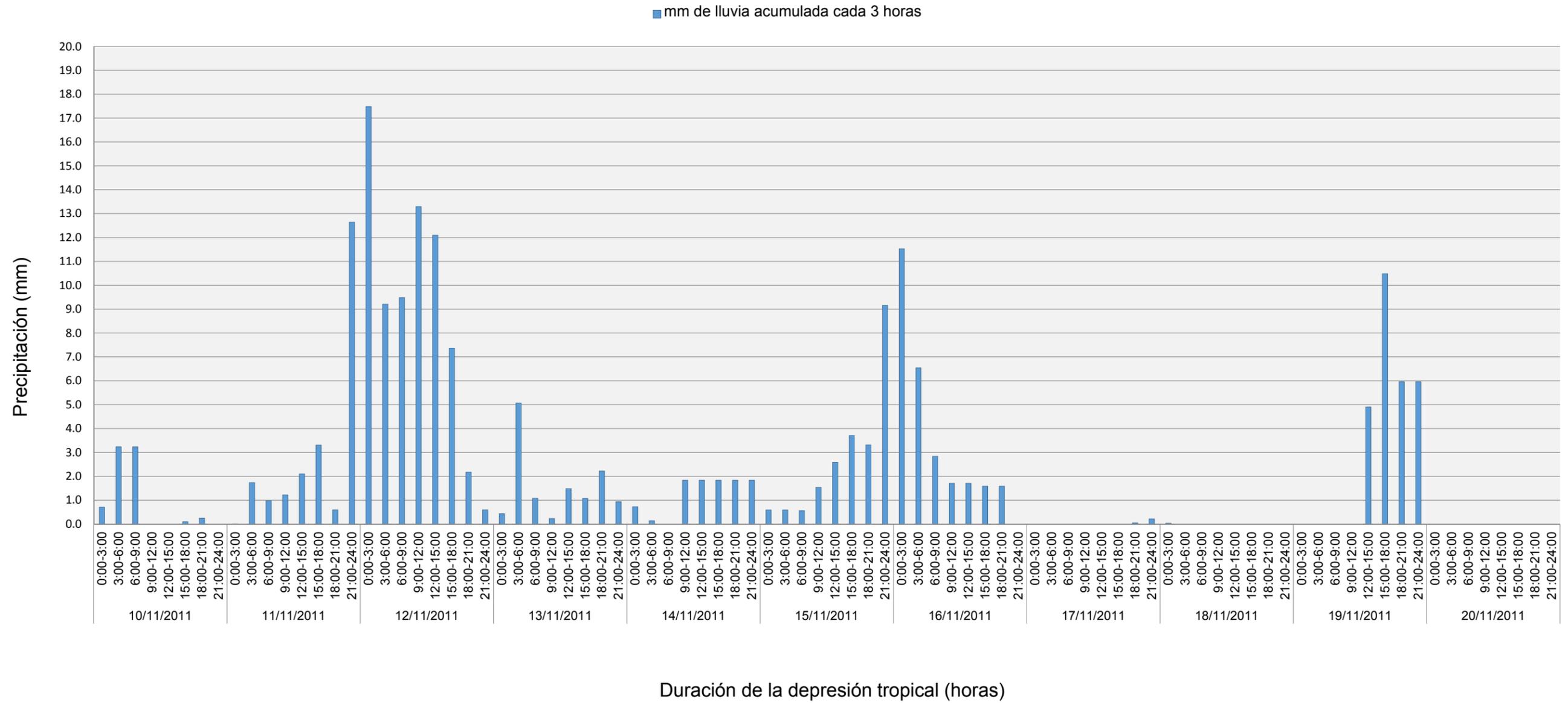
Tabla 5.8 Datos de precipitación de Estación C-6 CMORPH.

<b>FECHA</b>	<b>DURACIÓN</b>	<b>LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)</b>
10/10/2011	0:00-3:00	0.7
10/10/2011	3:00-6:00	3.2
10/10/2011	6:00-9:00	3.2
10/10/2011	9:00-12:00	0.0
10/10/2011	12:00-15:00	0.0
10/10/2011	15:00-18:00	0.1
10/10/2011	18:00-21:00	0.2
10/10/2011	21:00-24:00	0.0
11/10/2011	0:00-3:00	0.0
11/10/2011	3:00-6:00	1.7
11/10/2011	6:00-9:00	1.0
11/10/2011	9:00-12:00	1.2
11/10/2011	12:00-15:00	2.1
11/10/2011	15:00-18:00	3.3
11/10/2011	18:00-21:00	0.6
11/10/2011	21:00-24:00	12.6
12/10/2011	0:00-3:00	17.5
12/10/2011	3:00-6:00	9.2
12/10/2011	6:00-9:00	9.5
12/10/2011	9:00-12:00	13.3
12/10/2011	12:00-15:00	12.1
12/10/2011	15:00-18:00	7.4
12/10/2011	18:00-21:00	2.2
12/10/2011	21:00-24:00	0.6
13/10/2011	0:00-3:00	0.4
13/10/2011	3:00-6:00	5.1
13/10/2011	6:00-9:00	1.1
13/10/2011	9:00-12:00	0.2
13/10/2011	12:00-15:00	1.5
13/10/2011	15:00-18:00	1.1
13/10/2011	18:00-21:00	2.2
13/10/2011	21:00-24:00	0.9
14/10/2011	0:00-3:00	0.7
14/10/2011	3:00-6:00	0.1
14/10/2011	6:00-9:00	0.0
14/10/2011	9:00-12:00	1.8
14/10/2011	12:00-15:00	1.8
14/10/2011	15:00-18:00	1.8
14/10/2011	18:00-21:00	1.8
14/10/2011	21:00-24:00	1.8
15/10/2011	0:00-3:00	0.6
15/10/2011	3:00-6:00	0.6
15/10/2011	6:00-9:00	0.6
15/10/2011	9:00-12:00	1.5
15/10/2011	12:00-15:00	2.6
15/10/2011	15:00-18:00	3.7
15/10/2011	18:00-21:00	3.3

15/10/2011	21:00-24:00	9.2
16/10/2011	0:00-3:00	11.5
16/10/2011	3:00-6:00	6.5
16/10/2011	6:00-9:00	2.8
16/10/2011	9:00-12:00	1.7
16/10/2011	12:00-15:00	1.7
16/10/2011	15:00-18:00	1.6
16/10/2011	18:00-21:00	1.6
16/10/2011	21:00-24:00	0.0
17/10/2011	0:00-3:00	0.0
17/10/2011	3:00-6:00	0.0
17/10/2011	6:00-9:00	0.0
17/10/2011	9:00-12:00	0.0
17/10/2011	12:00-15:00	0.0
17/10/2011	15:00-18:00	0.0
17/10/2011	18:00-21:00	0.0
17/10/2011	21:00-24:00	0.2
18/10/2011	0:00-3:00	0.0
18/10/2011	3:00-6:00	0.0
18/10/2011	6:00-9:00	0.0
18/10/2011	9:00-12:00	0.0
18/10/2011	12:00-15:00	0.0
18/10/2011	15:00-18:00	0.0
18/10/2011	18:00-21:00	0.0
18/10/2011	21:00-24:00	0.0
19/10/2011	0:00-3:00	0.0
19/10/2011	3:00-6:00	0.0
19/10/2011	6:00-9:00	0.0
19/10/2011	9:00-12:00	0.0
19/10/2011	12:00-15:00	4.9
19/10/2011	15:00-18:00	10.5
19/10/2011	18:00-21:00	6.0
19/10/2011	21:00-24:00	6.0
20/10/2011	0:00-3:00	0.0
20/10/2011	3:00-6:00	0.0
20/10/2011	6:00-9:00	0.0
20/10/2011	9:00-12:00	0.0
20/10/2011	12:00-15:00	0.0
20/10/2011	15:00-18:00	0.0
20/10/2011	18:00-21:00	0.0
20/10/2011	21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis, con datos de IRI biblioteca de datos climáticos.

Figura 5.12 Hietograma de la depresión tropical 12-E  
Estación C-6 CMORPH



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis

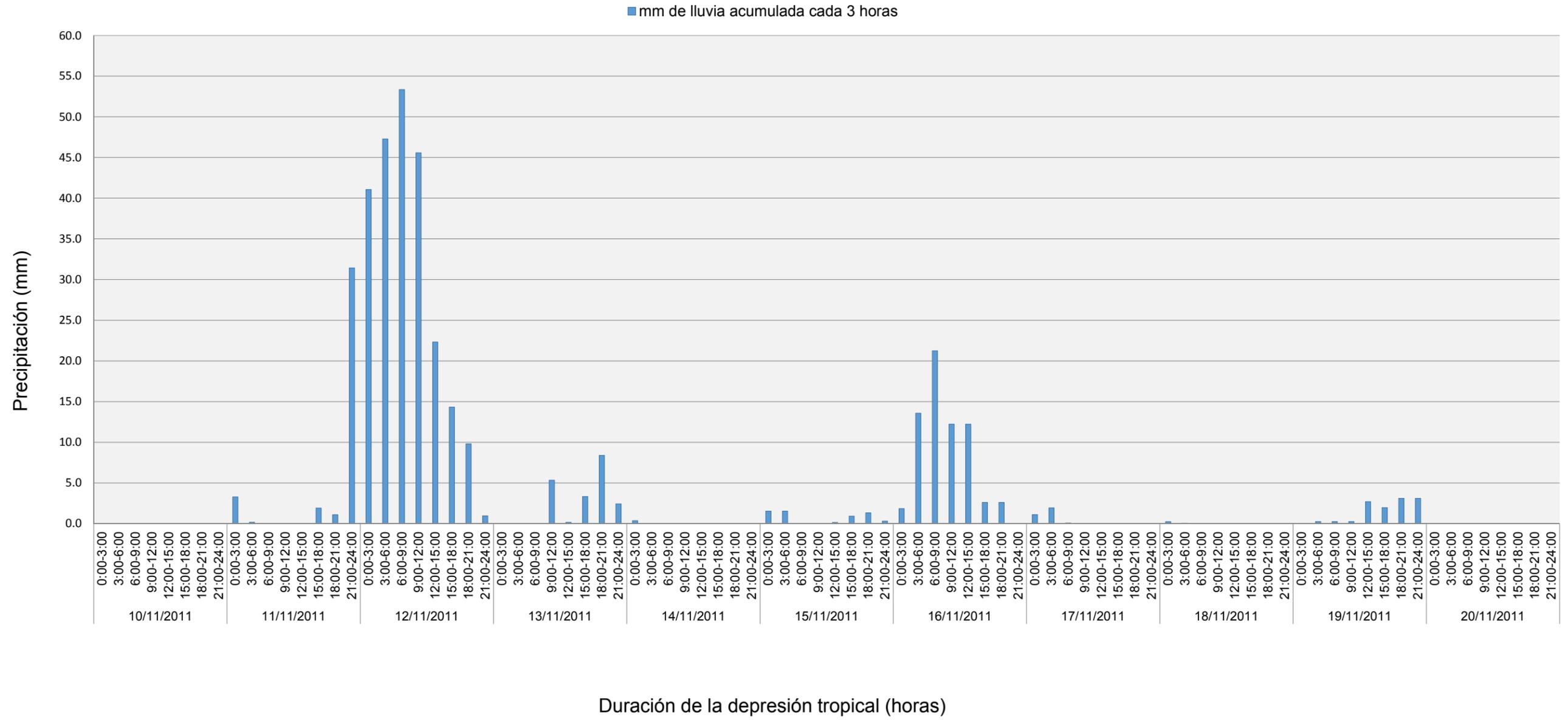
Tabla 5.9 Datos de precipitación de Estación C-7 CMORPH.

FECHA	DURACIÓN	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)
10/10/2011	0:00-3:00	0.0
10/10/2011	3:00-6:00	0.0
10/10/2011	6:00-9:00	0.0
10/10/2011	9:00-12:00	0.0
10/10/2011	12:00-15:00	0.0
10/10/2011	15:00-18:00	0.0
10/10/2011	18:00-21:00	0.0
10/10/2011	21:00-24:00	0.0
11/10/2011	0:00-3:00	3.3
11/10/2011	3:00-6:00	0.2
11/10/2011	6:00-9:00	0.0
11/10/2011	9:00-12:00	0.0
11/10/2011	12:00-15:00	0.0
11/10/2011	15:00-18:00	1.9
11/10/2011	18:00-21:00	1.1
11/10/2011	21:00-24:00	31.4
12/10/2011	0:00-3:00	41.1
12/10/2011	3:00-6:00	47.3
12/10/2011	6:00-9:00	53.3
12/10/2011	9:00-12:00	45.6
12/10/2011	12:00-15:00	22.3
12/10/2011	15:00-18:00	14.3
12/10/2011	18:00-21:00	9.8
12/10/2011	21:00-24:00	1.0
13/10/2011	0:00-3:00	0.0
13/10/2011	3:00-6:00	0.0
13/10/2011	6:00-9:00	0.0
13/10/2011	9:00-12:00	5.3
13/10/2011	12:00-15:00	0.2
13/10/2011	15:00-18:00	3.3
13/10/2011	18:00-21:00	8.4
13/10/2011	21:00-24:00	2.4
14/10/2011	0:00-3:00	0.4
14/10/2011	3:00-6:00	0.0
14/10/2011	6:00-9:00	0.0
14/10/2011	9:00-12:00	0.0
14/10/2011	12:00-15:00	0.0
14/10/2011	15:00-18:00	0.0
14/10/2011	18:00-21:00	0.0
14/10/2011	21:00-24:00	0.0
15/10/2011	0:00-3:00	1.5
15/10/2011	3:00-6:00	1.5
15/10/2011	6:00-9:00	0.0
15/10/2011	9:00-12:00	0.0

15/10/2011	12:00-15:00	0.1
15/10/2011	15:00-18:00	0.9
15/10/2011	18:00-21:00	1.3
15/10/2011	21:00-24:00	0.3
16/10/2011	0:00-3:00	1.9
16/10/2011	3:00-6:00	13.6
16/10/2011	6:00-9:00	21.2
16/10/2011	9:00-12:00	12.2
16/10/2011	12:00-15:00	12.2
16/10/2011	15:00-18:00	2.6
16/10/2011	18:00-21:00	2.6
16/10/2011	21:00-24:00	0.0
17/10/2011	0:00-3:00	1.1
17/10/2011	3:00-6:00	1.9
17/10/2011	6:00-9:00	0.1
17/10/2011	9:00-12:00	0.0
17/10/2011	12:00-15:00	0.0
17/10/2011	15:00-18:00	0.0
17/10/2011	18:00-21:00	0.0
17/10/2011	21:00-24:00	0.0
18/10/2011	0:00-3:00	0.2
18/10/2011	3:00-6:00	0.1
18/10/2011	6:00-9:00	0.0
18/10/2011	9:00-12:00	0.0
18/10/2011	12:00-15:00	0.0
18/10/2011	15:00-18:00	0.0
18/10/2011	18:00-21:00	0.0
18/10/2011	21:00-24:00	0.0
19/10/2011	0:00-3:00	0.0
19/10/2011	3:00-6:00	0.3
19/10/2011	6:00-9:00	0.3
19/10/2011	9:00-12:00	0.3
19/10/2011	12:00-15:00	2.7
19/10/2011	15:00-18:00	2.0
19/10/2011	18:00-21:00	3.1
19/10/2011	21:00-24:00	3.1
20/10/2011	0:00-3:00	0.0
20/10/2011	3:00-6:00	0.0
20/10/2011	6:00-9:00	0.0
20/10/2011	9:00-12:00	0.0
20/10/2011	12:00-15:00	0.0
20/10/2011	15:00-18:00	0.0
20/10/2011	18:00-21:00	0.0
20/10/2011	21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis, con datos de IRI biblioteca de datos climáticos.

Figura 5.13 Hietograma de la depresión tropical 12-E Estación C-7 CMORPH



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis

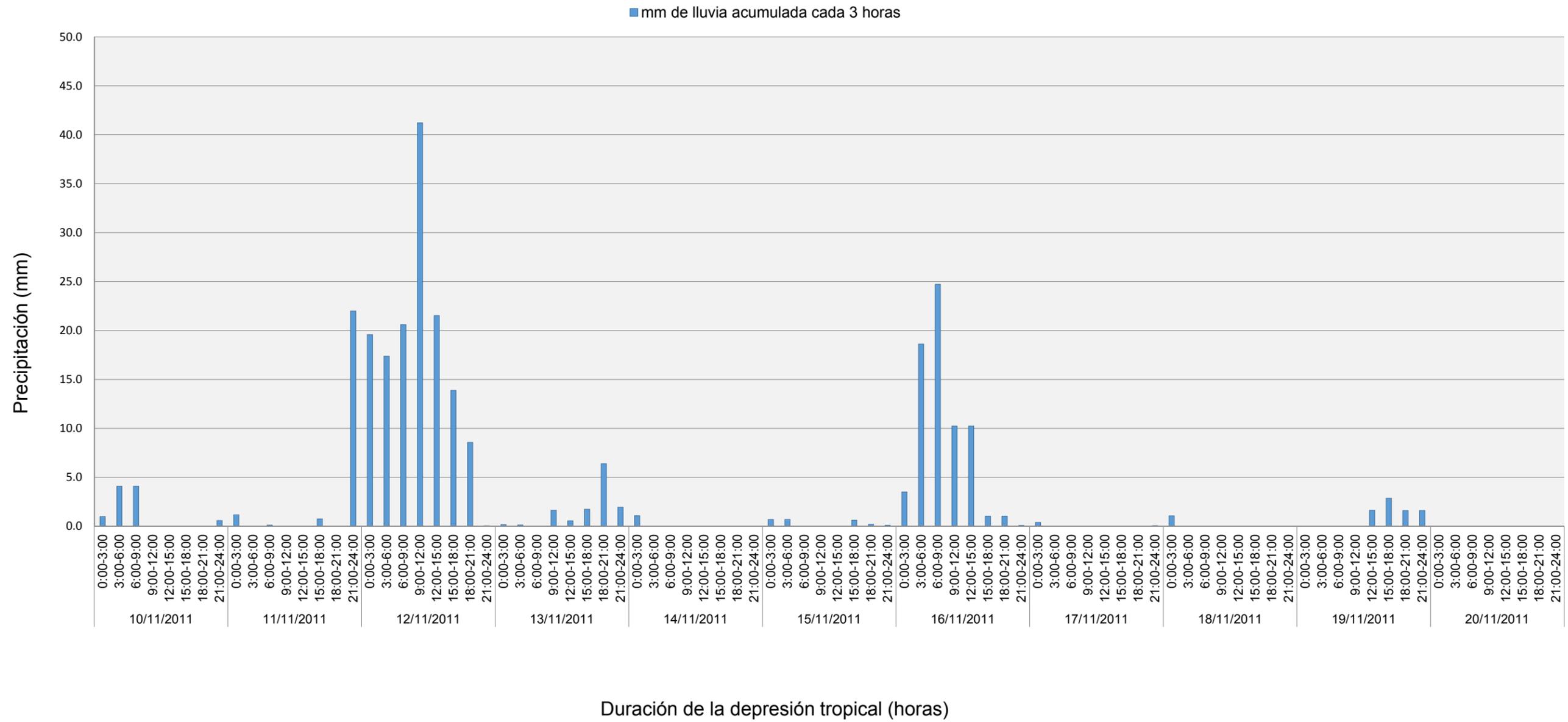
Tabla 5.10 Datos de precipitación de Estación C-8 CMORPH.

<b>FECHA</b>	<b>DURACIÓN</b>	<b>LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)</b>
10/10/2011	0:00-3:00	1.0
10/10/2011	3:00-6:00	4.1
10/10/2011	6:00-9:00	4.1
10/10/2011	9:00-12:00	0.0
10/10/2011	12:00-15:00	0.0
10/10/2011	15:00-18:00	0.0
10/10/2011	18:00-21:00	0.0
10/10/2011	21:00-24:00	0.6
11/10/2011	0:00-3:00	1.2
11/10/2011	3:00-6:00	0.0
11/10/2011	6:00-9:00	0.1
11/10/2011	9:00-12:00	0.0
11/10/2011	12:00-15:00	0.0
11/10/2011	15:00-18:00	0.8
11/10/2011	18:00-21:00	0.0
11/10/2011	21:00-24:00	22.0
12/10/2011	0:00-3:00	19.6
12/10/2011	3:00-6:00	17.4
12/10/2011	6:00-9:00	20.6
12/10/2011	9:00-12:00	41.2
12/10/2011	12:00-15:00	21.5
12/10/2011	15:00-18:00	13.9
12/10/2011	18:00-21:00	8.6
12/10/2011	21:00-24:00	0.1
13/10/2011	0:00-3:00	0.2
13/10/2011	3:00-6:00	0.1
13/10/2011	6:00-9:00	0.0
13/10/2011	9:00-12:00	1.6
13/10/2011	12:00-15:00	0.6
13/10/2011	15:00-18:00	1.7
13/10/2011	18:00-21:00	6.4
13/10/2011	21:00-24:00	1.9
14/10/2011	0:00-3:00	1.1
14/10/2011	3:00-6:00	0.0
14/10/2011	6:00-9:00	0.0
14/10/2011	9:00-12:00	0.0
14/10/2011	12:00-15:00	0.0
14/10/2011	15:00-18:00	0.0
14/10/2011	18:00-21:00	0.0
14/10/2011	21:00-24:00	0.0
15/10/2011	0:00-3:00	0.7
15/10/2011	3:00-6:00	0.7
15/10/2011	6:00-9:00	0.0
15/10/2011	9:00-12:00	0.0
15/10/2011	12:00-15:00	0.0
15/10/2011	15:00-18:00	0.6

15/10/2011	18:00-21:00	0.2
15/10/2011	21:00-24:00	0.1
16/10/2011	0:00-3:00	3.5
16/10/2011	3:00-6:00	18.6
16/10/2011	6:00-9:00	24.7
16/10/2011	9:00-12:00	10.2
16/10/2011	12:00-15:00	10.2
16/10/2011	15:00-18:00	1.0
16/10/2011	18:00-21:00	1.0
16/10/2011	21:00-24:00	0.1
17/10/2011	0:00-3:00	0.4
17/10/2011	3:00-6:00	0.0
17/10/2011	6:00-9:00	0.0
17/10/2011	9:00-12:00	0.0
17/10/2011	12:00-15:00	0.0
17/10/2011	15:00-18:00	0.0
17/10/2011	18:00-21:00	0.0
17/10/2011	21:00-24:00	0.1
18/10/2011	0:00-3:00	1.1
18/10/2011	3:00-6:00	0.0
18/10/2011	6:00-9:00	0.0
18/10/2011	9:00-12:00	0.0
18/10/2011	12:00-15:00	0.0
18/10/2011	15:00-18:00	0.0
18/10/2011	18:00-21:00	0.0
18/10/2011	21:00-24:00	0.0
19/10/2011	0:00-3:00	0.0
19/10/2011	3:00-6:00	0.0
19/10/2011	6:00-9:00	0.0
19/10/2011	9:00-12:00	0.0
19/10/2011	12:00-15:00	1.6
19/10/2011	15:00-18:00	2.9
19/10/2011	18:00-21:00	1.6
19/10/2011	21:00-24:00	1.6
20/10/2011	0:00-3:00	0.0
20/10/2011	3:00-6:00	0.0
20/10/2011	6:00-9:00	0.0
20/10/2011	9:00-12:00	0.0
20/10/2011	12:00-15:00	0.0
20/10/2011	15:00-18:00	0.0
20/10/2011	18:00-21:00	0.0
20/10/2011	21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis, con datos de IRI biblioteca de datos climáticos.

Figura 5.14 Hietograma de la depresión tropical 12-E  
Estación C-8 CMORPH



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis

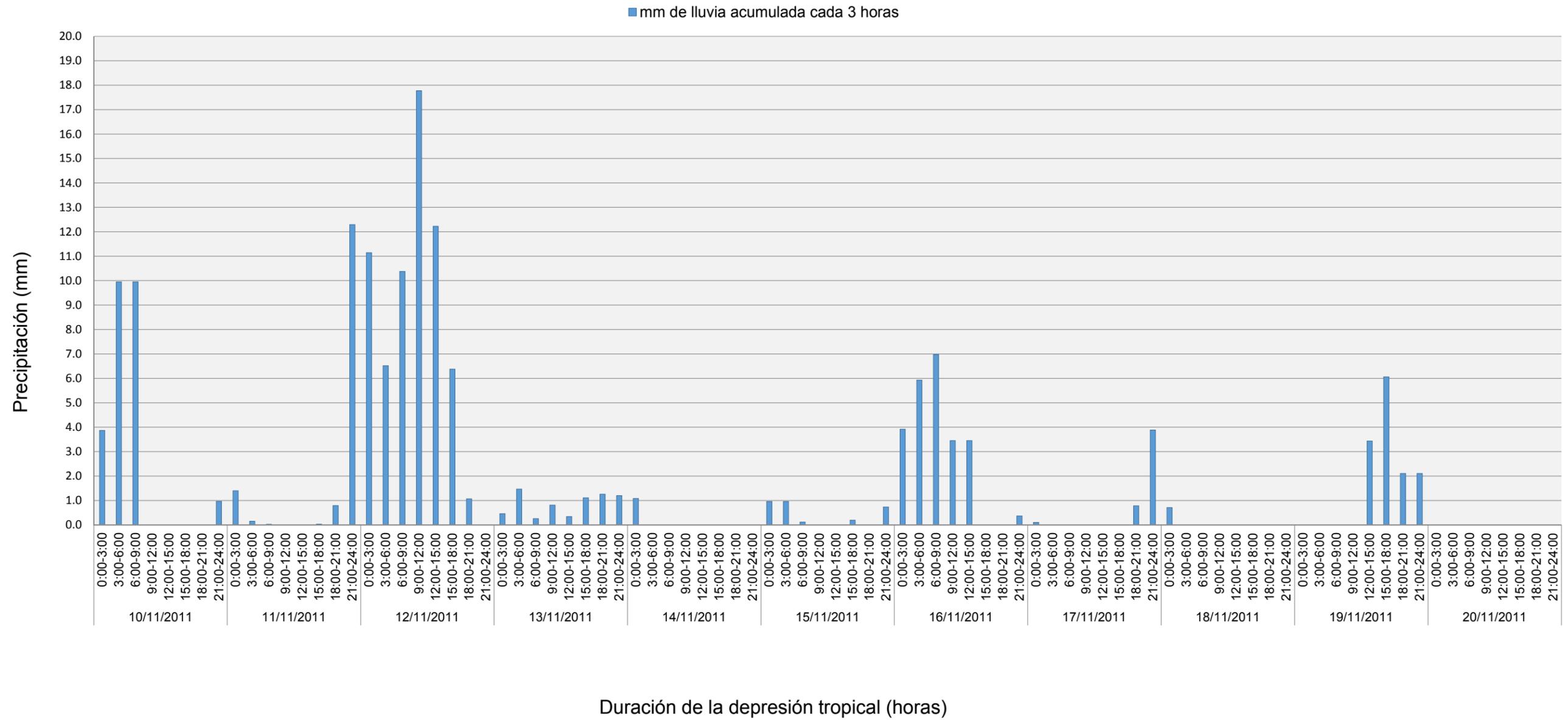
Tabla 5.11 Datos de precipitación de Estación C-9 CMORPH.

FECHA	DURACIÓN	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)
10/10/2011	0:00-3:00	3.9
10/10/2011	3:00-6:00	9.9
10/10/2011	6:00-9:00	9.9
10/10/2011	9:00-12:00	0.0
10/10/2011	12:00-15:00	0.0
10/10/2011	15:00-18:00	0.0
10/10/2011	18:00-21:00	0.0
10/10/2011	21:00-24:00	1.0
11/10/2011	0:00-3:00	1.4
11/10/2011	3:00-6:00	0.2
11/10/2011	6:00-9:00	0.0
11/10/2011	9:00-12:00	0.0
11/10/2011	12:00-15:00	0.0
11/10/2011	15:00-18:00	0.0
11/10/2011	18:00-21:00	0.8
11/10/2011	21:00-24:00	12.3
12/10/2011	0:00-3:00	11.1
12/10/2011	3:00-6:00	6.5
12/10/2011	6:00-9:00	10.4
12/10/2011	9:00-12:00	17.8
12/10/2011	12:00-15:00	12.2
12/10/2011	15:00-18:00	6.4
12/10/2011	18:00-21:00	1.1
12/10/2011	21:00-24:00	0.0
13/10/2011	0:00-3:00	0.5
13/10/2011	3:00-6:00	1.5
13/10/2011	6:00-9:00	0.3
13/10/2011	9:00-12:00	0.8
13/10/2011	12:00-15:00	0.3
13/10/2011	15:00-18:00	1.1
13/10/2011	18:00-21:00	1.3
13/10/2011	21:00-24:00	1.2
14/10/2011	0:00-3:00	1.1
14/10/2011	3:00-6:00	0.0
14/10/2011	6:00-9:00	0.0
14/10/2011	9:00-12:00	0.0
14/10/2011	12:00-15:00	0.0
14/10/2011	15:00-18:00	0.0
14/10/2011	18:00-21:00	0.0
14/10/2011	21:00-24:00	0.0
15/10/2011	0:00-3:00	1.0
15/10/2011	3:00-6:00	1.0
15/10/2011	6:00-9:00	0.1
15/10/2011	9:00-12:00	0.0
15/10/2011	12:00-15:00	0.0

15/10/2011	15:00-18:00	0.2
15/10/2011	18:00-21:00	0.0
15/10/2011	21:00-24:00	0.7
16/10/2011	0:00-3:00	3.9
16/10/2011	3:00-6:00	5.9
16/10/2011	6:00-9:00	7.0
16/10/2011	9:00-12:00	3.5
16/10/2011	12:00-15:00	3.5
16/10/2011	15:00-18:00	0.0
16/10/2011	18:00-21:00	0.0
16/10/2011	21:00-24:00	0.4
17/10/2011	0:00-3:00	0.1
17/10/2011	3:00-6:00	0.0
17/10/2011	6:00-9:00	0.0
17/10/2011	9:00-12:00	0.0
17/10/2011	12:00-15:00	0.0
17/10/2011	15:00-18:00	0.0
17/10/2011	18:00-21:00	0.8
17/10/2011	21:00-24:00	3.9
18/10/2011	0:00-3:00	0.7
18/10/2011	3:00-6:00	0.0
18/10/2011	6:00-9:00	0.0
18/10/2011	9:00-12:00	0.0
18/10/2011	12:00-15:00	0.0
18/10/2011	15:00-18:00	0.0
18/10/2011	18:00-21:00	0.0
18/10/2011	21:00-24:00	0.0
19/10/2011	0:00-3:00	0.0
19/10/2011	3:00-6:00	0.0
19/10/2011	6:00-9:00	0.0
19/10/2011	9:00-12:00	0.0
19/10/2011	12:00-15:00	3.4
19/10/2011	15:00-18:00	6.1
19/10/2011	18:00-21:00	2.1
19/10/2011	21:00-24:00	2.1
20/10/2011	0:00-3:00	0.0
20/10/2011	3:00-6:00	0.0
20/10/2011	6:00-9:00	0.0
20/10/2011	9:00-12:00	0.0
20/10/2011	12:00-15:00	0.0
20/10/2011	15:00-18:00	0.0
20/10/2011	18:00-21:00	0.0
20/10/2011	21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis, con datos de IRI biblioteca de datos climáticos.

Figura 5.15 Hietograma de la depresión tropical 12-E  
Estación C-9 CMORPH



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis

#### **5.4 COMPARACIÓN DE HIETOGRAMAS ELABORADOS CON DATOS DE ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS Y DATOS OBTENIDOS DE CMORPH**

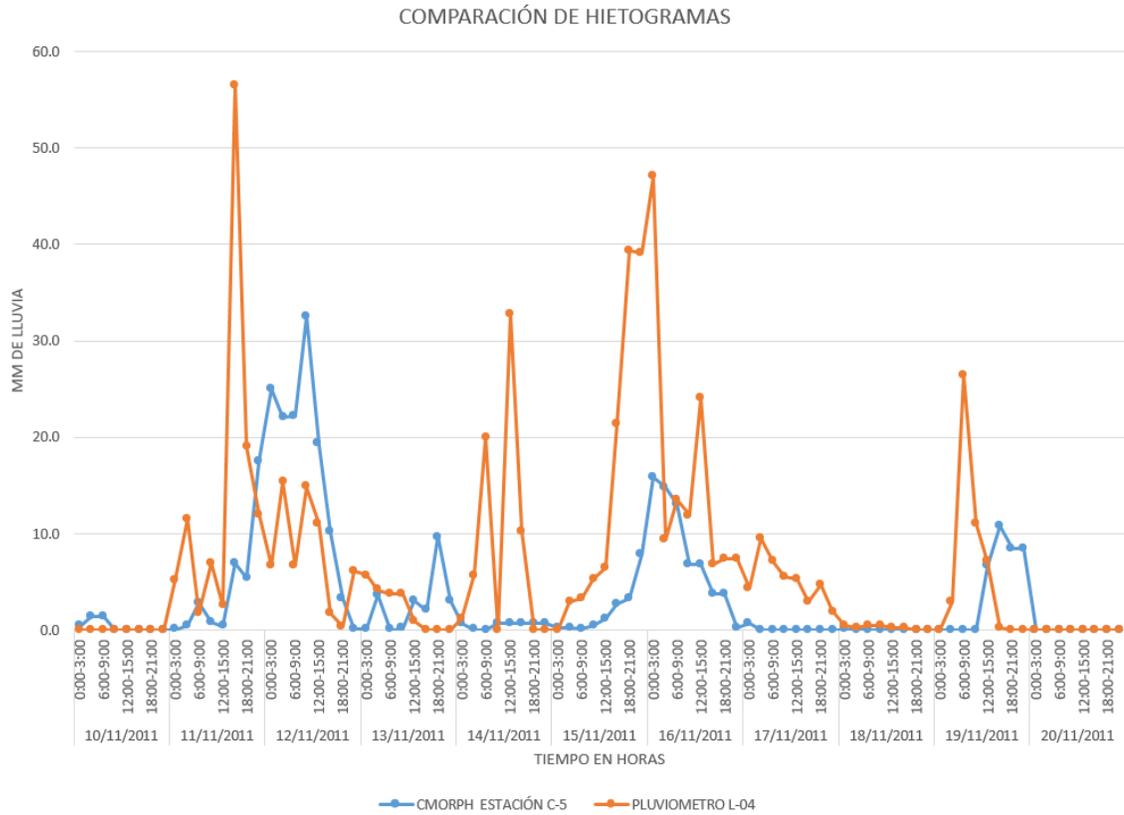
Al comparar los hietogramas, puede observar que: para evaluar la cantidad de lluvia distribuida en el tiempo, se tomó como referencia la estación de Procafé, por la ser la única que cuenta con un registro horario, en cambio los hietogramas de las demás estaciones salieron a partir de un análisis de porcentaje de lluvia de la estación de Procafé. Se tomó como estación a comparación C-02 por ser la más cercana. Se pudo observar que:

- El inicio de lluvia de las estaciones pluviométricas se registró el 11 de octubre del año 2011 en el rango de las 00:00 a las 03:00 horas, mientras que en las estaciones del CMORPH, se tiene registrado que la lluvia comenzó el 10 de octubre del referido año, en el rango de las 00:00 a las 03:00 horas; aunque el valor de lluvia que reporta el CMORPH es muy bajo.
- El día que se registró mayor cantidad de lluvia en las estaciones pluviométricas fue el 11 de octubre del año 2011 en el rango de las 15:00 a las 18:00 hora, en CMORPH la mayor cantidad de precipitación se dio el 11 de octubre en el rango de las 09:00 a las 12:00 horas.
- La cantidad de precipitación máxima que registró la estación pluviométrica de Procafé fue de 57.2 mm., mientras que en CMORPH la precipitación máxima registrada es de 27.3 mm., lo cual representa aproximadamente un 50% menos del valor máximo de la lluvia.

- Sin embargo, CMORPH sí refleja cierta tendencia de la lluvia que se dio, ya que se puede observar presencia de lluvia en ambos hietogramas en los días 15 y 16 de octubre. Y los días siguientes se nota una disminución de lluvia en ambos, pero CMORPH ya no refleja lluvia desde el 17 de octubre hasta el 19 de octubre, mientras que el registro pluviométrico sí refleja valores de lluvia estos días aunque van descendiendo gradualmente.
- La lluvia termina en las estaciones pluviométricas el 19 de octubre en el rango de las 12:00 a las 15:00 horas, y en CMORPH la lluvia termina el 20 de octubre, en el rango de las 00:00 a las 03:00 horas.
- Finalmente, el valor de lluvia máximo es significativamente menor en todas las estaciones.

A continuación en la figura 5.16 se pueden observar de manera gráfica las comparaciones realizadas a las estaciones L-04 y C-02, las cuales se encuentran ubicadas cerca.

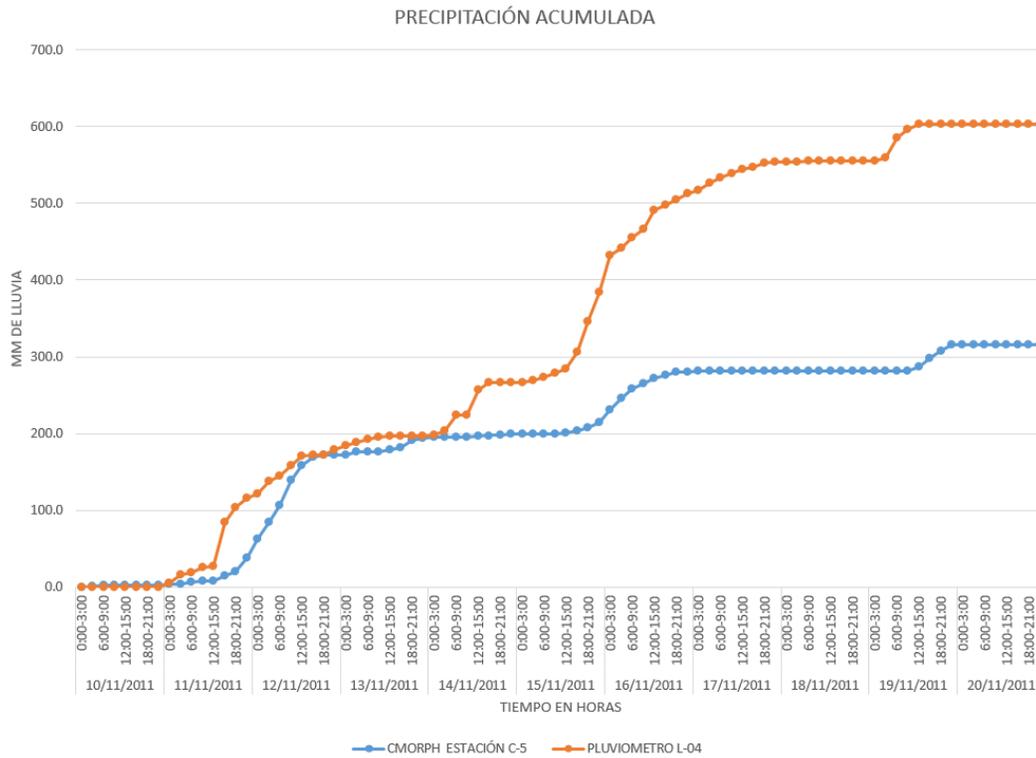
Figura 5.16 Comparación de hietogramas



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

En la figura 5.17 se pueden observar las mismas estaciones L-04 y C-02, donde se han graficado sus valores acumulados de la depresión tropical 12E a través del tiempo. En el grafico se puede observar que hasta el día 13 de octubre, la precipitación acumulada en las dos estaciones, presentan valores similares en magnitud, pero que a partir de ese día, los valores registrados por las estaciones CMORPH son muchos más bajos, y continua esta tendencia hacia el final de la tormenta, donde se puede observar que la estación pluviométrica termina con un registro de 603.6 mm de lluvia, mientras que en la estación de CMORPH solamente ha registrado 315.5 mm.

Figura 5.17 Precipitación acumulada



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Estudios antecedentes (Ruíz et al., 2009) indican que los datos estimados con CMORPH suelen tener errores sistemáticos tanto en magnitud como en la localización de la precipitación, y en particular para la región de Sudamérica los datos CMORPH tienden a sobreestimar los valores acumulados de precipitación.

Las estimaciones de precipitación CMORPH han sido verificadas contra datos pluviométricos en diferentes regiones del mundo (Joyce et al. 2004, Ebert et al., 2007). Sobre la región de Sudamérica, Ruíz (2008)<sup>22</sup> realizó un análisis de la calidad del CMORPH comparada contra datos de la red

<sup>22</sup> Aplicación de los pronósticos por ensambles a la predicción del tiempo a corto plazo sobre Sudamérica. Ruíz, Juan José. 2008. Tesis doctoral.

pluviométrica, estas estimaciones pueden presentar errores sistemáticos y no sistemáticos respecto de los datos pluviométricos. Los errores sistemáticos tienen que ver con bias<sup>23</sup> de las estimaciones respecto a las mediciones pluviométricas, los errores no sistemáticos incluyen posibles fallas en la detección de precipitaciones asociadas a tormentas que pudieran no ser detectadas por los satélites de la constelación que componen los CMORPH o bien en las suposiciones realizadas por el algoritmo de propagación de los sistemas (Joyce et. al. 2004).

Ruíz (2008)<sup>24</sup> utiliza diferentes estrategias tendientes a remover la componente sistemática del error en las estimaciones CMORPH sobre la región. El método que mejores resultados aportó fue el del ajuste de las frecuencias estimadas en base a las frecuencias observadas para diferentes umbrales de precipitación (similar al algoritmo de eliminación de los desvíos sistemáticos de los pronósticos de lluvia utilizado en Hamill y Whitaker, 2006). Básicamente este algoritmo identifica qué valor de precipitación estimada presenta una frecuencia de ocurrencia similar a un determinado valor de precipitación observada, repitiendo este análisis para diferentes valores de precipitación observados, se obtiene una curva que permite reemplazar los valores estimados, por aquel valor observado que tiene la misma frecuencia de ocurrencia. Este procedimiento permite realizar un ajuste no paramétrico que resulta ser dependiente de la cantidad de lluvia estimada por CMORPH.

Ya que el objetivo de esta tesis radica en la comparación de los datos que arroja la base de datos CMORPH contra los datos de estaciones pluviométricas

---

<sup>23</sup> Bias: se refiere a un error que se produce de igual modo en todas las mediciones que se realizan de una magnitud. Puede estar originado en un defecto del instrumento, en una particularidad del operador o del proceso de medición, etc.

<sup>24</sup>Aplicación de los pronósticos por ensambles a la predicción del tiempo a corto plazo sobre Sudamérica. Ruíz, Juan José. 2008. Tesis Doctoral.

ubicadas dentro y en las cercanías de la cuenca del río Sucio, se utilizaron datos de estimaciones de precipitación no calibradas.

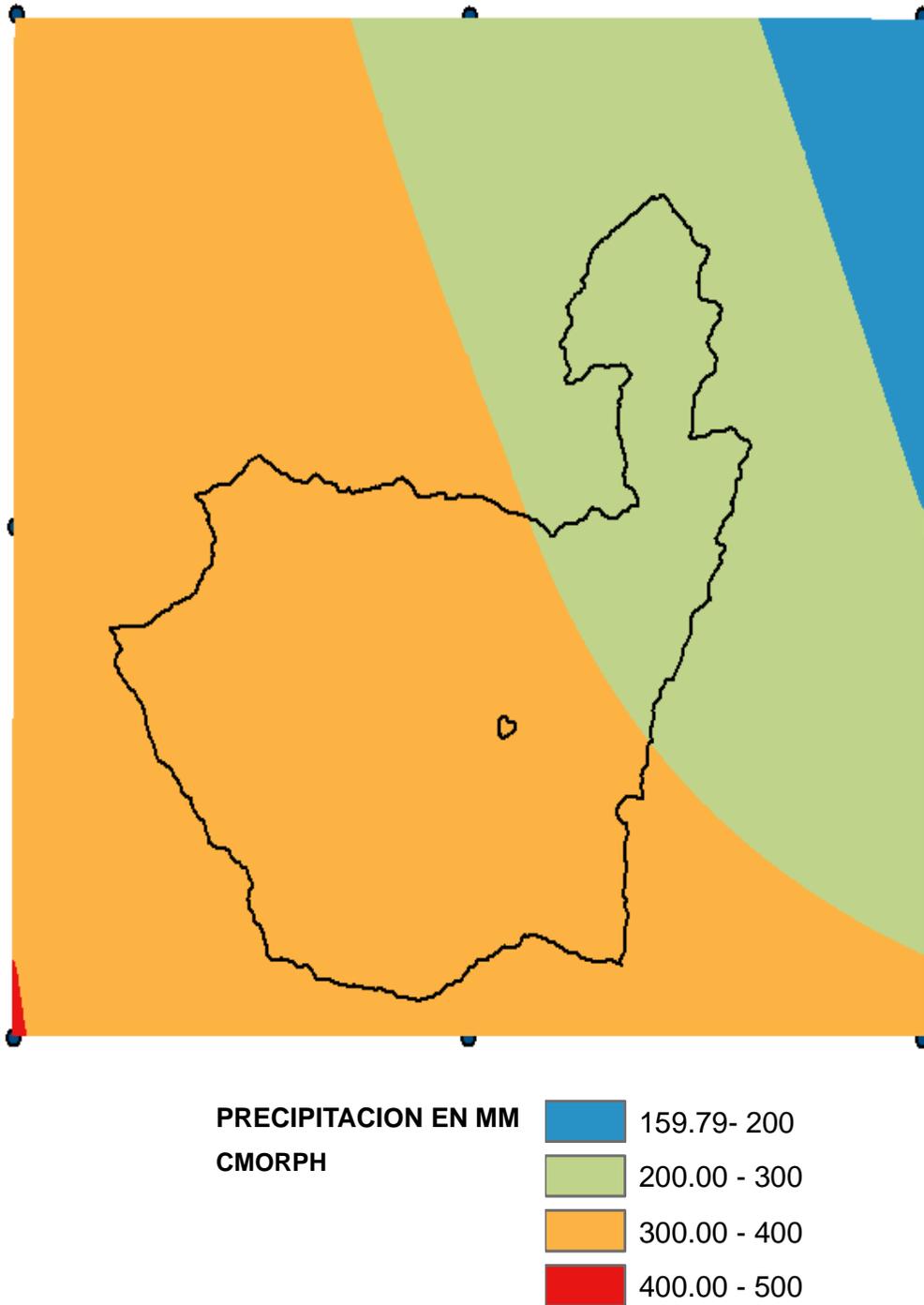
## **5.5 COMPARACIÓN DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA LLUVIA ENTRE EL CMORPH Y LOS MAPAS DE LLUVIA REGISTRADA**

Para realizar los mapas de lluvia, se usó la misma herramienta que con el mapa de lluvia de las estaciones pluviométricas. El procedimiento fue el mismo, tomar los valores de lluvia acumulados de toda la tormenta, y con la ayuda del ArcGIS, generar el mapa de lluvia. Esto se muestra se muestra en la figura 5.16

Se considera que los mapas de lluvia no son representativos, porque los mapas son generados en ArcGIS a partir de interpolaciones basándose en la ubicación de los puntos. En este caso los puntos representan las estaciones, y como se ha descrito anteriormente, no todas las estaciones de CMORPH coinciden con la ubicación de las estaciones pluviométricas, por lo tanto los mapas generados son diferentes.

Se observó que los valores de lluvia en el punto más alejado del punto de salida la precipitación fue 450 mm de lluvia como valor medio, mientras que en el centro de la cuenca se obtuvo 350 mm. de lluvia como valor promedio y en la salida de la cuenca se obtuvo 250 mm. como valor promedio de lluvia.

Figura 5.18 Mapa de distribución espacial de lluvia, con datos de CMORPH.



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

## **5.6 CÁLCULO DEL CAUDAL MÁXIMO CON LOS DATOS**

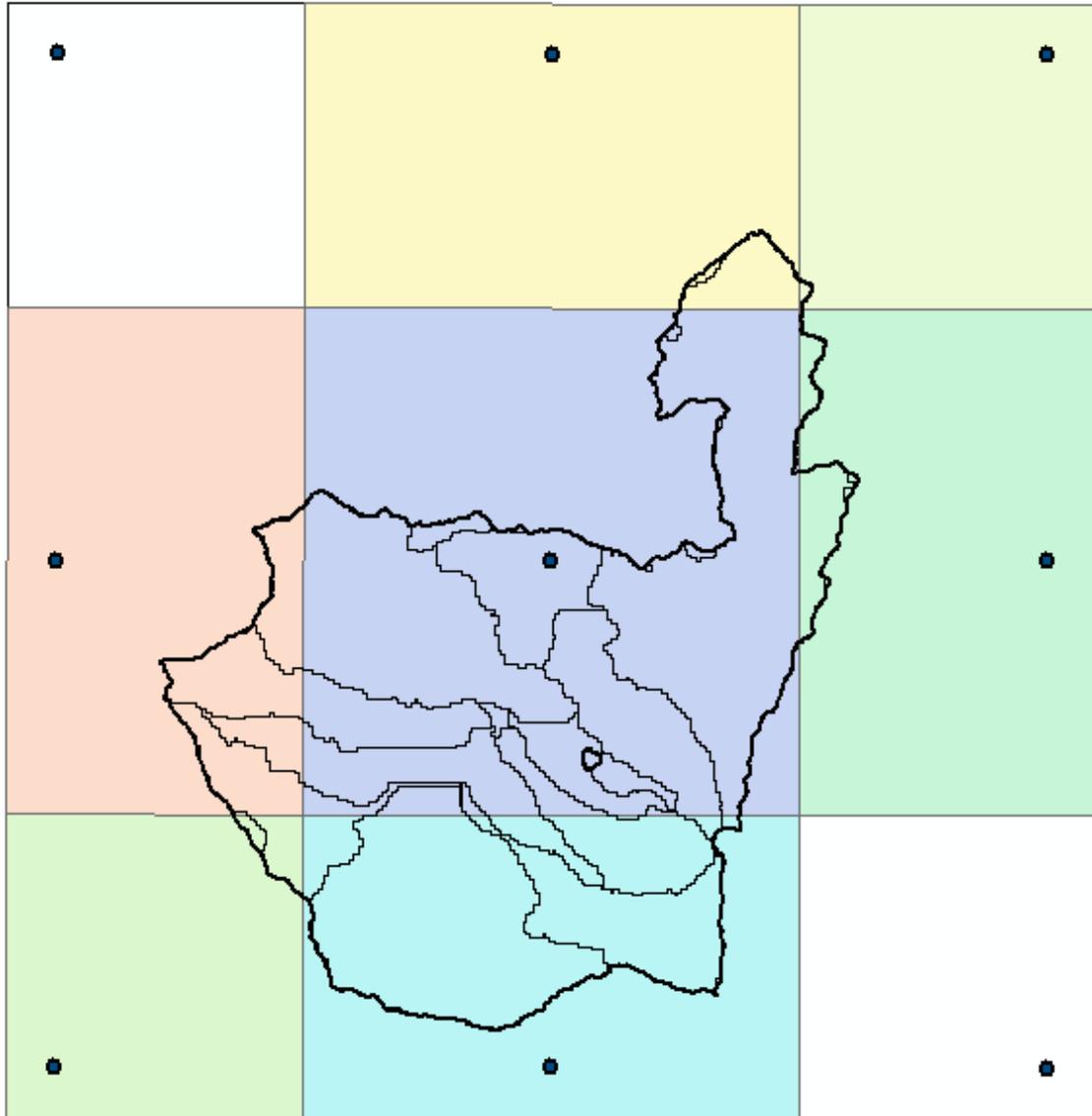
### **OBTENIDOS DE CMORPH POR MEDIO DE HEC-HMS**

Como ya se tenía un modelo calibrado del HEC-HMS con los parámetros físicos de la cuenca, lo único que se necesita es un nuevo modelo meteorológico. Este modelo se va a realizar en base a las estaciones de precipitación obtenidas con CMORPH.

El primer paso fue determinar el área de influencia que tiene cada estación de precipitación CMORPH, en las subcuencas del río Sucio.

Luego, para cada subcuenca se determinó por el método de áreas ponderadas que porcentaje de influencia tenía cada estación sobre cada sub cuenca; de manera que se obtuvo la tabla 5.12

Figura 5.19 Área de influencia de las estaciones CMORPH.



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis, mediante ArcGIS.

Tabla 5.12 Porcentaje de influencia de cada estación sobre cada subcuenca.

SUBCUENCA	PORCENTAJE DE LLUVIA (%)	ESTACIÓN
SC-1	0.31	C-9
	8.29	C-8
	10.33	C-6
	81.07	C-5
SC-2	100.00	C-5
SC-3	14.75	C-4
	85.25	C5
SC-4	3.25	C-2
	96.75	C5
SC-5	48.31	C-4
	51.69	C5
SC-6	19.77	C-4
	64.82	C-5
	15.42	C-2
SC-7	45.82	C-4
	19.18	C-1
	11.50	C-5
	23.50	C-2
SC-8	100.00	C-5
SC-9	76.11	C-2
	23.89	c-5
SC-10	98.09	C-2
	1.91	C-5
SC-11	95.25	C-2
	4.75	C-5

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Los nuevos registros de precipitación de las nuevas estaciones son los siguientes:

Tabla 5.13 Precipitación Estación SC-1.

FECHA	DURACIÓN	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)
10/10/2011	0:00-3:00	0.5
10/10/2011	3:00-6:00	1.9
10/10/2011	6:00-9:00	1.9
10/10/2011	9:00-12:00	0.0
10/10/2011	12:00-15:00	0.0
10/10/2011	15:00-18:00	0.0
10/10/2011	18:00-21:00	0.0
10/10/2011	21:00-24:00	0.1
11/10/2011	0:00-3:00	0.2
11/10/2011	3:00-6:00	0.6
11/10/2011	6:00-9:00	2.4
11/10/2011	9:00-12:00	0.8
11/10/2011	12:00-15:00	0.5
11/10/2011	15:00-18:00	6.0
11/10/2011	18:00-21:00	4.4
11/10/2011	21:00-24:00	17.3
12/10/2011	0:00-3:00	23.8
12/10/2011	3:00-6:00	20.4
12/10/2011	6:00-9:00	20.7
12/10/2011	9:00-12:00	31.2
12/10/2011	12:00-15:00	18.7
12/10/2011	15:00-18:00	10.2
12/10/2011	18:00-21:00	3.6
12/10/2011	21:00-24:00	0.1
13/10/2011	0:00-3:00	0.1
13/10/2011	3:00-6:00	3.5
13/10/2011	6:00-9:00	0.2
13/10/2011	9:00-12:00	0.3
13/10/2011	12:00-15:00	2.7
13/10/2011	15:00-18:00	1.9
13/10/2011	18:00-21:00	8.6
13/10/2011	21:00-24:00	2.7
14/10/2011	0:00-3:00	0.8
14/10/2011	3:00-6:00	0.0
14/10/2011	6:00-9:00	0.0
14/10/2011	9:00-12:00	0.8
14/10/2011	12:00-15:00	0.8
14/10/2011	15:00-18:00	0.8
14/10/2011	18:00-21:00	0.8
14/10/2011	21:00-24:00	0.8
15/10/2011	0:00-3:00	0.3
15/10/2011	3:00-6:00	0.3
15/10/2011	6:00-9:00	0.2
15/10/2011	9:00-12:00	0.6
15/10/2011	12:00-15:00	1.2

15/10/2011	15:00-18:00	2.7
15/10/2011	18:00-21:00	3.0
15/10/2011	21:00-24:00	7.4
16/10/2011	0:00-3:00	14.3
16/10/2011	3:00-6:00	14.2
16/10/2011	6:00-9:00	12.9
16/10/2011	9:00-12:00	6.6
16/10/2011	12:00-15:00	6.6
16/10/2011	15:00-18:00	3.3
16/10/2011	18:00-21:00	3.3
16/10/2011	21:00-24:00	0.2
17/10/2011	0:00-3:00	0.6
17/10/2011	3:00-6:00	0.0
17/10/2011	6:00-9:00	0.0
17/10/2011	9:00-12:00	0.0
17/10/2011	12:00-15:00	0.0
17/10/2011	15:00-18:00	0.0
17/10/2011	18:00-21:00	0.0
17/10/2011	21:00-24:00	0.0
18/10/2011	0:00-3:00	0.1
18/10/2011	3:00-6:00	0.0
18/10/2011	6:00-9:00	0.0
18/10/2011	9:00-12:00	0.0
18/10/2011	12:00-15:00	0.0
18/10/2011	15:00-18:00	0.0
18/10/2011	18:00-21:00	0.0
18/10/2011	21:00-24:00	0.0
19/10/2011	0:00-3:00	0.0
19/10/2011	3:00-6:00	0.0
19/10/2011	6:00-9:00	0.0
19/10/2011	9:00-12:00	0.0
19/10/2011	12:00-15:00	6.0
19/10/2011	15:00-18:00	10.1
19/10/2011	18:00-21:00	7.6
19/10/2011	21:00-24:00	7.6
20/10/2011	0:00-3:00	0.0
20/10/2011	3:00-6:00	0.0
20/10/2011	6:00-9:00	0.0
20/10/2011	9:00-12:00	0.0
20/10/2011	12:00-15:00	0.0
20/10/2011	15:00-18:00	0.0
20/10/2011	18:00-21:00	0.0
20/10/2011	21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Tabla 5.14 Precipitación para Estación SC-2.

FECHA	DURACIÓN	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)
10/10/2011	0:00-3:00	0.4
10/10/2011	3:00-6:00	1.4
10/10/2011	6:00-9:00	1.4
10/10/2011	9:00-12:00	0.0
10/10/2011	12:00-15:00	0.0
10/10/2011	15:00-18:00	0.0
10/10/2011	18:00-21:00	0.0
10/10/2011	21:00-24:00	0.0
11/10/2011	0:00-3:00	0.1
11/10/2011	3:00-6:00	0.5
11/10/2011	6:00-9:00	2.8
11/10/2011	9:00-12:00	0.9
11/10/2011	12:00-15:00	0.4
11/10/2011	15:00-18:00	6.9
11/10/2011	18:00-21:00	5.4
11/10/2011	21:00-24:00	17.5
12/10/2011	0:00-3:00	25.1
12/10/2011	3:00-6:00	22.1
12/10/2011	6:00-9:00	22.2
12/10/2011	9:00-12:00	32.6
12/10/2011	12:00-15:00	19.3
12/10/2011	15:00-18:00	10.2
12/10/2011	18:00-21:00	3.3
12/10/2011	21:00-24:00	0.1
13/10/2011	0:00-3:00	0.1
13/10/2011	3:00-6:00	3.7
13/10/2011	6:00-9:00	0.1
13/10/2011	9:00-12:00	0.2
13/10/2011	12:00-15:00	3.1
13/10/2011	15:00-18:00	2.0
13/10/2011	18:00-21:00	9.7
13/10/2011	21:00-24:00	3.0
14/10/2011	0:00-3:00	0.8
14/10/2011	3:00-6:00	0.0
14/10/2011	6:00-9:00	0.0
14/10/2011	9:00-12:00	0.7
14/10/2011	12:00-15:00	0.7
14/10/2011	15:00-18:00	0.7
14/10/2011	18:00-21:00	0.7
14/10/2011	21:00-24:00	0.7
15/10/2011	0:00-3:00	0.3
15/10/2011	3:00-6:00	0.3
15/10/2011	6:00-9:00	0.1
15/10/2011	9:00-12:00	0.5
15/10/2011	12:00-15:00	1.2

15/10/2011	15:00-18:00	2.7
15/10/2011	18:00-21:00	3.3
15/10/2011	21:00-24:00	7.9
16/10/2011	0:00-3:00	15.8
16/10/2011	3:00-6:00	14.8
16/10/2011	6:00-9:00	13.0
16/10/2011	9:00-12:00	6.8
16/10/2011	12:00-15:00	6.8
16/10/2011	15:00-18:00	3.8
16/10/2011	18:00-21:00	3.8
16/10/2011	21:00-24:00	0.2
17/10/2011	0:00-3:00	0.8
17/10/2011	3:00-6:00	0.0
17/10/2011	6:00-9:00	0.0
17/10/2011	9:00-12:00	0.0
17/10/2011	12:00-15:00	0.0
17/10/2011	15:00-18:00	0.0
17/10/2011	18:00-21:00	0.0
17/10/2011	21:00-24:00	0.0
18/10/2011	0:00-3:00	0.1
18/10/2011	3:00-6:00	0.0
18/10/2011	6:00-9:00	0.0
18/10/2011	9:00-12:00	0.0
18/10/2011	12:00-15:00	0.0
18/10/2011	15:00-18:00	0.0
18/10/2011	18:00-21:00	0.0
18/10/2011	21:00-24:00	0.0
19/10/2011	0:00-3:00	0.0
19/10/2011	3:00-6:00	0.0
19/10/2011	6:00-9:00	0.0
19/10/2011	9:00-12:00	0.0
19/10/2011	12:00-15:00	6.6
19/10/2011	15:00-18:00	10.8
19/10/2011	18:00-21:00	8.5
19/10/2011	21:00-24:00	8.5
20/10/2011	0:00-3:00	0.0
20/10/2011	3:00-6:00	0.0
20/10/2011	6:00-9:00	0.0
20/10/2011	9:00-12:00	0.0
20/10/2011	12:00-15:00	0.0
20/10/2011	15:00-18:00	0.0
20/10/2011	18:00-21:00	0.0
20/10/2011	21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Tabla 5.14 Precipitación para Estación SC-3.

FECHA	DURACIÓN	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)
10/10/2011	0:00-3:00	0.4
10/10/2011	3:00-6:00	1.2
10/10/2011	6:00-9:00	1.2
10/10/2011	9:00-12:00	0.0
10/10/2011	12:00-15:00	0.0
10/10/2011	15:00-18:00	0.0
10/10/2011	18:00-21:00	0.0
10/10/2011	21:00-24:00	0.0
11/10/2011	0:00-3:00	0.8
11/10/2011	3:00-6:00	0.8
11/10/2011	6:00-9:00	2.6
11/10/2011	9:00-12:00	0.9
11/10/2011	12:00-15:00	0.6
11/10/2011	15:00-18:00	7.1
11/10/2011	18:00-21:00	7.0
11/10/2011	21:00-24:00	18.0
12/10/2011	0:00-3:00	26.7
12/10/2011	3:00-6:00	24.3
12/10/2011	6:00-9:00	23.9
12/10/2011	9:00-12:00	32.2
12/10/2011	12:00-15:00	18.9
12/10/2011	15:00-18:00	10.1
12/10/2011	18:00-21:00	3.4
12/10/2011	21:00-24:00	0.1
13/10/2011	0:00-3:00	0.1
13/10/2011	3:00-6:00	3.4
13/10/2011	6:00-9:00	0.1
13/10/2011	9:00-12:00	0.7
13/10/2011	12:00-15:00	3.7
13/10/2011	15:00-18:00	2.5
13/10/2011	18:00-21:00	10.0
13/10/2011	21:00-24:00	3.1
14/10/2011	0:00-3:00	0.7
14/10/2011	3:00-6:00	0.0
14/10/2011	6:00-9:00	0.0
14/10/2011	9:00-12:00	0.7
14/10/2011	12:00-15:00	0.7
14/10/2011	15:00-18:00	0.7
14/10/2011	18:00-21:00	0.7
14/10/2011	21:00-24:00	0.7
15/10/2011	0:00-3:00	0.3
15/10/2011	3:00-6:00	0.3
15/10/2011	6:00-9:00	0.1
15/10/2011	9:00-12:00	0.6

15/10/2011	12:00-15:00	1.3
15/10/2011	15:00-18:00	2.5
15/10/2011	18:00-21:00	3.3
15/10/2011	21:00-24:00	8.2
16/10/2011	0:00-3:00	15.1
16/10/2011	3:00-6:00	14.6
16/10/2011	6:00-9:00	13.1
16/10/2011	9:00-12:00	6.9
16/10/2011	12:00-15:00	6.9
16/10/2011	15:00-18:00	4.4
16/10/2011	18:00-21:00	4.4
16/10/2011	21:00-24:00	0.3
17/10/2011	0:00-3:00	1.1
17/10/2011	3:00-6:00	0.5
17/10/2011	6:00-9:00	0.0
17/10/2011	9:00-12:00	0.0
17/10/2011	12:00-15:00	0.0
17/10/2011	15:00-18:00	0.0
17/10/2011	18:00-21:00	0.0
17/10/2011	21:00-24:00	0.0
18/10/2011	0:00-3:00	0.1
18/10/2011	3:00-6:00	0.0
18/10/2011	6:00-9:00	0.0
18/10/2011	9:00-12:00	0.0
18/10/2011	12:00-15:00	0.0
18/10/2011	15:00-18:00	0.0
18/10/2011	18:00-21:00	0.0
18/10/2011	21:00-24:00	0.0
19/10/2011	0:00-3:00	0.0
19/10/2011	3:00-6:00	0.1
19/10/2011	6:00-9:00	0.1
19/10/2011	9:00-12:00	0.1
19/10/2011	12:00-15:00	7.0
19/10/2011	15:00-18:00	10.8
19/10/2011	18:00-21:00	8.7
19/10/2011	21:00-24:00	8.7
20/10/2011	0:00-3:00	0.1
20/10/2011	3:00-6:00	0.0
20/10/2011	6:00-9:00	0.0
20/10/2011	9:00-12:00	0.0
20/10/2011	12:00-15:00	0.0
20/10/2011	15:00-18:00	0.0
20/10/2011	18:00-21:00	0.0
20/10/2011	21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Tabla 5.15 Precipitación para Estación SC-4.

<b>FECHA</b>	<b>DURACIÓN</b>	<b>LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)</b>
10/10/2011	0:00-3:00	0.4
10/10/2011	3:00-6:00	1.4
10/10/2011	6:00-9:00	1.4
10/10/2011	9:00-12:00	0.0
10/10/2011	12:00-15:00	0.0
10/10/2011	15:00-18:00	0.0
10/10/2011	18:00-21:00	0.0
10/10/2011	21:00-24:00	0.0
11/10/2011	0:00-3:00	0.1
11/10/2011	3:00-6:00	0.8
11/10/2011	6:00-9:00	3.6
11/10/2011	9:00-12:00	1.8
11/10/2011	12:00-15:00	0.9
11/10/2011	15:00-18:00	7.1
11/10/2011	18:00-21:00	5.6
11/10/2011	21:00-24:00	17.2
12/10/2011	0:00-3:00	24.6
12/10/2011	3:00-6:00	21.6
12/10/2011	6:00-9:00	21.7
12/10/2011	9:00-12:00	31.8
12/10/2011	12:00-15:00	18.9
12/10/2011	15:00-18:00	10.0
12/10/2011	18:00-21:00	3.2
12/10/2011	21:00-24:00	0.1
13/10/2011	0:00-3:00	0.1
13/10/2011	3:00-6:00	3.9
13/10/2011	6:00-9:00	0.2
13/10/2011	9:00-12:00	0.2
13/10/2011	12:00-15:00	3.0
13/10/2011	15:00-18:00	2.2
13/10/2011	18:00-21:00	9.6
13/10/2011	21:00-24:00	3.1
14/10/2011	0:00-3:00	0.7
14/10/2011	3:00-6:00	0.1
14/10/2011	6:00-9:00	0.0
14/10/2011	9:00-12:00	0.9
14/10/2011	12:00-15:00	0.9
14/10/2011	15:00-18:00	0.9
14/10/2011	18:00-21:00	0.9
14/10/2011	21:00-24:00	0.9
15/10/2011	0:00-3:00	0.3
15/10/2011	3:00-6:00	0.3

15/10/2011	6:00-9:00	0.4
15/10/2011	9:00-12:00	0.7
15/10/2011	12:00-15:00	1.5
15/10/2011	15:00-18:00	3.0
15/10/2011	18:00-21:00	3.5
15/10/2011	21:00-24:00	8.4
16/10/2011	0:00-3:00	15.8
16/10/2011	3:00-6:00	14.6
16/10/2011	6:00-9:00	12.7
16/10/2011	9:00-12:00	6.7
16/10/2011	12:00-15:00	6.7
16/10/2011	15:00-18:00	3.7
16/10/2011	18:00-21:00	3.7
16/10/2011	21:00-24:00	0.2
17/10/2011	0:00-3:00	0.7
17/10/2011	3:00-6:00	0.0
17/10/2011	6:00-9:00	0.0
17/10/2011	9:00-12:00	0.0
17/10/2011	12:00-15:00	0.0
17/10/2011	15:00-18:00	0.0
17/10/2011	18:00-21:00	0.0
17/10/2011	21:00-24:00	0.0
18/10/2011	0:00-3:00	0.1
18/10/2011	3:00-6:00	0.0
18/10/2011	6:00-9:00	0.0
18/10/2011	9:00-12:00	0.0
18/10/2011	12:00-15:00	0.0
18/10/2011	15:00-18:00	0.0
18/10/2011	18:00-21:00	0.0
18/10/2011	21:00-24:00	0.0
19/10/2011	0:00-3:00	0.0
19/10/2011	3:00-6:00	0.0
19/10/2011	6:00-9:00	0.0
19/10/2011	9:00-12:00	0.0
19/10/2011	12:00-15:00	6.6
19/10/2011	15:00-18:00	10.6
19/10/2011	18:00-21:00	8.4
19/10/2011	21:00-24:00	8.4
20/10/2011	0:00-3:00	0.0
20/10/2011	3:00-6:00	0.0
20/10/2011	6:00-9:00	0.0
20/10/2011	9:00-12:00	0.0
20/10/2011	12:00-15:00	0.0
20/10/2011	15:00-18:00	0.0
20/10/2011	18:00-21:00	0.0
20/10/2011	21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Tabla 5.16 Precipitación para Estación SC-5.

<b>FECHA</b>	<b>DURACIÓN</b>	<b>LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)</b>
10/10/2011	0:00-3:00	0.3
10/10/2011	3:00-6:00	0.7
10/10/2011	6:00-9:00	0.7
10/10/2011	9:00-12:00	0.0
10/10/2011	12:00-15:00	0.0
10/10/2011	15:00-18:00	0.0
10/10/2011	18:00-21:00	0.0
10/10/2011	21:00-24:00	0.0
11/10/2011	0:00-3:00	2.4
11/10/2011	3:00-6:00	1.4
11/10/2011	6:00-9:00	2.0
11/10/2011	9:00-12:00	0.9
11/10/2011	12:00-15:00	1.0
11/10/2011	15:00-18:00	7.7
11/10/2011	18:00-21:00	10.6
11/10/2011	21:00-24:00	19.3
12/10/2011	0:00-3:00	30.3
12/10/2011	3:00-6:00	29.1
12/10/2011	6:00-9:00	27.8
12/10/2011	9:00-12:00	31.6
12/10/2011	12:00-15:00	18.1
12/10/2011	15:00-18:00	9.8
12/10/2011	18:00-21:00	3.7
12/10/2011	21:00-24:00	0.2
13/10/2011	0:00-3:00	0.1
13/10/2011	3:00-6:00	2.6
13/10/2011	6:00-9:00	0.1
13/10/2011	9:00-12:00	1.9
13/10/2011	12:00-15:00	5.1
13/10/2011	15:00-18:00	3.4
13/10/2011	18:00-21:00	10.6
13/10/2011	21:00-24:00	3.1
14/10/2011	0:00-3:00	0.5
14/10/2011	3:00-6:00	0.0
14/10/2011	6:00-9:00	0.0
14/10/2011	9:00-12:00	0.4
14/10/2011	12:00-15:00	0.4
14/10/2011	15:00-18:00	0.4
14/10/2011	18:00-21:00	0.4
14/10/2011	21:00-24:00	0.4
15/10/2011	0:00-3:00	0.6

15/10/2011	3:00-6:00	0.6
15/10/2011	6:00-9:00	0.1
15/10/2011	9:00-12:00	0.7
15/10/2011	12:00-15:00	1.4
15/10/2011	15:00-18:00	2.0
15/10/2011	18:00-21:00	3.3
15/10/2011	21:00-24:00	8.8
16/10/2011	0:00-3:00	13.5
16/10/2011	3:00-6:00	14.3
16/10/2011	6:00-9:00	13.3
16/10/2011	9:00-12:00	7.1
16/10/2011	12:00-15:00	7.1
16/10/2011	15:00-18:00	5.9
16/10/2011	18:00-21:00	5.9
16/10/2011	21:00-24:00	0.4
17/10/2011	0:00-3:00	1.8
17/10/2011	3:00-6:00	1.8
17/10/2011	6:00-9:00	0.0
17/10/2011	9:00-12:00	0.0
17/10/2011	12:00-15:00	0.0
17/10/2011	15:00-18:00	0.0
17/10/2011	18:00-21:00	0.0
17/10/2011	21:00-24:00	0.0
18/10/2011	0:00-3:00	0.0
18/10/2011	3:00-6:00	0.0
18/10/2011	6:00-9:00	0.0
18/10/2011	9:00-12:00	0.0
18/10/2011	12:00-15:00	0.0
18/10/2011	15:00-18:00	0.0
18/10/2011	18:00-21:00	0.0
18/10/2011	21:00-24:00	0.0
19/10/2011	0:00-3:00	0.0
19/10/2011	3:00-6:00	0.2
19/10/2011	6:00-9:00	0.2
19/10/2011	9:00-12:00	0.2
19/10/2011	12:00-15:00	8.0
19/10/2011	15:00-18:00	10.8
19/10/2011	18:00-21:00	9.2
19/10/2011	21:00-24:00	9.2
20/10/2011	0:00-3:00	0.4
20/10/2011	3:00-6:00	0.0
20/10/2011	6:00-9:00	0.0
20/10/2011	9:00-12:00	0.0
20/10/2011	12:00-15:00	0.0
20/10/2011	15:00-18:00	0.0
20/10/2011	18:00-21:00	0.0
20/10/2011	21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Tabla 5.17 Precipitación para Estación SC-6.

FECHA	DURACIÓN	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)
10/10/2011	0:00-3:00	0.3
10/10/2011	3:00-6:00	0.9
10/10/2011	6:00-9:00	0.9
10/10/2011	9:00-12:00	0.0
10/10/2011	12:00-15:00	0.0
10/10/2011	15:00-18:00	0.0
10/10/2011	18:00-21:00	0.1
10/10/2011	21:00-24:00	0.0
11/10/2011	0:00-3:00	1.2
11/10/2011	3:00-6:00	2.1
11/10/2011	6:00-9:00	6.1
11/10/2011	9:00-12:00	5.0
11/10/2011	12:00-15:00	3.0
11/10/2011	15:00-18:00	8.2
11/10/2011	18:00-21:00	8.2
11/10/2011	21:00-24:00	16.7
12/10/2011	0:00-3:00	25.2
12/10/2011	3:00-6:00	22.6
12/10/2011	6:00-9:00	22.0
12/10/2011	9:00-12:00	28.6
12/10/2011	12:00-15:00	16.7
12/10/2011	15:00-18:00	9.0
12/10/2011	18:00-21:00	3.0
12/10/2011	21:00-24:00	0.2
13/10/2011	0:00-3:00	0.1
13/10/2011	3:00-6:00	4.2
13/10/2011	6:00-9:00	0.8
13/10/2011	9:00-12:00	0.8
13/10/2011	12:00-15:00	3.9
13/10/2011	15:00-18:00	3.6
13/10/2011	18:00-21:00	9.6
13/10/2011	21:00-24:00	3.2
14/10/2011	0:00-3:00	0.6
14/10/2011	3:00-6:00	0.3
14/10/2011	6:00-9:00	0.2
14/10/2011	9:00-12:00	1.3
14/10/2011	12:00-15:00	1.3
14/10/2011	15:00-18:00	1.3
14/10/2011	18:00-21:00	1.3
14/10/2011	21:00-24:00	1.3
15/10/2011	0:00-3:00	0.6
15/10/2011	3:00-6:00	0.6
15/10/2011	6:00-9:00	1.5
15/10/2011	9:00-12:00	1.4
15/10/2011	12:00-15:00	2.9

15/10/2011	15:00-18:00	3.7
15/10/2011	18:00-21:00	4.2
15/10/2011	21:00-24:00	10.6
16/10/2011	0:00-3:00	14.9
16/10/2011	3:00-6:00	14.0
16/10/2011	6:00-9:00	11.8
16/10/2011	9:00-12:00	6.2
16/10/2011	12:00-15:00	6.2
16/10/2011	15:00-18:00	4.1
16/10/2011	18:00-21:00	4.1
16/10/2011	21:00-24:00	0.3
17/10/2011	0:00-3:00	1.1
17/10/2011	3:00-6:00	0.7
17/10/2011	6:00-9:00	0.0
17/10/2011	9:00-12:00	0.0
17/10/2011	12:00-15:00	0.0
17/10/2011	15:00-18:00	0.0
17/10/2011	18:00-21:00	0.0
17/10/2011	21:00-24:00	0.0
18/10/2011	0:00-3:00	0.0
18/10/2011	3:00-6:00	0.0
18/10/2011	6:00-9:00	0.0
18/10/2011	9:00-12:00	0.0
18/10/2011	12:00-15:00	0.0
18/10/2011	15:00-18:00	0.0
18/10/2011	18:00-21:00	0.0
18/10/2011	21:00-24:00	0.0
19/10/2011	0:00-3:00	0.0
19/10/2011	3:00-6:00	0.1
19/10/2011	6:00-9:00	0.1
19/10/2011	9:00-12:00	0.1
19/10/2011	12:00-15:00	7.1
19/10/2011	15:00-18:00	10.0
19/10/2011	18:00-21:00	8.5
19/10/2011	21:00-24:00	8.5
20/10/2011	0:00-3:00	0.2
20/10/2011	3:00-6:00	0.0
20/10/2011	6:00-9:00	0.0
20/10/2011	9:00-12:00	0.0
20/10/2011	12:00-15:00	0.0
20/10/2011	15:00-18:00	0.0
20/10/2011	18:00-21:00	0.0
20/10/2011	21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Tabla 5.18 Precipitación para Estación SC-7.

FECHA	DURACIÓN	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)
10/10/2011	0:00-3:00	0.3
10/10/2011	3:00-6:00	0.2
10/10/2011	6:00-9:00	0.2
10/10/2011	9:00-12:00	0.0
10/10/2011	12:00-15:00	0.0
10/10/2011	15:00-18:00	0.1
10/10/2011	18:00-21:00	0.2
10/10/2011	21:00-24:00	0.2
11/10/2011	0:00-3:00	3.3
11/10/2011	3:00-6:00	6.3
11/10/2011	6:00-9:00	10.5
11/10/2011	9:00-12:00	11.8
11/10/2011	12:00-15:00	7.6
11/10/2011	15:00-18:00	9.7
11/10/2011	18:00-21:00	14.2
11/10/2011	21:00-24:00	15.6
12/10/2011	0:00-3:00	24.5
12/10/2011	3:00-6:00	22.6
12/10/2011	6:00-9:00	21.0
12/10/2011	9:00-12:00	21.8
12/10/2011	12:00-15:00	12.4
12/10/2011	15:00-18:00	6.7
12/10/2011	18:00-21:00	2.5
12/10/2011	21:00-24:00	0.3
13/10/2011	0:00-3:00	0.0
13/10/2011	3:00-6:00	4.7
13/10/2011	6:00-9:00	1.8
13/10/2011	9:00-12:00	1.8
13/10/2011	12:00-15:00	6.7
13/10/2011	15:00-18:00	7.0
13/10/2011	18:00-21:00	9.7
13/10/2011	21:00-24:00	3.2
14/10/2011	0:00-3:00	0.4
14/10/2011	3:00-6:00	0.5
14/10/2011	6:00-9:00	0.4
14/10/2011	9:00-12:00	1.8
14/10/2011	12:00-15:00	1.8
14/10/2011	15:00-18:00	1.8
14/10/2011	18:00-21:00	1.8
14/10/2011	21:00-24:00	1.8
15/10/2011	0:00-3:00	0.8
15/10/2011	3:00-6:00	0.8
15/10/2011	6:00-9:00	3.6
15/10/2011	9:00-12:00	3.4
15/10/2011	12:00-15:00	6.3
15/10/2011	15:00-18:00	5.4
15/10/2011	18:00-21:00	5.6

15/10/2011	21:00-24:00	15.1
16/10/2011	0:00-3:00	17.4
16/10/2011	3:00-6:00	14.5
16/10/2011	6:00-9:00	9.8
16/10/2011	9:00-12:00	5.0
16/10/2011	12:00-15:00	5.0
16/10/2011	15:00-18:00	4.5
16/10/2011	18:00-21:00	4.5
16/10/2011	21:00-24:00	0.4
17/10/2011	0:00-3:00	1.5
17/10/2011	3:00-6:00	1.7
17/10/2011	6:00-9:00	0.0
17/10/2011	9:00-12:00	0.0
17/10/2011	12:00-15:00	0.0
17/10/2011	15:00-18:00	0.0
17/10/2011	18:00-21:00	0.0
17/10/2011	21:00-24:00	0.0
18/10/2011	0:00-3:00	0.0
18/10/2011	3:00-6:00	0.0
18/10/2011	6:00-9:00	0.0
18/10/2011	9:00-12:00	0.0
18/10/2011	12:00-15:00	0.0
18/10/2011	15:00-18:00	0.0
18/10/2011	18:00-21:00	0.0
18/10/2011	21:00-24:00	0.0
19/10/2011	0:00-3:00	0.0
19/10/2011	3:00-6:00	0.2
19/10/2011	6:00-9:00	0.2
19/10/2011	9:00-12:00	0.2
19/10/2011	12:00-15:00	8.4
19/10/2011	15:00-18:00	8.8
19/10/2011	18:00-21:00	8.3
19/10/2011	21:00-24:00	8.3
20/10/2011	0:00-3:00	0.5
20/10/2011	3:00-6:00	0.0
20/10/2011	6:00-9:00	0.0
20/10/2011	9:00-12:00	0.0
20/10/2011	12:00-15:00	0.0
20/10/2011	15:00-18:00	0.0
20/10/2011	18:00-21:00	0.0
20/10/2011	21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Tabla 5.19 Precipitación para Estación SC-8.

FECHA	DURACIÓN	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)
10/10/2011	0:00-3:00	0.4
10/10/2011	3:00-6:00	1.4
10/10/2011	6:00-9:00	1.4
10/10/2011	9:00-12:00	0.0
10/10/2011	12:00-15:00	0.0
10/10/2011	15:00-18:00	0.0
10/10/2011	18:00-21:00	0.0
10/10/2011	21:00-24:00	0.0
11/10/2011	0:00-3:00	0.1
11/10/2011	3:00-6:00	0.5
11/10/2011	6:00-9:00	2.8
11/10/2011	9:00-12:00	0.9
11/10/2011	12:00-15:00	0.4
11/10/2011	15:00-18:00	6.9
11/10/2011	18:00-21:00	5.4
11/10/2011	21:00-24:00	17.5
12/10/2011	0:00-3:00	25.1
12/10/2011	3:00-6:00	22.1
12/10/2011	6:00-9:00	22.2
12/10/2011	9:00-12:00	32.6
12/10/2011	12:00-15:00	19.3
12/10/2011	15:00-18:00	10.2
12/10/2011	18:00-21:00	3.3
12/10/2011	21:00-24:00	0.1
13/10/2011	0:00-3:00	0.1
13/10/2011	3:00-6:00	3.7
13/10/2011	6:00-9:00	0.1
13/10/2011	9:00-12:00	0.2
13/10/2011	12:00-15:00	3.1
13/10/2011	15:00-18:00	2.0
13/10/2011	18:00-21:00	9.7
13/10/2011	21:00-24:00	3.0
14/10/2011	0:00-3:00	0.8
14/10/2011	3:00-6:00	0.0
14/10/2011	6:00-9:00	0.0
14/10/2011	9:00-12:00	0.7
14/10/2011	12:00-15:00	0.7
14/10/2011	15:00-18:00	0.7
14/10/2011	18:00-21:00	0.7
14/10/2011	21:00-24:00	0.7
15/10/2011	0:00-3:00	0.3
15/10/2011	3:00-6:00	0.3
15/10/2011	6:00-9:00	0.1
15/10/2011	9:00-12:00	0.5
15/10/2011	12:00-15:00	1.2
15/10/2011	15:00-18:00	2.7
15/10/2011	18:00-21:00	3.3

15/10/2011	21:00-24:00	7.9
16/10/2011	0:00-3:00	15.8
16/10/2011	3:00-6:00	14.8
16/10/2011	6:00-9:00	13.0
16/10/2011	9:00-12:00	6.8
16/10/2011	12:00-15:00	6.8
16/10/2011	15:00-18:00	3.8
16/10/2011	18:00-21:00	3.8
16/10/2011	21:00-24:00	0.2
17/10/2011	0:00-3:00	0.8
17/10/2011	3:00-6:00	0.0
17/10/2011	6:00-9:00	0.0
17/10/2011	9:00-12:00	0.0
17/10/2011	12:00-15:00	0.0
17/10/2011	15:00-18:00	0.0
17/10/2011	18:00-21:00	0.0
17/10/2011	21:00-24:00	0.0
18/10/2011	0:00-3:00	0.1
18/10/2011	3:00-6:00	0.0
18/10/2011	6:00-9:00	0.0
18/10/2011	9:00-12:00	0.0
18/10/2011	12:00-15:00	0.0
18/10/2011	15:00-18:00	0.0
18/10/2011	18:00-21:00	0.0
18/10/2011	21:00-24:00	0.0
19/10/2011	0:00-3:00	0.0
19/10/2011	3:00-6:00	0.0
19/10/2011	6:00-9:00	0.0
19/10/2011	9:00-12:00	0.0
19/10/2011	12:00-15:00	6.6
19/10/2011	15:00-18:00	10.8
19/10/2011	18:00-21:00	8.5
19/10/2011	21:00-24:00	8.5
20/10/2011	0:00-3:00	0.0
20/10/2011	3:00-6:00	0.0
20/10/2011	6:00-9:00	0.0
20/10/2011	9:00-12:00	0.0
20/10/2011	12:00-15:00	0.0
20/10/2011	15:00-18:00	0.0
20/10/2011	18:00-21:00	0.0
20/10/2011	21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Tabla 5.20 Precipitación para Estación SC-9.

FECHA	DURACIÓN	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)
10/10/2011	0:00-3:00	0.4
10/10/2011	3:00-6:00	0.4
10/10/2011	6:00-9:00	0.4
10/10/2011	9:00-12:00	0.0
10/10/2011	12:00-15:00	0.0
10/10/2011	15:00-18:00	0.2
10/10/2011	18:00-21:00	0.5
10/10/2011	21:00-24:00	0.0
11/10/2011	0:00-3:00	1.2
11/10/2011	3:00-6:00	6.7
11/10/2011	6:00-9:00	20.4
11/10/2011	9:00-12:00	21.0
11/10/2011	12:00-15:00	12.1
11/10/2011	15:00-18:00	11.8
11/10/2011	18:00-21:00	9.0
11/10/2011	21:00-24:00	10.1
12/10/2011	0:00-3:00	14.9
12/10/2011	3:00-6:00	10.4
12/10/2011	6:00-9:00	10.0
12/10/2011	9:00-12:00	15.0
12/10/2011	12:00-15:00	9.1
12/10/2011	15:00-18:00	4.7
12/10/2011	18:00-21:00	1.2
12/10/2011	21:00-24:00	0.1
13/10/2011	0:00-3:00	0.0
13/10/2011	3:00-6:00	8.2
13/10/2011	6:00-9:00	3.5
13/10/2011	9:00-12:00	0.1
13/10/2011	12:00-15:00	2.9
13/10/2011	15:00-18:00	6.8
13/10/2011	18:00-21:00	7.4
13/10/2011	21:00-24:00	3.5
14/10/2011	0:00-3:00	0.7
14/10/2011	3:00-6:00	1.4
14/10/2011	6:00-9:00	1.1
14/10/2011	9:00-12:00	4.1
14/10/2011	12:00-15:00	4.1
14/10/2011	15:00-18:00	4.1
14/10/2011	18:00-21:00	4.1
14/10/2011	21:00-24:00	4.1
15/10/2011	0:00-3:00	1.2
15/10/2011	3:00-6:00	1.2
15/10/2011	6:00-9:00	7.3
15/10/2011	9:00-12:00	4.5
15/10/2011	12:00-15:00	9.0
15/10/2011	15:00-18:00	9.0
15/10/2011	18:00-21:00	8.0

15/10/2011	21:00-24:00	19.6
16/10/2011	0:00-3:00	16.0
16/10/2011	3:00-6:00	11.7
16/10/2011	6:00-9:00	6.5
16/10/2011	9:00-12:00	2.9
16/10/2011	12:00-15:00	2.9
16/10/2011	15:00-18:00	1.3
16/10/2011	18:00-21:00	1.3
16/10/2011	21:00-24:00	0.4
17/10/2011	0:00-3:00	0.4
17/10/2011	3:00-6:00	0.0
17/10/2011	6:00-9:00	0.0
17/10/2011	9:00-12:00	0.0
17/10/2011	12:00-15:00	0.0
17/10/2011	15:00-18:00	0.0
17/10/2011	18:00-21:00	0.0
17/10/2011	21:00-24:00	0.0
18/10/2011	0:00-3:00	0.0
18/10/2011	3:00-6:00	0.0
18/10/2011	6:00-9:00	0.0
18/10/2011	9:00-12:00	0.0
18/10/2011	12:00-15:00	0.0
18/10/2011	15:00-18:00	0.0
18/10/2011	18:00-21:00	0.0
18/10/2011	21:00-24:00	0.0
19/10/2011	0:00-3:00	0.0
19/10/2011	3:00-6:00	0.0
19/10/2011	6:00-9:00	0.0
19/10/2011	9:00-12:00	0.0
19/10/2011	12:00-15:00	6.3
19/10/2011	15:00-18:00	6.8
19/10/2011	18:00-21:00	7.1
19/10/2011	21:00-24:00	7.1
20/10/2011	0:00-3:00	0.1
20/10/2011	3:00-6:00	0.0
20/10/2011	6:00-9:00	0.0
20/10/2011	9:00-12:00	0.0
20/10/2011	12:00-15:00	0.0
20/10/2011	15:00-18:00	0.0
20/10/2011	18:00-21:00	0.0
20/10/2011	21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Tabla 5.21 Precipitación para Estación SC-10.

FECHA	DURACIÓN	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)
10/10/2011	0:00-3:00	0.4
10/10/2011	3:00-6:00	0.1
10/10/2011	6:00-9:00	0.1
10/10/2011	9:00-12:00	0.0
10/10/2011	12:00-15:00	0.0
10/10/2011	15:00-18:00	0.2
10/10/2011	18:00-21:00	0.6
10/10/2011	21:00-24:00	0.0
11/10/2011	0:00-3:00	1.5
11/10/2011	3:00-6:00	8.5
11/10/2011	6:00-9:00	25.5
11/10/2011	9:00-12:00	26.8
11/10/2011	12:00-15:00	15.5
11/10/2011	15:00-18:00	13.2
11/10/2011	18:00-21:00	10.0
11/10/2011	21:00-24:00	7.9
12/10/2011	0:00-3:00	12.0
12/10/2011	3:00-6:00	7.0
12/10/2011	6:00-9:00	6.5
12/10/2011	9:00-12:00	9.9
12/10/2011	12:00-15:00	6.1
12/10/2011	15:00-18:00	3.1
12/10/2011	18:00-21:00	0.6
12/10/2011	21:00-24:00	0.2
13/10/2011	0:00-3:00	0.0
13/10/2011	3:00-6:00	9.5
13/10/2011	6:00-9:00	4.5
13/10/2011	9:00-12:00	0.1
13/10/2011	12:00-15:00	2.8
13/10/2011	15:00-18:00	8.2
13/10/2011	18:00-21:00	6.7
13/10/2011	21:00-24:00	3.7
14/10/2011	0:00-3:00	0.6
14/10/2011	3:00-6:00	1.7
14/10/2011	6:00-9:00	1.4
14/10/2011	9:00-12:00	5.1
14/10/2011	12:00-15:00	5.1
14/10/2011	15:00-18:00	5.1
14/10/2011	18:00-21:00	5.1
14/10/2011	21:00-24:00	5.1
15/10/2011	0:00-3:00	1.4
15/10/2011	3:00-6:00	1.4
15/10/2011	6:00-9:00	9.4
15/10/2011	9:00-12:00	5.7
15/10/2011	12:00-15:00	11.3
15/10/2011	15:00-18:00	10.9
15/10/2011	18:00-21:00	9.4

15/10/2011	21:00-24:00	22.9
16/10/2011	0:00-3:00	16.0
16/10/2011	3:00-6:00	10.8
16/10/2011	6:00-9:00	4.7
16/10/2011	9:00-12:00	1.8
16/10/2011	12:00-15:00	1.8
16/10/2011	15:00-18:00	0.5
16/10/2011	18:00-21:00	0.5
16/10/2011	21:00-24:00	0.5
17/10/2011	0:00-3:00	0.3
17/10/2011	3:00-6:00	0.0
17/10/2011	6:00-9:00	0.0
17/10/2011	9:00-12:00	0.0
17/10/2011	12:00-15:00	0.0
17/10/2011	15:00-18:00	0.0
17/10/2011	18:00-21:00	0.0
17/10/2011	21:00-24:00	0.0
18/10/2011	0:00-3:00	0.0
18/10/2011	3:00-6:00	0.0
18/10/2011	6:00-9:00	0.0
18/10/2011	9:00-12:00	0.0
18/10/2011	12:00-15:00	0.0
18/10/2011	15:00-18:00	0.0
18/10/2011	18:00-21:00	0.0
18/10/2011	21:00-24:00	0.0
19/10/2011	0:00-3:00	0.0
19/10/2011	3:00-6:00	0.0
19/10/2011	6:00-9:00	0.0
19/10/2011	9:00-12:00	0.0
19/10/2011	12:00-15:00	6.3
19/10/2011	15:00-18:00	5.6
19/10/2011	18:00-21:00	6.8
19/10/2011	21:00-24:00	6.8
20/10/2011	0:00-3:00	0.2
20/10/2011	3:00-6:00	0.0
20/10/2011	6:00-9:00	0.0
20/10/2011	9:00-12:00	0.0
20/10/2011	12:00-15:00	0.0
20/10/2011	15:00-18:00	0.0
20/10/2011	18:00-21:00	0.0
20/10/2011	21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Tabla 5.22 Precipitación para Estación SC-11.

FECHA	DURACIÓN	LLUVIA ACUMULADA EN INTERVALO DE 3 HORAS (MM)
10/10/2011	0:00-3:00	0.4
10/10/2011	3:00-6:00	0.1
10/10/2011	6:00-9:00	0.1
10/10/2011	9:00-12:00	0.0
10/10/2011	12:00-15:00	0.0
10/10/2011	15:00-18:00	0.2
10/10/2011	18:00-21:00	0.6
10/10/2011	21:00-24:00	0.0
11/10/2011	0:00-3:00	1.4
11/10/2011	3:00-6:00	8.3
11/10/2011	6:00-9:00	24.8
11/10/2011	9:00-12:00	26.1
11/10/2011	12:00-15:00	15.0
11/10/2011	15:00-18:00	13.0
11/10/2011	18:00-21:00	9.9
11/10/2011	21:00-24:00	8.2
12/10/2011	0:00-3:00	12.3
12/10/2011	3:00-6:00	7.5
12/10/2011	6:00-9:00	6.9
12/10/2011	9:00-12:00	10.6
12/10/2011	12:00-15:00	6.5
12/10/2011	15:00-18:00	3.3
12/10/2011	18:00-21:00	0.7
12/10/2011	21:00-24:00	0.2
13/10/2011	0:00-3:00	0.0
13/10/2011	3:00-6:00	9.3
13/10/2011	6:00-9:00	4.3
13/10/2011	9:00-12:00	0.1
13/10/2011	12:00-15:00	2.8
13/10/2011	15:00-18:00	8.0
13/10/2011	18:00-21:00	6.8
13/10/2011	21:00-24:00	3.7
14/10/2011	0:00-3:00	0.6
14/10/2011	3:00-6:00	1.7
14/10/2011	6:00-9:00	1.3
14/10/2011	9:00-12:00	5.0
14/10/2011	12:00-15:00	5.0
14/10/2011	15:00-18:00	5.0
14/10/2011	18:00-21:00	5.0
14/10/2011	21:00-24:00	5.0
15/10/2011	0:00-3:00	1.4
15/10/2011	3:00-6:00	1.4
15/10/2011	6:00-9:00	9.1
15/10/2011	9:00-12:00	5.5
15/10/2011	12:00-15:00	11.0
15/10/2011	15:00-18:00	10.6
15/10/2011	18:00-21:00	9.2

15/10/2011	21:00-24:00	22.5
16/10/2011	0:00-3:00	16.0
16/10/2011	3:00-6:00	10.9
16/10/2011	6:00-9:00	4.9
16/10/2011	9:00-12:00	2.0
16/10/2011	12:00-15:00	2.0
16/10/2011	15:00-18:00	0.6
16/10/2011	18:00-21:00	0.6
16/10/2011	21:00-24:00	0.5
17/10/2011	0:00-3:00	0.3
17/10/2011	3:00-6:00	0.0
17/10/2011	6:00-9:00	0.0
17/10/2011	9:00-12:00	0.0
17/10/2011	12:00-15:00	0.0
17/10/2011	15:00-18:00	0.0
17/10/2011	18:00-21:00	0.0
17/10/2011	21:00-24:00	0.0
18/10/2011	0:00-3:00	0.0
18/10/2011	3:00-6:00	0.0
18/10/2011	6:00-9:00	0.0
18/10/2011	9:00-12:00	0.0
18/10/2011	12:00-15:00	0.0
18/10/2011	15:00-18:00	0.0
18/10/2011	18:00-21:00	0.0
18/10/2011	21:00-24:00	0.0
19/10/2011	0:00-3:00	0.0
19/10/2011	3:00-6:00	0.0
19/10/2011	6:00-9:00	0.0
19/10/2011	9:00-12:00	0.0
19/10/2011	12:00-15:00	6.3
19/10/2011	15:00-18:00	5.8
19/10/2011	18:00-21:00	6.8
19/10/2011	21:00-24:00	6.8
20/10/2011	0:00-3:00	0.1
20/10/2011	3:00-6:00	0.0
20/10/2011	6:00-9:00	0.0
20/10/2011	9:00-12:00	0.0
20/10/2011	12:00-15:00	0.0
20/10/2011	15:00-18:00	0.0
20/10/2011	18:00-21:00	0.0
20/10/2011	21:00-24:00	0.0

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

Estas nuevas estaciones pluviométricas son las que se introdujeron al programa para realizar el análisis, debido a que las características físicas del modelo ya estaban calibradas, solamente se necesitaba introducir un nuevo modelo meteorológico, se realizó la corrida del modelo, para obtener el nuevo caudal de salida.

Figura 5.20 Caudal de salida de la cuenca del Rio Sucio con datos de precipitación de CMORPH

Project: CSucio Simulation Run: CMORPH

Start of Run: 10oct2011, 00:00 Basin Model: CSucio  
 End of Run: 21oct2011, 00:00 Meteorologic Model: D12E  
 Compute Time: 14mar2016, 21:50:48 Control Specifications: Tormenta12E

Show Elements: All Elements Volume U...  MM  1000 M: Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage A... (KM2)	Peak Disch... (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
SC-11	129.76	212.3	15oct2011, 21:00	257.62
SC-10	53.06	90.1	15oct2011, 21:00	270.36
SC-7	42.93	78.4	12oct2011, 09:00	313.89
J1	225.75	350.9	15oct2011, 21:00	271.31
J1 A J2	225.75	336.9	16oct2011, 00:00	271.31
SC-6	52.26	107.7	12oct2011, 09:00	256.82
SC-5	51.00	129.9	12oct2011, 09:00	290.71
SC-9	37.15	53.5	15oct2011, 21:00	260.85
SC-8	17.63	39.3	12oct2011, 09:00	237.11
J2	383.79	525.3	16oct2011, 00:00	269.33
SC-3	119.20	289.7	12oct2011, 09:00	264.16
J2 A J3	0.00	0.0	10oct2011, 00:00	n/a
J3	502.99	788.8	12oct2011, 09:00	268.11
J3 A J4	502.99	732.8	12oct2011, 12:00	268.11
SC-4	47.84	106.5	12oct2011, 09:00	243.10
SC-2	40.50	98.3	12oct2011, 09:00	256.60
J4	591.33	905.2	12oct2011, 09:00	265.30
J4 A SALIDA	591.33	806.7	12oct2011, 15:00	265.05
SC-1	209.32	465.7	12oct2011, 09:00	234.62
SALIDA	800.65	1115.2	12oct2011, 12:00	257.10

Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis, utilizando HEC-HMS.

En la figura 5.21 se puede observar los caudales a la salida de la cuenca del Rio Sucio distribuidos a lo largo de la duración del evento meteorológico estudiado. Esta figura nos permite ver que en los días del 11 al 12 de octubre

los valores de caudales son muy similares en los dos sistemas de registro de precipitación, pero que en el día 16 de octubre es donde se da la mayor diferencia, ya que CMORPH registra un valor de precipitación muy bajo comparado con los valores de precipitación de las estaciones pluviométricas.

Figura 5.21 Distribución del caudal a la salida de la cuenca del Rio Sucio a través de la depresión tropical 12E



Fuente: Elaborado por Grupo de Tesis.

# **CAPÍTULO VI**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 6.0 CONCLUSIONES

En nuestro país se cuenta con poca información sobre el registro de precipitación, ya que el estudio se realizó en la cuenca del río Sucio debido a que se contaba con disponibilidad de información, pero solamente había 8 estaciones en el interior y en las cercanías de la cuenca.

Para comparar los hietogramas se utilizaron hietogramas ubicados geográficamente cerca, en los hietogramas se puede observar que el inicio de la depresión tropical no se da en el mismo día en los dos sistemas de precipitación, tampoco coincide el rango de horas en que se da el registro de precipitación máxima, ni el día de la finalización de la depresión tropical 12E.

La precipitación acumulada de la depresión 12E en los dos sistemas de registro de precipitación, presenta una gran variación, mientras que las estaciones pluviométricas presentan valores de 6053.2 mm, CMORPH solo registró 2797.8 mm de lluvia a lo largo de los 10 días de precipitación. Esto representa una variación del 53.77%

La precipitación acumulada a lo largo de los días nos permite ver que, los primeros días de la depresión tropical 12E CMORPH registra valores muy aproximados de precipitación con los valores registrados en las estaciones pluviométricas, es a partir del día 16 de octubre donde CMORPH registra valores muy por debajo de los valores de las estaciones pluviométricas. Son los días a partir del 15 de octubre los que marcan la diferencia entre las estaciones pluviométricas y CMORPH.

Se considera que los mapas de lluvia no son representativos, debido a que son surgen a partir de un comando que genera los mapas a partir de su ubicación, y las ubicaciones de las estaciones son diferentes.

La distribución de caudales a lo largo de la depresión tropical, nos permite ver que al igual que en los hietogramas, en los primeros días del evento meteorológico, se obtienen valores muy similares de registro de caudales, pero que en el día 16 de octubre es donde se registra la mayor diferencia de caudal, y mientras en las estaciones pluviométricas se da el pico máximo de caudal, en las estaciones CMORPH el pico máximo se registra en los primeros días de la depresión 12E.

Finalmente, aunque se reconoce que la base de datos CMORPH cuenta con una gran ventaja que es la disponibilidad de la información y la cobertura espacial de los datos, y basándonos en lo analizado en este trabajo de graduación, no se considera que sea una herramienta útil para el diseño de obras de ingeniería, pues demuestra demasiada variación con respecto a los valores registrados por estaciones pluviométricas

## **6.1 RECOMENDACIONES**

Para poder realizar un análisis hidrológico se recomienda que se seleccione una cuenca hidrográfica de la cual se tenga información sobre sus características físicas.

Se debería de contar con un mayor número de estaciones pluviométricas, distribuidas en las cuencas para tener información distribuida en el área de

estudio, ya que disponer de pocas estaciones aumenta la incertidumbre al momento de analizar la información.

Se recomienda realizar un estudio para decidir que método de interpolación grafica puede adaptarse mejor para la realización de los mapas de distribución de lluvia.

A la hora de realizar un estudio de comparación de estaciones pluviométricas contra datos de precipitación de satélite, se recomienda escoger estaciones pluviométricas que estén ubicadas cerca de las estaciones a analizar. Esto presentará un mayor beneficio a la hora de realizar mapas de distribución de lluvia y comparación de hietogramas.

Realizar un estudio sobre métodos que reduzcan los errores que presentan las estimaciones CMORPH, ya que por la disponibilidad de datos con que cuenta esta base, sería de mucha utilidad para darle mayor uso a la base de datos de precipitaciones que CMORPH ofrece.

Se debería evaluar el estudio de otras estimaciones de precipitación, aparte de CMORPH o bien, una combinación de diferentes estimaciones que permita mejorar los resultados.

Para poder tener más información sobre CMORPH se recomienda realizar el estudio en otras cuencas, con el fin de determinar si el comportamiento de registrar menores valores de precipitación observados en la cuenca del río Sucio es un patrón que se sigue en las demás cuencas de nuestro país.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **LIBROS**

Ven te chow (1994). "Hidrología Aplicada". (1ª. Edición). Santa Fé de Bogotá, Colombia: Mcgraw-Hill.

Sáenz Monsalve, G. (1999). "Hidrología en la Ingeniería". (2ª. Edición). Colombia: Alfa Omega Grupo Editor S.A.

Gobierno de El Salvador y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (1981). "Plan maestro de Desarrollo y Aprovechamiento de los Recursos Hídricos". San Salvador: Gobierno de El Salvador.

Aparicio Mijares, F. (1989). "Fundamentos de Hidrología de Superficie". (1ª. Edición). México: Grupo Noriega Editores.

Linsley, Kohler y Paulus. (1977). "Hidrología para Ingenieros". (2ª. Edición). Colombia: Editorial Mcgraw-Hill.

Chereque Morán, W. (2001) "Hidrología para Estudiantes de Ingeniería Civil". (2ª. Edición) Pontificia Universidad Católica del Perú.

Campos Aranda, D. (1992) "Procesos del Ciclo Hidrológico". (2ª.reimpresión) México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

### **TESIS**

Carrillo Ponce, M. y Aquino Alvarado, O. "La Eficacia de los Incentivos Contemplados en la Ley de Medio Ambiente, en el Municipio de San Salvador, en el período de 1998-2001". (Tesis de Grado). Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales, Universidad de El Salvador.

Valles León, J. (2012). "Generación de Mapas de Inundación, para diferentes períodos de retorno, en la región hidrográfica Mandinga-Comalapa. (Tesis de Grado). Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de El Salvador, El Salvador.

Villalta Rodríguez, C. y Castaneda Romero, I (2003) "Manual de Manejo de Cuencas Hidrográficas", (Tesis de Postgrado). Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, El Salvador.

Ruiz, J (2008) “Aplicación de los Pronósticos por Ensamblajes a la Predicción del Tiempo a corto plazo sobre Sudamérica”. (Tesis de Doctorado) Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Zubieta Barragán, R. (2013) “Modelado Hidrológico distribuido de la Cuenca Amazónica Peruana utilizando Precipitación obtenida por Satélite”. (Tesis de Postgrado) Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima Perú.

### **OTRAS FUENTES:**

Ruíz, J. (2009). “Evaluación de Diferentes metodologías para la Calibración de las Estimaciones de Precipitación CMORPH sobre Sudamérica”. Revista brasileira de medicina do esporte.

Geólogos del Mundo “Estudio hidrológico en la cuenca del río Sucio y análisis de avenidas en los tramos de las comunidades de Veracruz, El Primo, Los Naranjos, Jardines de Colón, Rancho Hondo, Nueva Esperanza y Sitio Arqueológico de San Andrés para el establecimiento de sistemas de alerta temprana frente a inundaciones” (2012)

Diccionario Enciclopédico Ilustrado “Océano Uno”. Editorial Océano. Edición 1994.

“Formalidades del Proyecto y del Informe Final de Investigación”. Facultad de Jurisprudencia y Ciencias Sociales, Universidad de El Salvador.

US Army Corps of Engineers “Hydrologic Modeling System HEC-HMS. Technical Reference Manual” (2000)

### **PUBLICACIONES DE INTERNET:**

Merwade, v. (2012) “Hydrologic Modeling Using Hec-hms”. School of Civil Engineering, Purdue University, Indiana Estados Unidos.

Nanía S (2007) “Manual Básico de HEC-HMS 3.0.0 y Hec-GeoHMS 1.1” (Curso de Especialización) Área de ingeniería Hidráulica, Departamento de Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica, Universidad de Granada.

American Meteorological Society (2016). “Evaluation of the High-resolution CMORPH Satellite Rainfall Product Using Dense Rain Gauge Observations and Radar-Based Estimates: Journal of Hydrometeorology: vol 13, no 6. [Documento

en línea] Dirección URL: <http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/jhm-d-12-017.1>

Tang, G. and Hong, Y. (2014). Evaluation of High-Resolution Precipitation Estimates from Satellites during July 2012 Beijing Flood Event Using Dense Rain Gauge Observations. Dirección URL: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0089681>

Arcgis Desktop Help 9.2 (2016). - Applying a Spline Interpolation. [En línea] Dirección URL: [http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?topicname=applying\\_a\\_spline\\_interpolation](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?topicname=applying_a_spline_interpolation)

Modelando con ArcHydro. (2011). Modelando Cuencas con Archydro - Agua y Sig. [En línea] aguaysig.com. Dirección URL: <http://www.aguaysig.com/2011/09/modelando-cuencas-con-archydro.html>

## Anexo 1

Información proporcionada por el MARN de las precipitaciones diarias de las estaciones dentro y en las cercanías de la cuenca del río Sucio.

**MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**  
**DIRECCIÓN GENERAL DEL OBSERVATORIO AMBIENTAL**  
**CENTRO DE INFORMACION AGROCLIMÁTICA**

INDICE	ESTACIÓN	LONGITUD	LATITUD	FECHA	LLUVIA.MM.
L-04	San Andrés	-89.4037778	13.8064722	10/10/2011	9.3
L-04	San Andrés	-89.4037778	13.8064722	11/10/2011	3.1
L-04	San Andrés	-89.4037778	13.8064722	12/10/2011	90.9
L-04	San Andrés	-89.4037778	13.8064722	13/10/2011	70.4
L-04	San Andrés	-89.4037778	13.8064722	14/10/2011	5.9
L-04	San Andrés	-89.4037778	13.8064722	15/10/2011	17.2
L-04	San Andrés	-89.4037778	13.8064722	16/10/2011	210
L-04	San Andrés	-89.4037778	13.8064722	17/10/2011	87
L-04	San Andrés	-89.4037778	13.8064722	18/10/2011	16.1
L-04	San Andrés	-89.4037778	13.8064722	19/10/2011	34.5
L-04	San Andrés	-89.4037778	13.8064722	20/10/2011	72.2
L-09	Comasagua, Fca.El Rosario	-89.3487222	13.6353889	10/10/2011	11
L-09	Comasagua, Fca.El Rosario	-89.3487222	13.6353889	11/10/2011	36
L-09	Comasagua, Fca.El Rosario	-89.3487222	13.6353889	12/10/2011	240
L-09	Comasagua, Fca.El Rosario	-89.3487222	13.6353889	13/10/2011	111
L-09	Comasagua, Fca.El Rosario	-89.3487222	13.6353889	14/10/2011	36
L-09	Comasagua, Fca.El Rosario	-89.3487222	13.6353889	15/10/2011	135
L-09	Comasagua, Fca.El Rosario	-89.3487222	13.6353889	16/10/2011	268
L-09	Comasagua, Fca.El Rosario	-89.3487222	13.6353889	17/10/2011	172
L-09	Comasagua, Fca.El Rosario	-89.3487222	13.6353889	18/10/2011	103
L-09	Comasagua, Fca.El Rosario	-89.3487222	13.6353889	19/10/2011	20
L-09	Comasagua, Fca.El Rosario	-89.3487222	13.6353889	20/10/2011	0
L-14	Hacienda Amaquilco	-89.257	13.5760278	10/10/2011	0
L-14	Hacienda Amaquilco	-89.257	13.5760278	11/10/2011	77
L-14	Hacienda Amaquilco	-89.257	13.5760278	12/10/2011	244
L-14	Hacienda Amaquilco	-89.257	13.5760278	13/10/2011	55
L-14	Hacienda Amaquilco	-89.257	13.5760278	14/10/2011	56
L-14	Hacienda Amaquilco	-89.257	13.5760278	15/10/2011	88

L-14	Hacienda Amaquilco	-89.257	13.5760278	16/10/2011	203.5
L-14	Hacienda Amaquilco	-89.257	13.5760278	17/10/2011	109
L-14	Hacienda Amaquilco	-89.257	13.5760278	18/10/2011	56
L-14	Hacienda Amaquilco	-89.257	13.5760278	19/10/2011	101.4
L-14	Hacienda Amaquilco	-89.257	13.5760278	20/10/2011	0
L-17	Jayaque,Bfcio.El Paraíso	-89.4323056	13.6698611	10/10/2011	1.3
L-17	Jayaque,Bfcio.El Paraíso	-89.4323056	13.6698611	11/10/2011	21
L-17	Jayaque,Bfcio.El Paraíso	-89.4323056	13.6698611	12/10/2011	250.5
L-17	Jayaque,Bfcio.El Paraíso	-89.4323056	13.6698611	13/10/2011	119.7
L-17	Jayaque,Bfcio.El Paraíso	-89.4323056	13.6698611	14/10/2011	38.5
L-17	Jayaque,Bfcio.El Paraíso	-89.4323056	13.6698611	15/10/2011	65.7
L-17	Jayaque,Bfcio.El Paraíso	-89.4323056	13.6698611	16/10/2011	350
L-17	Jayaque,Bfcio.El Paraíso	-89.4323056	13.6698611	17/10/2011	203
L-17	Jayaque,Bfcio.El Paraíso	-89.4323056	13.6698611	18/10/2011	88
L-17	Jayaque,Bfcio.El Paraíso	-89.4323056	13.6698611	19/10/2011	15
L-17	Jayaque,Bfcio.El Paraíso	-89.4323056	13.6698611	20/10/2011	59.1
L-27	Chiltiupán	-89.4799167	13.5924444	10/10/2011	3.1
L-27	Chiltiupán	-89.4799167	13.5924444	11/10/2011	119.3
L-27	Chiltiupán	-89.4799167	13.5924444	12/10/2011	195.6
L-27	Chiltiupán	-89.4799167	13.5924444	13/10/2011	120.2
L-27	Chiltiupán	-89.4799167	13.5924444	14/10/2011	58.9
L-27	Chiltiupán	-89.4799167	13.5924444	15/10/2011	102.6
L-27	Chiltiupán	-89.4799167	13.5924444	16/10/2011	237.9
L-27	Chiltiupán	-89.4799167	13.5924444	17/10/2011	195.8
L-27	Chiltiupán	-89.4799167	13.5924444	18/10/2011	80.4
L-27	Chiltiupán	-89.4799167	13.5924444	19/10/2011	48.4
L-27	Chiltiupán	-89.4799167	13.5924444	20/10/2011	93.5
L-29	Finca Los Cedros	-89.3244722	13.6844444	10/10/2011	55
L-29	Finca Los Cedros	-89.3244722	13.6844444	11/10/2011	200
L-29	Finca Los Cedros	-89.3244722	13.6844444	12/10/2011	60
L-29	Finca Los Cedros	-89.3244722	13.6844444	13/10/2011	22
L-29	Finca Los Cedros	-89.3244722	13.6844444	14/10/2011	94
L-29	Finca Los Cedros	-89.3244722	13.6844444	15/10/2011	198
L-29	Finca Los Cedros	-89.3244722	13.6844444	16/10/2011	104
L-29	Finca Los Cedros	-89.3244722	13.6844444	17/10/2011	36
L-29	Finca Los Cedros	-89.3244722	13.6844444	18/10/2011	38
L-29	Finca Los Cedros	-89.3244722	13.6844444	19/10/2011	33
L-29	Finca Los Cedros	-89.3244722	13.6844444	20/10/2011	0

## **Anexo 2**

Información proporcionada por el MARN de la estación telemétrica Procafé, a un intervalo de tiempo de 10 minutos.

		PROCAFE	
DATE	TIME	ACUMULADO	INSTANTANEO
10/10/2011	0:00:00	1563.2	0
10/10/2011	0:10:00	1563.2	0
10/10/2011	0:20:00	1563.2	0
10/10/2011	0:30:00	1563.2	0
10/10/2011	0:40:00	1563.2	0
10/10/2011	0:50:00	1563.2	0
10/10/2011	1:00:00	1563.2	0
10/10/2011	1:10:00	1563.2	0
10/10/2011	1:20:00	1563.2	0
10/10/2011	1:30:00	1563.2	0
10/10/2011	1:40:00	1563.2	0
10/10/2011	1:50:00	1563.2	0
10/10/2011	2:00:00	1563.2	0
10/10/2011	2:10:00	1563.2	0
10/10/2011	2:20:00	1563.2	0
10/10/2011	2:30:00	1563.2	0
10/10/2011	2:40:00	1563.2	0
10/10/2011	2:50:00	1563.2	0
10/10/2011	3:00:00	1563.2	0
10/10/2011	3:10:00	1563.2	0
10/10/2011	3:20:00	1563.2	0
10/10/2011	3:30:00	1563.2	0
10/10/2011	3:40:00	1563.2	0
10/10/2011	3:50:00	1563.2	0
10/10/2011	4:00:00	1563.2	0
10/10/2011	4:10:00	1563.2	0
10/10/2011	4:20:00	1563.2	0
10/10/2011	4:30:00	1563.2	0
10/10/2011	4:40:00	1563.2	0
10/10/2011	4:50:00	1563.2	0
10/10/2011	5:00:00	1563.2	0
10/10/2011	5:10:00	1563.2	0
10/10/2011	5:20:00	1563.2	0
10/10/2011	5:30:00	1563.2	0
10/10/2011	5:40:00	1563.2	0
10/10/2011	5:50:00	1563.2	0
10/10/2011	6:00:00	1563.2	0
10/10/2011	6:10:00	1563.2	0
10/10/2011	6:20:00	1563.2	0
10/10/2011	6:30:00	1563.2	0
10/10/2011	6:40:00	1563.2	0

10/10/2011	6:50:00	1563.2	0
10/10/2011	7:00:00	1563.2	0
10/10/2011	7:10:00	1563.2	0
10/10/2011	7:20:00	1563.2	0
10/10/2011	7:30:00	1563.2	0
10/10/2011	7:40:00	1563.2	0
10/10/2011	7:50:00	1563.2	0
10/10/2011	8:00:00	1563.2	0
10/10/2011	8:10:00	1563.2	0
10/10/2011	8:20:00	1563.2	0
10/10/2011	8:30:00	1563.2	0
10/10/2011	8:40:00	1563.2	0
10/10/2011	8:50:00	1563.2	0
10/10/2011	9:00:00	1563.2	0
10/10/2011	9:10:00	1563.2	0
10/10/2011	9:20:00	1563.2	0
10/10/2011	9:30:00	1563.2	0
10/10/2011	9:40:00	1563.2	0
10/10/2011	9:50:00	1563.2	0
10/10/2011	10:00:00	1563.2	0
10/10/2011	10:10:00	1563.2	0
10/10/2011	10:20:00	1563.2	0
10/10/2011	10:30:00	1563.2	0
10/10/2011	10:40:00	1563.2	0
10/10/2011	10:50:00	1563.2	0
10/10/2011	11:00:00	1563.2	0
10/10/2011	11:10:00	1563.2	0
10/10/2011	11:20:00	1563.2	0
10/10/2011	11:30:00	1563.2	0
10/10/2011	11:40:00	1563.2	0
10/10/2011	11:50:00	1563.2	0
10/10/2011	12:00:00	1563.2	0
10/10/2011	12:10:00	1563.2	0
10/10/2011	12:20:00	1563.2	0
10/10/2011	12:30:00	1563.2	0
10/10/2011	12:40:00	1563.4	0.2
10/10/2011	12:50:00	1571.8	8.4
10/10/2011	13:00:00	1574.8	3
10/10/2011	13:10:00	1574.8	0
10/10/2011	13:20:00	1575	0.2
10/10/2011	13:30:00	1575.4	0.4
10/10/2011	13:40:00	1575.6	0.2
10/10/2011	13:50:00	1575.6	0

10/10/2011	14:00:00	1575.8	0.2
10/10/2011	14:10:00	1575.8	0
10/10/2011	14:20:00	1575.8	0
10/10/2011	14:30:00	1575.8	0
10/10/2011	14:40:00	1576	0.2
10/10/2011	14:50:00	1576	0
10/10/2011	15:00:00	1576	0
10/10/2011	15:10:00	1576	0
10/10/2011	15:20:00	1576	0
10/10/2011	15:30:00	1576	0
10/10/2011	15:40:00	1576	0
10/10/2011	15:50:00	1576	0
10/10/2011	16:00:00	1576	0
10/10/2011	16:10:00	1576	0
10/10/2011	16:20:00	1576	0
10/10/2011	16:30:00	1576	0
10/10/2011	16:40:00	1576	0
10/10/2011	16:50:00	1576	0
10/10/2011	17:00:00	1576	0
10/10/2011	17:10:00	1576	0
10/10/2011	17:20:00	1576	0
10/10/2011	17:30:00	1576	0
10/10/2011	17:40:00	1576	0
10/10/2011	17:50:00	1576	0
10/10/2011	18:00:00	1576	0
10/10/2011	18:10:00	1576	0
10/10/2011	18:20:00	1576	0
10/10/2011	18:30:00	1576	0
10/10/2011	18:40:00	1576	0
10/10/2011	18:50:00	1576	0
10/10/2011	19:00:00	1576	0
10/10/2011	19:10:00	1576	0
10/10/2011	19:20:00	1576	0
10/10/2011	19:30:00	1576	0
10/10/2011	19:40:00	1576	0
10/10/2011	19:50:00	1576	0
10/10/2011	20:00:00	1576	0
10/10/2011	20:10:00	1576	0
10/10/2011	20:20:00	1576	0
10/10/2011	20:30:00	1576	0
10/10/2011	20:40:00	1576	0
10/10/2011	20:50:00	1576	0
10/10/2011	21:00:00	1576	0

10/10/2011	21:10:00	1576	0
10/10/2011	21:20:00	1576	0
10/10/2011	21:30:00	1576	0
10/10/2011	21:40:00	1576	0
10/10/2011	21:50:00	1576	0
10/10/2011	22:00:00	1576	0
10/10/2011	22:10:00	1576.2	0.2
10/10/2011	22:20:00	1576.2	0
10/10/2011	22:30:00	1576.2	0
10/10/2011	22:40:00	1576.2	0
10/10/2011	22:50:00	1576.4	0.2
10/10/2011	23:00:00	1576.6	0.2
10/10/2011	23:10:00	1576.6	0
10/10/2011	23:20:00	1576.6	0
10/10/2011	23:30:00	1576.6	0
10/10/2011	23:40:00	1576.6	0
10/10/2011	23:50:00	1576.6	0
11/10/2011	0:00:00	1576.6	0
11/10/2011	0:10:00	1576.8	0.2
11/10/2011	0:20:00	1576.8	0
11/10/2011	0:30:00	1576.8	0
11/10/2011	0:40:00	1576.8	0
11/10/2011	0:50:00	1577.2	0.4
11/10/2011	1:00:00	1577.2	0
11/10/2011	1:10:00	1577.2	0
11/10/2011	1:20:00	1577.2	0
11/10/2011	1:30:00	1577.2	0
11/10/2011	1:40:00	1577.8	0.6
11/10/2011	1:50:00	1578.2	0.4
11/10/2011	2:00:00	1578.8	0.6
11/10/2011	2:10:00	1579.4	0.6
11/10/2011	2:20:00	1580.2	0.8
11/10/2011	2:30:00	1580.8	0.6
11/10/2011	2:40:00	1581	0.2
11/10/2011	2:50:00	1581.2	0.2
11/10/2011	3:00:00	1581.8	0.6
11/10/2011	3:10:00	1582.4	0.6
11/10/2011	3:20:00	1582.4	0
11/10/2011	3:30:00	1582.6	0.2
11/10/2011	3:40:00	1583	0.4
11/10/2011	3:50:00	1583.4	0.4
11/10/2011	4:00:00	1583.6	0.2
11/10/2011	4:10:00	1585	1.4

11/10/2011	4:20:00	1585.8	0.8
11/10/2011	4:30:00	1587	1.2
11/10/2011	4:40:00	1588	1
11/10/2011	4:50:00	1588.8	0.8
11/10/2011	5:00:00	1589.6	0.8
11/10/2011	5:10:00	1590.6	1
11/10/2011	5:20:00	1591.4	0.8
11/10/2011	5:30:00	1592	0.6
11/10/2011	5:40:00	1592.6	0.6
11/10/2011	5:50:00	1592.6	0
11/10/2011	6:00:00	1593.4	0.8
11/10/2011	6:10:00	1593.6	0.2
11/10/2011	6:20:00	1593.8	0.2
11/10/2011	6:30:00	1593.8	0
11/10/2011	6:40:00	1593.8	0
11/10/2011	6:50:00	1593.8	0
11/10/2011	7:00:00	1593.8	0
11/10/2011	7:10:00	1593.8	0
11/10/2011	7:20:00	1593.8	0
11/10/2011	7:30:00	1594	0.2
11/10/2011	7:40:00	1594.2	0.2
11/10/2011	7:50:00	1594.2	0
11/10/2011	8:00:00	1594.4	0.2
11/10/2011	8:10:00	1594.4	0
11/10/2011	8:20:00	1594.6	0.2
11/10/2011	8:30:00	1594.8	0.2
11/10/2011	8:40:00	1594.8	0
11/10/2011	8:50:00	1594.8	0
11/10/2011	9:00:00	1595.2	0.4
11/10/2011	9:10:00	1595.2	0
11/10/2011	9:20:00	1595.8	0.6
11/10/2011	9:30:00	1596	0.2
11/10/2011	9:40:00	1596	0
11/10/2011	9:50:00	1596	0
11/10/2011	10:00:00	1596	0
11/10/2011	10:10:00	1596	0
11/10/2011	10:20:00	1596	0
11/10/2011	10:30:00	1596.4	0.4
11/10/2011	10:40:00	1596.8	0.4
11/10/2011	10:50:00	1597.6	0.8
11/10/2011	11:00:00	1598.4	0.8
11/10/2011	11:10:00	1599.2	0.8
11/10/2011	11:20:00	1600	0.8

11/10/2011	11:30:00	1600.6	0.6
11/10/2011	11:40:00	1601.4	0.8
11/10/2011	11:50:00	1602	0.6
11/10/2011	12:00:00	1602.2	0.2
11/10/2011	12:10:00	1602.4	0.2
11/10/2011	12:20:00	1602.6	0.2
11/10/2011	12:30:00	1602.6	0
11/10/2011	12:40:00	1603	0.4
11/10/2011	12:50:00	1603.2	0.2
11/10/2011	13:00:00	1603.6	0.4
11/10/2011	13:10:00	1603.8	0.2
11/10/2011	13:20:00	1604	0.2
11/10/2011	13:30:00	1604	0
11/10/2011	13:40:00	1604	0
11/10/2011	13:50:00	1604	0
11/10/2011	14:00:00	1604	0
11/10/2011	14:10:00	1604.2	0.2
11/10/2011	14:20:00	1604.2	0
11/10/2011	14:30:00	1604.2	0
11/10/2011	14:40:00	1604.2	0
11/10/2011	14:50:00	1604.4	0.2
11/10/2011	15:00:00	1604.8	0.4
11/10/2011	15:10:00	1605.4	0.6
11/10/2011	15:20:00	1605.4	0
11/10/2011	15:30:00	1605.6	0.2
11/10/2011	15:40:00	1605.8	0.2
11/10/2011	15:50:00	1605.8	0
11/10/2011	16:00:00	1606	0.2
11/10/2011	16:10:00	1606.2	0.2
11/10/2011	16:20:00	1612.2	6
11/10/2011	16:30:00	1616.4	4.2
11/10/2011	16:40:00	1618.4	2
11/10/2011	16:50:00	1623.2	4.8
11/10/2011	17:00:00	1628.4	5.2
11/10/2011	17:10:00	1633.2	4.8
11/10/2011	17:20:00	1640.6	7.4
11/10/2011	17:30:00	1640.6	0
11/10/2011	17:40:00	1649.6	9
11/10/2011	17:50:00	1655.6	6
11/10/2011	18:00:00	1662	6.4
11/10/2011	18:10:00	1665.2	3.2
11/10/2011	18:20:00	1668	2.8
11/10/2011	18:30:00	1669.2	1.2

11/10/2011	18:40:00	1670.6	1.4
11/10/2011	18:50:00	1671.4	0.8
11/10/2011	19:00:00	1671.6	0.2
11/10/2011	19:10:00	1675.2	3.6
11/10/2011	19:20:00	1676.6	1.4
11/10/2011	19:30:00	1677.6	1
11/10/2011	19:40:00	1678.4	0.8
11/10/2011	19:50:00	1678.8	0.4
11/10/2011	20:00:00	1679.4	0.6
11/10/2011	20:10:00	1679.4	0
11/10/2011	20:20:00	1679.8	0.4
11/10/2011	20:30:00	1679.8	0
11/10/2011	20:40:00	1680.4	0.6
11/10/2011	20:50:00	1681	0.6
11/10/2011	21:00:00	1681.2	0.2
11/10/2011	21:10:00	1683.2	2
11/10/2011	21:20:00	1686.4	3.2
11/10/2011	21:30:00	1687.2	0.8
11/10/2011	21:40:00	1687.2	0
11/10/2011	21:50:00	1688.4	1.2
11/10/2011	22:00:00	1689	0.6
11/10/2011	22:10:00	1690	1
11/10/2011	22:20:00	1690.4	0.4
11/10/2011	22:30:00	1690.8	0.4
11/10/2011	22:40:00	1690.8	0
11/10/2011	22:50:00	1691	0.2
11/10/2011	23:00:00	1691.2	0.2
11/10/2011	23:10:00	1691.8	0.6
11/10/2011	23:20:00	1692.6	0.8
11/10/2011	23:30:00	1692.8	0.2
11/10/2011	23:40:00	1693	0.2
11/10/2011	23:50:00	1693.4	0.4
12/10/2011	0:00:00	1693.4	0
12/10/2011	0:10:00	1693.8	0.4
12/10/2011	0:20:00	1694	0.2
12/10/2011	0:30:00	1694.2	0.2
12/10/2011	0:40:00	1694.2	0
12/10/2011	0:50:00	1694.6	0.4
12/10/2011	1:00:00	1694.8	0.2
12/10/2011	1:10:00	1695.4	0.6
12/10/2011	1:20:00	1696.4	1
12/10/2011	1:30:00	1696.4	0
12/10/2011	1:40:00	1697.2	0.8

12/10/2011	1:50:00	1697.6	0.4
12/10/2011	2:00:00	1697.8	0.2
12/10/2011	2:10:00	1698	0.2
12/10/2011	2:20:00	1698.2	0.2
12/10/2011	2:30:00	1698.6	0.4
12/10/2011	2:40:00	1699.4	0.8
12/10/2011	2:50:00	1699.8	0.4
12/10/2011	3:00:00	1700.2	0.4
12/10/2011	3:10:00	1700.6	0.4
12/10/2011	3:20:00	1701.2	0.6
12/10/2011	3:30:00	1702.6	1.4
12/10/2011	3:40:00	1702.6	0
12/10/2011	3:50:00	1703.6	1
12/10/2011	4:00:00	1704.2	0.6
12/10/2011	4:10:00	1705.2	1
12/10/2011	4:20:00	1705.8	0.6
12/10/2011	4:30:00	1706.6	0.8
12/10/2011	4:40:00	1708.4	1.8
12/10/2011	4:50:00	1710.8	2.4
12/10/2011	5:00:00	1711.6	0.8
12/10/2011	5:10:00	1712.2	0.6
12/10/2011	5:20:00	1712.4	0.2
12/10/2011	5:30:00	1712.6	0.2
12/10/2011	5:40:00	1713.4	0.8
12/10/2011	5:50:00	1714.2	0.8
12/10/2011	6:00:00	1715.8	1.6
12/10/2011	6:10:00	1717.2	1.4
12/10/2011	6:20:00	1717.2	0
12/10/2011	6:30:00	1717.8	0.6
12/10/2011	6:40:00	1718	0.2
12/10/2011	6:50:00	1718.4	0.4
12/10/2011	7:00:00	1718.8	0.4
12/10/2011	7:10:00	1718.8	0
12/10/2011	7:20:00	1719	0.2
12/10/2011	7:30:00	1719.4	0.4
12/10/2011	7:40:00	1719.4	0
12/10/2011	7:50:00	1719.6	0.2
12/10/2011	8:00:00	1719.8	0.2
12/10/2011	8:10:00	1720	0.2
12/10/2011	8:20:00	1720	0
12/10/2011	8:30:00	1720.2	0.2
12/10/2011	8:40:00	1721.8	1.6
12/10/2011	8:50:00	1722.2	0.4

12/10/2011	9:00:00	1722.6	0.4
12/10/2011	9:10:00	1724.2	1.6
12/10/2011	9:20:00	1724.2	0
12/10/2011	9:30:00	1724.8	0.6
12/10/2011	9:40:00	1725.2	0.4
12/10/2011	9:50:00	1726.6	1.4
12/10/2011	10:00:00	1730.2	3.6
12/10/2011	10:10:00	1731	0.8
12/10/2011	10:20:00	1731.6	0.6
12/10/2011	10:30:00	1732.8	1.2
12/10/2011	10:40:00	1733.6	0.8
12/10/2011	10:50:00	1734.4	0.8
12/10/2011	11:00:00	1735.2	0.8
12/10/2011	11:10:00	1735.2	0
12/10/2011	11:20:00	1735.6	0.4
12/10/2011	11:30:00	1735.6	0
12/10/2011	11:40:00	1737.6	2
12/10/2011	11:50:00	1737.6	0
12/10/2011	12:00:00	1737.6	0
12/10/2011	12:10:00	1738	0.4
12/10/2011	12:20:00	1738.2	0.2
12/10/2011	12:30:00	1738.4	0.2
12/10/2011	12:40:00	1740.6	2.2
12/10/2011	12:50:00	1741.4	0.8
12/10/2011	13:00:00	1741.6	0.2
12/10/2011	13:10:00	1745.6	4
12/10/2011	13:20:00	1745.6	0
12/10/2011	13:30:00	1745.8	0.2
12/10/2011	13:40:00	1746.4	0.6
12/10/2011	13:50:00	1746.6	0.2
12/10/2011	14:00:00	1746.6	0
12/10/2011	14:10:00	1747.4	0.8
12/10/2011	14:20:00	1747.6	0.2
12/10/2011	14:30:00	1748.2	0.6
12/10/2011	14:40:00	1748.6	0.4
12/10/2011	14:50:00	1748.8	0.2
12/10/2011	15:00:00	1748.8	0
12/10/2011	15:10:00	1749.6	0.8
12/10/2011	15:20:00	1749.8	0.2
12/10/2011	15:30:00	1749.8	0
12/10/2011	15:40:00	1749.8	0
12/10/2011	15:50:00	1750	0.2
12/10/2011	16:00:00	1750	0

12/10/2011	16:10:00	1750	0
12/10/2011	16:20:00	1750	0
12/10/2011	16:30:00	1750.2	0.2
12/10/2011	16:40:00	1750.2	0
12/10/2011	16:50:00	1750.2	0
12/10/2011	17:00:00	1750.4	0.2
12/10/2011	17:10:00	1750.4	0
12/10/2011	17:20:00	1750.6	0.2
12/10/2011	17:30:00	1750.6	0
12/10/2011	17:40:00	1750.6	0
12/10/2011	17:50:00	1750.6	0
12/10/2011	18:00:00	1750.6	0
12/10/2011	18:10:00	1750.6	0
12/10/2011	18:20:00	1750.6	0
12/10/2011	18:30:00	1750.8	0.2
12/10/2011	18:40:00	1750.8	0
12/10/2011	18:50:00	1751	0.2
12/10/2011	19:00:00	1751	0
12/10/2011	19:10:00	1751	0
12/10/2011	19:20:00	1751	0
12/10/2011	19:30:00	1751	0
12/10/2011	19:40:00	1751	0
12/10/2011	19:50:00	1751	0
12/10/2011	20:00:00	1751	0
12/10/2011	20:10:00	1751	0
12/10/2011	20:20:00	1751	0
12/10/2011	20:30:00	1751	0
12/10/2011	20:40:00	1751	0
12/10/2011	20:50:00	1751	0
12/10/2011	21:00:00	1751	0
12/10/2011	21:10:00	1751	0
12/10/2011	21:20:00	1751	0
12/10/2011	21:30:00	1751	0
12/10/2011	21:40:00	1751	0
12/10/2011	21:50:00	1751.2	0.2
12/10/2011	22:00:00	1753.6	2.4
12/10/2011	22:10:00	1754.2	0.6
12/10/2011	22:20:00	1754.6	0.4
12/10/2011	22:30:00	1755.6	1
12/10/2011	22:40:00	1756.4	0.8
12/10/2011	22:50:00	1756.6	0.2
12/10/2011	23:00:00	1757	0.4
12/10/2011	23:10:00	1757.2	0.2

12/10/2011	23:20:00	1757.2	0
12/10/2011	23:30:00	1757.2	0
12/10/2011	23:40:00	1757.2	0
12/10/2011	23:50:00	1757.2	0
13/10/2011	0:00:00	1757.2	0
13/10/2011	0:10:00	1757.4	0.2
13/10/2011	0:20:00	1757.4	0
13/10/2011	0:30:00	1757.8	0.4
13/10/2011	0:40:00	1761.4	3.6
13/10/2011	0:50:00	1761.6	0.2
13/10/2011	1:00:00	1762.2	0.6
13/10/2011	1:10:00	1762.6	0.4
13/10/2011	1:20:00	1763	0.4
13/10/2011	1:30:00	1763	0
13/10/2011	1:40:00	1763	0
13/10/2011	1:50:00	1763	0
13/10/2011	2:00:00	1763	0
13/10/2011	2:10:00	1763	0
13/10/2011	2:20:00	1763	0
13/10/2011	2:30:00	1763	0
13/10/2011	2:40:00	1763	0
13/10/2011	2:50:00	1763	0
13/10/2011	3:00:00	1763	0
13/10/2011	3:10:00	1763	0
13/10/2011	3:20:00	1763	0
13/10/2011	3:30:00	1763	0
13/10/2011	3:40:00	1763	0
13/10/2011	3:50:00	1763	0
13/10/2011	4:00:00	1763.2	0.2
13/10/2011	4:10:00	1763.4	0.2
13/10/2011	4:20:00	1763.8	0.4
13/10/2011	4:30:00	1764.2	0.4
13/10/2011	4:40:00	1764.6	0.4
13/10/2011	4:50:00	1765.2	0.6
13/10/2011	5:00:00	1765.8	0.6
13/10/2011	5:10:00	1765.8	0
13/10/2011	5:20:00	1766.2	0.4
13/10/2011	5:30:00	1766.6	0.4
13/10/2011	5:40:00	1767	0.4
13/10/2011	5:50:00	1767.2	0.2
13/10/2011	6:00:00	1767.2	0
13/10/2011	6:10:00	1767.2	0
13/10/2011	6:20:00	1767.2	0

13/10/2011	6:30:00	1767.2	0
13/10/2011	6:40:00	1767.2	0
13/10/2011	6:50:00	1767.2	0
13/10/2011	7:00:00	1767.2	0
13/10/2011	7:10:00	1767.2	0
13/10/2011	7:20:00	1767.4	0.2
13/10/2011	7:30:00	1767.6	0.2
13/10/2011	7:40:00	1768.8	1.2
13/10/2011	7:50:00	1769.2	0.4
13/10/2011	8:00:00	1769.2	0
13/10/2011	8:10:00	1769.4	0.2
13/10/2011	8:20:00	1769.6	0.2
13/10/2011	8:30:00	1769.6	0
13/10/2011	8:40:00	1769.8	0.2
13/10/2011	8:50:00	1770.4	0.6
13/10/2011	9:00:00	1771	0.6
13/10/2011	9:10:00	1771.2	0.2
13/10/2011	9:20:00	1771.4	0.2
13/10/2011	9:30:00	1771.6	0.2
13/10/2011	9:40:00	1771.6	0
13/10/2011	9:50:00	1771.6	0
13/10/2011	10:00:00	1771.8	0.2
13/10/2011	10:10:00	1771.8	0
13/10/2011	10:20:00	1772	0.2
13/10/2011	10:30:00	1772	0
13/10/2011	10:40:00	1772.2	0.2
13/10/2011	10:50:00	1772.4	0.2
13/10/2011	11:00:00	1772.8	0.4
13/10/2011	11:10:00	1773	0.2
13/10/2011	11:20:00	1773.2	0.2
13/10/2011	11:30:00	1773.8	0.6
13/10/2011	11:40:00	1774.2	0.4
13/10/2011	11:50:00	1774.6	0.4
13/10/2011	12:00:00	1774.8	0.2
13/10/2011	12:10:00	1774.8	0
13/10/2011	12:20:00	1775	0.2
13/10/2011	12:30:00	1775	0
13/10/2011	12:40:00	1775.2	0.2
13/10/2011	12:50:00	1775.2	0
13/10/2011	13:00:00	1775.4	0.2
13/10/2011	13:10:00	1775.4	0
13/10/2011	13:20:00	1775.4	0
13/10/2011	13:30:00	1775.8	0.4

13/10/2011	13:40:00	1775.8	0
13/10/2011	13:50:00	1775.8	0
13/10/2011	14:00:00	1775.8	0
13/10/2011	14:10:00	1775.8	0
13/10/2011	14:20:00	1775.8	0
13/10/2011	14:30:00	1775.8	0
13/10/2011	14:40:00	1775.8	0
13/10/2011	14:50:00	1775.8	0
13/10/2011	15:00:00	1775.8	0
13/10/2011	15:10:00	1775.8	0
13/10/2011	15:20:00	1775.8	0
13/10/2011	15:30:00	1775.8	0
13/10/2011	15:40:00	1775.8	0
13/10/2011	15:50:00	1775.8	0
13/10/2011	16:00:00	1775.8	0
13/10/2011	16:10:00	1775.8	0
13/10/2011	16:20:00	1775.8	0
13/10/2011	16:30:00	1775.8	0
13/10/2011	16:40:00	1775.8	0
13/10/2011	16:50:00	1775.8	0
13/10/2011	17:00:00	1775.8	0
13/10/2011	17:10:00	1775.8	0
13/10/2011	17:20:00	1775.8	0
13/10/2011	17:30:00	1775.8	0
13/10/2011	17:40:00	1775.8	0
13/10/2011	17:50:00	1775.8	0
13/10/2011	18:00:00	1775.8	0
13/10/2011	18:10:00	1775.8	0
13/10/2011	18:20:00	1775.8	0
13/10/2011	18:30:00	1775.8	0
13/10/2011	18:40:00	1775.8	0
13/10/2011	18:50:00	1775.8	0
13/10/2011	19:00:00	1775.8	0
13/10/2011	19:10:00	1775.8	0
13/10/2011	19:20:00	1775.8	0
13/10/2011	19:30:00	1775.8	0
13/10/2011	19:40:00	1775.8	0
13/10/2011	19:50:00	1775.8	0
13/10/2011	20:00:00	1775.8	0
13/10/2011	20:10:00	1775.8	0
13/10/2011	20:20:00	1775.8	0
13/10/2011	20:30:00	1775.8	0
13/10/2011	20:40:00	1775.8	0

13/10/2011	20:50:00	1775.8	0
13/10/2011	21:00:00	1775.8	0
13/10/2011	21:10:00	1775.8	0
13/10/2011	21:20:00	1775.8	0
13/10/2011	21:30:00	1775.8	0
13/10/2011	21:40:00	1775.8	0
13/10/2011	21:50:00	1775.8	0
13/10/2011	22:00:00	1775.8	0
13/10/2011	22:10:00	1775.8	0
13/10/2011	22:20:00	1775.8	0
13/10/2011	22:30:00	1775.8	0
13/10/2011	22:40:00	1775.8	0
13/10/2011	22:50:00	1775.8	0
13/10/2011	23:00:00	1775.8	0
13/10/2011	23:10:00	1775.8	0
13/10/2011	23:20:00	1775.8	0
13/10/2011	23:30:00	1775.8	0
13/10/2011	23:40:00	1775.8	0
13/10/2011	23:50:00	1775.8	0
14/10/2011	0:00:00	1775.8	0
14/10/2011	0:10:00	1775.8	0
14/10/2011	0:20:00	1775.8	0
14/10/2011	0:30:00	1775.8	0
14/10/2011	0:40:00	1775.8	0
14/10/2011	0:50:00	1775.8	0
14/10/2011	1:00:00	1775.8	0
14/10/2011	1:10:00	1775.8	0
14/10/2011	1:20:00	1775.8	0
14/10/2011	1:30:00	1775.8	0
14/10/2011	1:40:00	1775.8	0
14/10/2011	1:50:00	1776	0.2
14/10/2011	2:00:00	1776.4	0.4
14/10/2011	2:10:00	1776.8	0.4
14/10/2011	2:20:00	1777	0.2
14/10/2011	2:30:00	1777	0
14/10/2011	2:40:00	1777	0
14/10/2011	2:50:00	1777	0
14/10/2011	3:00:00	1777	0
14/10/2011	3:10:00	1777	0
14/10/2011	3:20:00	1777.2	0.2
14/10/2011	3:30:00	1777.8	0.6
14/10/2011	3:40:00	1777.8	0
14/10/2011	3:50:00	1779.2	1.4

14/10/2011	4:00:00	1779.8	0.6
14/10/2011	4:10:00	1780.4	0.6
14/10/2011	4:20:00	1780.6	0.2
14/10/2011	4:30:00	1780.8	0.2
14/10/2011	4:40:00	1781	0.2
14/10/2011	4:50:00	1781	0
14/10/2011	5:00:00	1781.2	0.2
14/10/2011	5:10:00	1781.6	0.4
14/10/2011	5:20:00	1781.8	0.2
14/10/2011	5:30:00	1782	0.2
14/10/2011	5:40:00	1782.6	0.6
14/10/2011	5:50:00	1782.8	0.2
14/10/2011	6:00:00	1782.8	0
14/10/2011	6:10:00	1782.8	0
14/10/2011	6:20:00	1783	0.2
14/10/2011	6:30:00	1783	0
14/10/2011	6:40:00	1783.2	0.2
14/10/2011	6:50:00	1783.2	0
14/10/2011	7:00:00	1783.4	0.2
14/10/2011	7:10:00	1783.4	0
14/10/2011	7:20:00	1783.4	0
14/10/2011	7:30:00	1783.8	0.4
14/10/2011	7:40:00	1784.4	0.6
14/10/2011	7:50:00	1786	1.6
14/10/2011	8:00:00	1792	6
14/10/2011	8:10:00	1799.6	7.6
14/10/2011	8:20:00	1801.6	2
14/10/2011	8:30:00	1802.6	1
14/10/2011	8:40:00	1803	0.4
14/10/2011	8:50:00	1803	0
14/10/2011	9:00:00	1803	0
14/10/2011	9:10:00	1803	0
14/10/2011	9:20:00	1803	0
14/10/2011	9:30:00	1803	0
14/10/2011	9:40:00	1803	0
14/10/2011	9:50:00	1803	0
14/10/2011	10:00:00	1803	0
14/10/2011	10:10:00	1803	0
14/10/2011	10:20:00	1803	0
14/10/2011	10:30:00	1803	0
14/10/2011	10:40:00	1803	0
14/10/2011	10:50:00	1803	0
14/10/2011	11:00:00	1803	0

14/10/2011	11:10:00	1803	0
14/10/2011	11:20:00	1803	0
14/10/2011	11:30:00	1803	0
14/10/2011	11:40:00	1803	0
14/10/2011	11:50:00	1803	0
14/10/2011	12:00:00	1803	0
14/10/2011	12:10:00	1803.8	0.8
14/10/2011	12:20:00	1804.4	0.6
14/10/2011	12:30:00	1804.4	0
14/10/2011	12:40:00	1805.4	1
14/10/2011	12:50:00	1806	0.6
14/10/2011	13:00:00	1807	1
14/10/2011	13:10:00	1808	1
14/10/2011	13:20:00	1811.2	3.2
14/10/2011	13:30:00	1814.6	3.4
14/10/2011	13:40:00	1819.6	5
14/10/2011	13:50:00	1822.2	2.6
14/10/2011	14:00:00	1827	4.8
14/10/2011	14:10:00	1829.4	2.4
14/10/2011	14:20:00	1831.2	1.8
14/10/2011	14:30:00	1831.2	0
14/10/2011	14:40:00	1835.2	4
14/10/2011	14:50:00	1835.6	0.4
14/10/2011	15:00:00	1836.2	0.6
14/10/2011	15:10:00	1836.6	0.4
14/10/2011	15:20:00	1838.2	1.6
14/10/2011	15:30:00	1838.2	0
14/10/2011	15:40:00	1840.2	2
14/10/2011	15:50:00	1843.8	3.6
14/10/2011	16:00:00	1845.2	1.4
14/10/2011	16:10:00	1846	0.8
14/10/2011	16:20:00	1846.4	0.4
14/10/2011	16:30:00	1846.6	0.2
14/10/2011	16:40:00	1846.6	0
14/10/2011	16:50:00	1846.6	0
14/10/2011	17:00:00	1846.6	0
14/10/2011	17:10:00	1846.6	0
14/10/2011	17:20:00	1846.6	0
14/10/2011	17:30:00	1846.6	0
14/10/2011	17:40:00	1846.6	0
14/10/2011	17:50:00	1846.6	0
14/10/2011	18:00:00	1846.6	0
14/10/2011	18:10:00	1846.6	0

14/10/2011	18:20:00	1846.6	0
14/10/2011	18:30:00	1846.6	0
14/10/2011	18:40:00	1846.6	0
14/10/2011	18:50:00	1846.6	0
14/10/2011	19:00:00	1846.6	0
14/10/2011	19:10:00	1846.6	0
14/10/2011	19:20:00	1846.6	0
14/10/2011	19:30:00	1846.6	0
14/10/2011	19:40:00	1846.6	0
14/10/2011	19:50:00	1846.6	0
14/10/2011	20:00:00	1846.6	0
14/10/2011	20:10:00	1846.6	0
14/10/2011	20:20:00	1846.6	0
14/10/2011	20:30:00	1846.6	0
14/10/2011	20:40:00	1846.6	0
14/10/2011	20:50:00	1846.6	0
14/10/2011	21:00:00	1846.6	0
14/10/2011	21:10:00	1846.6	0
14/10/2011	21:20:00	1846.6	0
14/10/2011	21:30:00	1846.6	0
14/10/2011	21:40:00	1846.6	0
14/10/2011	21:50:00	1846.6	0
14/10/2011	22:00:00	1846.6	0
14/10/2011	22:10:00	1846.6	0
14/10/2011	22:20:00	1846.6	0
14/10/2011	22:30:00	1846.6	0
14/10/2011	22:40:00	1846.6	0
14/10/2011	22:50:00	1846.6	0
14/10/2011	23:00:00	1846.6	0
14/10/2011	23:10:00	1846.6	0
14/10/2011	23:20:00	1846.6	0
14/10/2011	23:30:00	1846.6	0
14/10/2011	23:40:00	1846.6	0
14/10/2011	23:50:00	1846.6	0
15/10/2011	0:00:00	1846.6	0
15/10/2011	0:10:00	1846.6	0
15/10/2011	0:20:00	1846.6	0
15/10/2011	0:30:00	1846.6	0
15/10/2011	0:40:00	1846.6	0
15/10/2011	0:50:00	1846.6	0
15/10/2011	1:00:00	1846.6	0
15/10/2011	1:10:00	1846.6	0
15/10/2011	1:20:00	1846.6	0

15/10/2011	1:30:00	1846.6	0
15/10/2011	1:40:00	1846.6	0
15/10/2011	1:50:00	1846.6	0
15/10/2011	2:00:00	1846.6	0
15/10/2011	2:10:00	1846.6	0
15/10/2011	2:20:00	1846.6	0
15/10/2011	2:30:00	1846.6	0
15/10/2011	2:40:00	1846.6	0
15/10/2011	2:50:00	1846.6	0
15/10/2011	3:00:00	1846.6	0
15/10/2011	3:10:00	1846.8	0.2
15/10/2011	3:20:00	1847	0.2
15/10/2011	3:30:00	1847.4	0.4
15/10/2011	3:40:00	1847.4	0
15/10/2011	3:50:00	1847.4	0
15/10/2011	4:00:00	1847.6	0.2
15/10/2011	4:10:00	1848	0.4
15/10/2011	4:20:00	1848	0
15/10/2011	4:30:00	1848.2	0.2
15/10/2011	4:40:00	1848.2	0
15/10/2011	4:50:00	1848.2	0
15/10/2011	5:00:00	1848.4	0.2
15/10/2011	5:10:00	1848.4	0
15/10/2011	5:20:00	1848.8	0.4
15/10/2011	5:30:00	1848.8	0
15/10/2011	5:40:00	1849.4	0.6
15/10/2011	5:50:00	1849.6	0.2
15/10/2011	6:00:00	1849.6	0
15/10/2011	6:10:00	1849.6	0
15/10/2011	6:20:00	1849.8	0.2
15/10/2011	6:30:00	1849.8	0
15/10/2011	6:40:00	1849.8	0
15/10/2011	6:50:00	1850	0.2
15/10/2011	7:00:00	1850.2	0.2
15/10/2011	7:10:00	1850.2	0
15/10/2011	7:20:00	1850.8	0.6
15/10/2011	7:30:00	1851.4	0.6
15/10/2011	7:40:00	1851.6	0.2
15/10/2011	7:50:00	1851.8	0.2
15/10/2011	8:00:00	1851.8	0
15/10/2011	8:10:00	1852	0.2
15/10/2011	8:20:00	1852	0
15/10/2011	8:30:00	1852.2	0.2

15/10/2011	8:40:00	1852.6	0.4
15/10/2011	8:50:00	1852.8	0.2
15/10/2011	9:00:00	1853	0.2
15/10/2011	9:10:00	1853.2	0.2
15/10/2011	9:20:00	1853.4	0.2
15/10/2011	9:30:00	1854	0.6
15/10/2011	9:40:00	1854.4	0.4
15/10/2011	9:50:00	1855	0.6
15/10/2011	10:00:00	1855.2	0.2
15/10/2011	10:10:00	1855.4	0.2
15/10/2011	10:20:00	1855.4	0
15/10/2011	10:30:00	1855.4	0
15/10/2011	10:40:00	1855.4	0
15/10/2011	10:50:00	1855.4	0
15/10/2011	11:00:00	1855.6	0.2
15/10/2011	11:10:00	1856.2	0.6
15/10/2011	11:20:00	1857	0.8
15/10/2011	11:30:00	1857.4	0.4
15/10/2011	11:40:00	1857.8	0.4
15/10/2011	11:50:00	1858.2	0.4
15/10/2011	12:00:00	1858.4	0.2
15/10/2011	12:10:00	1858.4	0
15/10/2011	12:20:00	1858.6	0.2
15/10/2011	12:30:00	1858.8	0.2
15/10/2011	12:40:00	1859.2	0.4
15/10/2011	12:50:00	1859.4	0.2
15/10/2011	13:00:00	1859.6	0.2
15/10/2011	13:10:00	1859.8	0.2
15/10/2011	13:20:00	1860.6	0.8
15/10/2011	13:30:00	1861.4	0.8
15/10/2011	13:40:00	1861.8	0.4
15/10/2011	13:50:00	1861.8	0
15/10/2011	14:00:00	1862.6	0.8
15/10/2011	14:10:00	1863.4	0.8
15/10/2011	14:20:00	1863.8	0.4
15/10/2011	14:30:00	1864	0.2
15/10/2011	14:40:00	1864.6	0.6
15/10/2011	14:50:00	1864.8	0.2
15/10/2011	15:00:00	1865	0.2
15/10/2011	15:10:00	1865.8	0.8
15/10/2011	15:20:00	1866.2	0.4
15/10/2011	15:30:00	1866.2	0
15/10/2011	15:40:00	1869	2.8

15/10/2011	15:50:00	1870.4	1.4
15/10/2011	16:00:00	1871.2	0.8
15/10/2011	16:10:00	1872.6	1.4
15/10/2011	16:20:00	1875.6	3
15/10/2011	16:30:00	1878.4	2.8
15/10/2011	16:40:00	1880	1.6
15/10/2011	16:50:00	1880.2	0.2
15/10/2011	17:00:00	1880.8	0.6
15/10/2011	17:10:00	1881	0.2
15/10/2011	17:20:00	1881.2	0.2
15/10/2011	17:30:00	1881.4	0.2
15/10/2011	17:40:00	1885.8	4.4
15/10/2011	17:50:00	1886.4	0.6
15/10/2011	18:00:00	1886.8	0.4
15/10/2011	18:10:00	1889.6	2.8
15/10/2011	18:20:00	1892.2	2.6
15/10/2011	18:30:00	1893.8	1.6
15/10/2011	18:40:00	1896	2.2
15/10/2011	18:50:00	1897.8	1.8
15/10/2011	19:00:00	1898.2	0.4
15/10/2011	19:10:00	1900.2	2
15/10/2011	19:20:00	1906.4	6.2
15/10/2011	19:30:00	1906.4	0
15/10/2011	19:40:00	1910.6	4.2
15/10/2011	19:50:00	1919.4	8.8
15/10/2011	20:00:00	1921	1.6
15/10/2011	20:10:00	1922.4	1.4
15/10/2011	20:20:00	1923.8	1.4
15/10/2011	20:30:00	1923.8	0
15/10/2011	20:40:00	1925.6	1.8
15/10/2011	20:50:00	1925.8	0.2
15/10/2011	21:00:00	1927	1.2
15/10/2011	21:10:00	1929	2
15/10/2011	21:20:00	1932.4	3.4
15/10/2011	21:30:00	1932.4	0
15/10/2011	21:40:00	1937.8	5.4
15/10/2011	21:50:00	1938.8	1
15/10/2011	22:00:00	1942.8	4
15/10/2011	22:10:00	1943.8	1
15/10/2011	22:20:00	1945.6	1.8
15/10/2011	22:30:00	1945.6	0
15/10/2011	22:40:00	1951.8	6.2
15/10/2011	22:50:00	1951.8	0

15/10/2011	23:00:00	1959	7.2
15/10/2011	23:10:00	1962.2	3.2
15/10/2011	23:20:00	1963.2	1
15/10/2011	23:30:00	1963.8	0.6
15/10/2011	23:40:00	1964.4	0.6
15/10/2011	23:50:00	1965.8	1.4
16/10/2011	0:00:00	1967	1.2
16/10/2011	0:10:00	1970.2	3.2
16/10/2011	0:20:00	1970.2	0
16/10/2011	0:30:00	1974	3.8
16/10/2011	0:40:00	1974.4	0.4
16/10/2011	0:50:00	1979.8	5.4
16/10/2011	1:00:00	1984.6	4.8
16/10/2011	1:10:00	1993	8.4
16/10/2011	1:20:00	1996.2	3.2
16/10/2011	1:30:00	1999.4	3.2
16/10/2011	1:40:00	2002.8	3.4
16/10/2011	1:50:00	2003.4	0.6
16/10/2011	2:00:00	2004.4	1
16/10/2011	2:10:00	2006.6	2.2
16/10/2011	2:20:00	2008.8	2.2
16/10/2011	2:30:00	2011.2	2.4
16/10/2011	2:40:00	2011.2	0
16/10/2011	2:50:00	2013.2	2
16/10/2011	3:00:00	2014.2	1
16/10/2011	3:10:00	2015	0.8
16/10/2011	3:20:00	2015.4	0.4
16/10/2011	3:30:00	2015.8	0.4
16/10/2011	3:40:00	2016	0.2
16/10/2011	3:50:00	2017	1
16/10/2011	4:00:00	2018	1
16/10/2011	4:10:00	2018.8	0.8
16/10/2011	4:20:00	2019.8	1
16/10/2011	4:30:00	2020.6	0.8
16/10/2011	4:40:00	2020.6	0
16/10/2011	4:50:00	2020.6	0
16/10/2011	5:00:00	2022.4	1.8
16/10/2011	5:10:00	2023	0.6
16/10/2011	5:20:00	2023.2	0.2
16/10/2011	5:30:00	2023.4	0.2
16/10/2011	5:40:00	2023.4	0
16/10/2011	5:50:00	2023.6	0.2
16/10/2011	6:00:00	2023.6	0

16/10/2011	6:10:00	2023.6	0
16/10/2011	6:20:00	2023.6	0
16/10/2011	6:30:00	2023.8	0.2
16/10/2011	6:40:00	2023.8	0
16/10/2011	6:50:00	2023.8	0
16/10/2011	7:00:00	2024	0.2
16/10/2011	7:10:00	2025.6	1.6
16/10/2011	7:20:00	2026.2	0.6
16/10/2011	7:30:00	2026.4	0.2
16/10/2011	7:40:00	2027	0.6
16/10/2011	7:50:00	2027.2	0.2
16/10/2011	8:00:00	2027.4	0.2
16/10/2011	8:10:00	2031.6	4.2
16/10/2011	8:20:00	2034.6	3
16/10/2011	8:30:00	2035.6	1
16/10/2011	8:40:00	2036.2	0.6
16/10/2011	8:50:00	2036.4	0.2
16/10/2011	9:00:00	2037.2	0.8
16/10/2011	9:10:00	2039.2	2
16/10/2011	9:20:00	2043.4	4.2
16/10/2011	9:30:00	2043.4	0
16/10/2011	9:40:00	2045.2	1.8
16/10/2011	9:50:00	2045.2	0
16/10/2011	10:00:00	2045.2	0
16/10/2011	10:10:00	2045.4	0.2
16/10/2011	10:20:00	2045.6	0.2
16/10/2011	10:30:00	2045.8	0.2
16/10/2011	10:40:00	2046	0.2
16/10/2011	10:50:00	2046.2	0.2
16/10/2011	11:00:00	2047.2	1
16/10/2011	11:10:00	2047.6	0.4
16/10/2011	11:20:00	2048.2	0.6
16/10/2011	11:30:00	2048.6	0.4
16/10/2011	11:40:00	2048.8	0.2
16/10/2011	11:50:00	2049	0.2
16/10/2011	12:00:00	2049.2	0.2
16/10/2011	12:10:00	2050	0.8
16/10/2011	12:20:00	2051	1
16/10/2011	12:30:00	2051.2	0.2
16/10/2011	12:40:00	2051.6	0.4
16/10/2011	12:50:00	2058.4	6.8
16/10/2011	13:00:00	2060.8	2.4
16/10/2011	13:10:00	2061	0.2

16/10/2011	13:20:00	2064.2	3.2
16/10/2011	13:30:00	2066.4	2.2
16/10/2011	13:40:00	2068	1.6
16/10/2011	13:50:00	2072.2	4.2
16/10/2011	14:00:00	2072.8	0.6
16/10/2011	14:10:00	2073	0.2
16/10/2011	14:20:00	2073	0
16/10/2011	14:30:00	2073	0
16/10/2011	14:40:00	2073.2	0.2
16/10/2011	14:50:00	2073.2	0
16/10/2011	15:00:00	2073.4	0.2
16/10/2011	15:10:00	2073.8	0.4
16/10/2011	15:20:00	2075.6	1.8
16/10/2011	15:30:00	2075.6	0
16/10/2011	15:40:00	2075.8	0.2
16/10/2011	15:50:00	2075.8	0
16/10/2011	16:00:00	2076	0.2
16/10/2011	16:10:00	2076	0
16/10/2011	16:20:00	2076	0
16/10/2011	16:30:00	2076.8	0.8
16/10/2011	16:40:00	2077	0.2
16/10/2011	16:50:00	2078	1
16/10/2011	17:00:00	2078.4	0.4
16/10/2011	17:10:00	2078.8	0.4
16/10/2011	17:20:00	2079	0.2
16/10/2011	17:30:00	2079.4	0.4
16/10/2011	17:40:00	2079.8	0.4
16/10/2011	17:50:00	2080	0.2
16/10/2011	18:00:00	2080.2	0.2
16/10/2011	18:10:00	2080.8	0.6
16/10/2011	18:20:00	2081.2	0.4
16/10/2011	18:30:00	2081.4	0.2
16/10/2011	18:40:00	2081.4	0
16/10/2011	18:50:00	2081.4	0
16/10/2011	19:00:00	2081.4	0
16/10/2011	19:10:00	2081.6	0.2
16/10/2011	19:20:00	2083.2	1.6
16/10/2011	19:30:00	2085.8	2.6
16/10/2011	19:40:00	2086.4	0.6
16/10/2011	19:50:00	2086.6	0.2
16/10/2011	20:00:00	2087	0.4
16/10/2011	20:10:00	2087.2	0.2
16/10/2011	20:20:00	2087.2	0

16/10/2011	20:30:00	2087.2	0
16/10/2011	20:40:00	2087.2	0
16/10/2011	20:50:00	2087.4	0.2
16/10/2011	21:00:00	2087.6	0.2
16/10/2011	21:10:00	2087.6	0
16/10/2011	21:20:00	2088.2	0.6
16/10/2011	21:30:00	2088.2	0
16/10/2011	21:40:00	2088.2	0
16/10/2011	21:50:00	2089.8	1.6
16/10/2011	22:00:00	2089.8	0
16/10/2011	22:10:00	2090	0.2
16/10/2011	22:20:00	2090.4	0.4
16/10/2011	22:30:00	2091	0.6
16/10/2011	22:40:00	2091.2	0.2
16/10/2011	22:50:00	2091.4	0.2
16/10/2011	23:00:00	2092.4	1
16/10/2011	23:10:00	2093	0.6
16/10/2011	23:20:00	2093.4	0.4
16/10/2011	23:30:00	2093.4	0
16/10/2011	23:40:00	2094.6	1.2
16/10/2011	23:50:00	2094.8	0.2
17/10/2011	0:00:00	2095	0.2
17/10/2011	0:10:00	2095.2	0.2
17/10/2011	0:20:00	2095.6	0.4
17/10/2011	0:30:00	2095.8	0.2
17/10/2011	0:40:00	2096	0.2
17/10/2011	0:50:00	2096.2	0.2
17/10/2011	1:00:00	2096.4	0.2
17/10/2011	1:10:00	2096.6	0.2
17/10/2011	1:20:00	2097	0.4
17/10/2011	1:30:00	2097.2	0.2
17/10/2011	1:40:00	2097.2	0
17/10/2011	1:50:00	2097.6	0.4
17/10/2011	2:00:00	2097.8	0.2
17/10/2011	2:10:00	2098	0.2
17/10/2011	2:20:00	2098.4	0.4
17/10/2011	2:30:00	2098.6	0.2
17/10/2011	2:40:00	2098.8	0.2
17/10/2011	2:50:00	2099.2	0.4
17/10/2011	3:00:00	2099.4	0.2
17/10/2011	3:10:00	2100.4	1
17/10/2011	3:20:00	2102.2	1.8
17/10/2011	3:30:00	2104	1.8

17/10/2011	3:40:00	2104.4	0.4
17/10/2011	3:50:00	2104.6	0.2
17/10/2011	4:00:00	2104.6	0
17/10/2011	4:10:00	2104.8	0.2
17/10/2011	4:20:00	2104.8	0
17/10/2011	4:30:00	2105.4	0.6
17/10/2011	4:40:00	2105.8	0.4
17/10/2011	4:50:00	2106.4	0.6
17/10/2011	5:00:00	2106.6	0.2
17/10/2011	5:10:00	2107	0.4
17/10/2011	5:20:00	2107.6	0.6
17/10/2011	5:30:00	2108.2	0.6
17/10/2011	5:40:00	2108.6	0.4
17/10/2011	5:50:00	2108.8	0.2
17/10/2011	6:00:00	2109	0.2
17/10/2011	6:10:00	2109.2	0.2
17/10/2011	6:20:00	2109.4	0.2
17/10/2011	6:30:00	2109.6	0.2
17/10/2011	6:40:00	2110	0.4
17/10/2011	6:50:00	2110.2	0.2
17/10/2011	7:00:00	2110.4	0.2
17/10/2011	7:10:00	2111.6	1.2
17/10/2011	7:20:00	2113	1.4
17/10/2011	7:30:00	2114	1
17/10/2011	7:40:00	2114.4	0.4
17/10/2011	7:50:00	2114.4	0
17/10/2011	8:00:00	2114.8	0.4
17/10/2011	8:10:00	2115	0.2
17/10/2011	8:20:00	2115.6	0.6
17/10/2011	8:30:00	2115.8	0.2
17/10/2011	8:40:00	2115.8	0
17/10/2011	8:50:00	2116	0.2
17/10/2011	9:00:00	2116.2	0.2
17/10/2011	9:10:00	2116.2	0
17/10/2011	9:20:00	2116.2	0
17/10/2011	9:30:00	2116.2	0
17/10/2011	9:40:00	2116.4	0.2
17/10/2011	9:50:00	2116.6	0.2
17/10/2011	10:00:00	2116.8	0.2
17/10/2011	10:10:00	2117	0.2
17/10/2011	10:20:00	2117	0
17/10/2011	10:30:00	2117.6	0.6
17/10/2011	10:40:00	2118	0.4

17/10/2011	10:50:00	2118.4	0.4
17/10/2011	11:00:00	2119	0.6
17/10/2011	11:10:00	2120	1
17/10/2011	11:20:00	2120.6	0.6
17/10/2011	11:30:00	2121	0.4
17/10/2011	11:40:00	2121.2	0.2
17/10/2011	11:50:00	2121.6	0.4
17/10/2011	12:00:00	2121.8	0.2
17/10/2011	12:10:00	2122	0.2
17/10/2011	12:20:00	2122.2	0.2
17/10/2011	12:30:00	2122.4	0.2
17/10/2011	12:40:00	2122.8	0.4
17/10/2011	12:50:00	2123	0.2
17/10/2011	13:00:00	2123.4	0.4
17/10/2011	13:10:00	2124.4	1
17/10/2011	13:20:00	2124.8	0.4
17/10/2011	13:30:00	2125	0.2
17/10/2011	13:40:00	2125.2	0.2
17/10/2011	13:50:00	2125.6	0.4
17/10/2011	14:00:00	2126	0.4
17/10/2011	14:10:00	2126.4	0.4
17/10/2011	14:20:00	2126.8	0.4
17/10/2011	14:30:00	2127	0.2
17/10/2011	14:40:00	2127.2	0.2
17/10/2011	14:50:00	2127.2	0
17/10/2011	15:00:00	2127.2	0
17/10/2011	15:10:00	2127.2	0
17/10/2011	15:20:00	2127.4	0.2
17/10/2011	15:30:00	2127.4	0
17/10/2011	15:40:00	2127.6	0.2
17/10/2011	15:50:00	2127.6	0
17/10/2011	16:00:00	2127.8	0.2
17/10/2011	16:10:00	2128	0.2
17/10/2011	16:20:00	2128	0
17/10/2011	16:30:00	2128	0
17/10/2011	16:40:00	2128.2	0.2
17/10/2011	16:50:00	2128.2	0
17/10/2011	17:00:00	2128.4	0.2
17/10/2011	17:10:00	2128.6	0.2
17/10/2011	17:20:00	2128.6	0
17/10/2011	17:30:00	2128.8	0.2
17/10/2011	17:40:00	2129.2	0.4
17/10/2011	17:50:00	2129.4	0.2

17/10/2011	18:00:00	2130.2	0.8
17/10/2011	18:10:00	2130.4	0.2
17/10/2011	18:20:00	2130.6	0.2
17/10/2011	18:30:00	2130.6	0
17/10/2011	18:40:00	2130.8	0.2
17/10/2011	18:50:00	2131	0.2
17/10/2011	19:00:00	2131	0
17/10/2011	19:10:00	2131.2	0.2
17/10/2011	19:20:00	2131.2	0
17/10/2011	19:30:00	2131.2	0
17/10/2011	19:40:00	2131.4	0.2
17/10/2011	19:50:00	2131.4	0
17/10/2011	20:00:00	2131.6	0.2
17/10/2011	20:10:00	2132	0.4
17/10/2011	20:20:00	2132.4	0.4
17/10/2011	20:30:00	2132.8	0.4
17/10/2011	20:40:00	2133.2	0.4
17/10/2011	20:50:00	2134	0.8
17/10/2011	21:00:00	2135	1
17/10/2011	21:10:00	2135.6	0.6
17/10/2011	21:20:00	2135.8	0.2
17/10/2011	21:30:00	2135.8	0
17/10/2011	21:40:00	2136	0.2
17/10/2011	21:50:00	2136	0
17/10/2011	22:00:00	2136	0
17/10/2011	22:10:00	2136.2	0.2
17/10/2011	22:20:00	2136.2	0
17/10/2011	22:30:00	2136.2	0
17/10/2011	22:40:00	2136.2	0
17/10/2011	22:50:00	2136.4	0.2
17/10/2011	23:00:00	2136.6	0.2
17/10/2011	23:10:00	2136.6	0
17/10/2011	23:20:00	2136.6	0
17/10/2011	23:30:00	2136.8	0.2
17/10/2011	23:40:00	2136.8	0
17/10/2011	23:50:00	2136.8	0
18/10/2011	0:00:00	2137	0.2
18/10/2011	0:10:00	2137	0
18/10/2011	0:20:00	2137	0
18/10/2011	0:30:00	2137	0
18/10/2011	0:40:00	2137	0
18/10/2011	0:50:00	2137	0
18/10/2011	1:00:00	2137	0

18/10/2011	1:10:00	2137	0
18/10/2011	1:20:00	2137.2	0.2
18/10/2011	1:30:00	2137.2	0
18/10/2011	1:40:00	2137.2	0
18/10/2011	1:50:00	2137.2	0
18/10/2011	2:00:00	2137.2	0
18/10/2011	2:10:00	2137.2	0
18/10/2011	2:20:00	2137.2	0
18/10/2011	2:30:00	2137.2	0
18/10/2011	2:40:00	2137.2	0
18/10/2011	2:50:00	2137.2	0
18/10/2011	3:00:00	2137.4	0.2
18/10/2011	3:10:00	2137.4	0
18/10/2011	3:20:00	2137.4	0
18/10/2011	3:30:00	2137.6	0.2
18/10/2011	3:40:00	2137.6	0
18/10/2011	3:50:00	2137.6	0
18/10/2011	4:00:00	2137.6	0
18/10/2011	4:10:00	2137.6	0
18/10/2011	4:20:00	2137.6	0
18/10/2011	4:30:00	2137.6	0
18/10/2011	4:40:00	2137.6	0
18/10/2011	4:50:00	2137.6	0
18/10/2011	5:00:00	2137.6	0
18/10/2011	5:10:00	2137.6	0
18/10/2011	5:20:00	2137.6	0
18/10/2011	5:30:00	2137.6	0
18/10/2011	5:40:00	2137.6	0
18/10/2011	5:50:00	2137.6	0
18/10/2011	6:00:00	2137.6	0
18/10/2011	6:10:00	2137.6	0
18/10/2011	6:20:00	2137.6	0
18/10/2011	6:30:00	2137.6	0
18/10/2011	6:40:00	2137.6	0
18/10/2011	6:50:00	2137.6	0
18/10/2011	7:00:00	2137.6	0
18/10/2011	7:10:00	2137.6	0
18/10/2011	7:20:00	2137.8	0.2
18/10/2011	7:30:00	2137.8	0
18/10/2011	7:40:00	2137.8	0
18/10/2011	7:50:00	2137.8	0
18/10/2011	8:00:00	2137.8	0
18/10/2011	8:10:00	2137.8	0

18/10/2011	8:20:00	2137.8	0
18/10/2011	8:30:00	2137.8	0
18/10/2011	8:40:00	2137.8	0
18/10/2011	8:50:00	2138	0.2
18/10/2011	9:00:00	2138	0
18/10/2011	9:10:00	2138	0
18/10/2011	9:20:00	2138	0
18/10/2011	9:30:00	2138.2	0.2
18/10/2011	9:40:00	2138.2	0
18/10/2011	9:50:00	2138.2	0
18/10/2011	10:00:00	2138.2	0
18/10/2011	10:10:00	2138.4	0.2
18/10/2011	10:20:00	2138.4	0
18/10/2011	10:30:00	2138.4	0
18/10/2011	10:40:00	2138.4	0
18/10/2011	10:50:00	2138.4	0
18/10/2011	11:00:00	2138.4	0
18/10/2011	11:10:00	2138.4	0
18/10/2011	11:20:00	2138.4	0
18/10/2011	11:30:00	2138.4	0
18/10/2011	11:40:00	2138.4	0
18/10/2011	11:50:00	2138.4	0
18/10/2011	12:00:00	2138.4	0
18/10/2011	12:10:00	2138.4	0
18/10/2011	12:20:00	2138.4	0
18/10/2011	12:30:00	2138.4	0
18/10/2011	12:40:00	2138.4	0
18/10/2011	12:50:00	2138.4	0
18/10/2011	13:00:00	2138.4	0
18/10/2011	13:10:00	2138.4	0
18/10/2011	13:20:00	2138.4	0
18/10/2011	13:30:00	2138.4	0
18/10/2011	13:40:00	2138.4	0
18/10/2011	13:50:00	2138.4	0
18/10/2011	14:00:00	2138.4	0
18/10/2011	14:10:00	2138.4	0
18/10/2011	14:20:00	2138.4	0
18/10/2011	14:30:00	2138.4	0
18/10/2011	14:40:00	2138.6	0.2
18/10/2011	14:50:00	2138.6	0
18/10/2011	15:00:00	2138.6	0
18/10/2011	15:10:00	2138.6	0
18/10/2011	15:20:00	2138.6	0

18/10/2011	15:30:00	2138.6	0
18/10/2011	15:40:00	2138.6	0
18/10/2011	15:50:00	2138.6	0
18/10/2011	16:00:00	2138.6	0
18/10/2011	16:10:00	2138.6	0
18/10/2011	16:20:00	2138.6	0
18/10/2011	16:30:00	2138.6	0
18/10/2011	16:40:00	2138.6	0
18/10/2011	16:50:00	2138.6	0
18/10/2011	17:00:00	2138.6	0
18/10/2011	17:10:00	2138.6	0
18/10/2011	17:20:00	2138.6	0
18/10/2011	17:30:00	2138.6	0
18/10/2011	17:40:00	2138.6	0
18/10/2011	17:50:00	2138.6	0
18/10/2011	18:00:00	2138.6	0
18/10/2011	18:10:00	2138.6	0
18/10/2011	18:20:00	2138.6	0
18/10/2011	18:30:00	2138.6	0
18/10/2011	18:40:00	2138.6	0
18/10/2011	18:50:00	2138.6	0
18/10/2011	19:00:00	2138.6	0
18/10/2011	19:10:00	2138.6	0
18/10/2011	19:20:00	2138.6	0
18/10/2011	19:30:00	2138.6	0
18/10/2011	19:40:00	2138.6	0
18/10/2011	19:50:00	2138.6	0
18/10/2011	20:00:00	2138.6	0
18/10/2011	20:10:00	2138.6	0
18/10/2011	20:20:00	2138.6	0
18/10/2011	20:30:00	2138.6	0
18/10/2011	20:40:00	2138.6	0
18/10/2011	20:50:00	2138.6	0
18/10/2011	21:00:00	2138.6	0
18/10/2011	21:10:00	2138.6	0
18/10/2011	21:20:00	2138.6	0
18/10/2011	21:30:00	2138.6	0
18/10/2011	21:40:00	2138.6	0
18/10/2011	21:50:00	2138.6	0
18/10/2011	22:00:00	2138.6	0
18/10/2011	22:10:00	2138.6	0
18/10/2011	22:20:00	2138.6	0
18/10/2011	22:30:00	2138.6	0

18/10/2011	22:40:00	2138.6	0
18/10/2011	22:50:00	2138.6	0
18/10/2011	23:00:00	2138.6	0
18/10/2011	23:10:00	2138.6	0
18/10/2011	23:20:00	2138.6	0
18/10/2011	23:30:00	2138.6	0
18/10/2011	23:40:00	2138.6	0
18/10/2011	23:50:00	2138.6	0
19/10/2011	0:00:00	2138.6	0
19/10/2011	0:10:00	2138.6	0
19/10/2011	0:20:00	2138.6	0
19/10/2011	0:30:00	2138.6	0
19/10/2011	0:40:00	2138.6	0
19/10/2011	0:50:00	2138.6	0
19/10/2011	1:00:00	2138.6	0
19/10/2011	1:10:00	2138.6	0
19/10/2011	1:20:00	2138.6	0
19/10/2011	1:30:00	2138.6	0
19/10/2011	1:40:00	2138.6	0
19/10/2011	1:50:00	2138.6	0
19/10/2011	2:00:00	2138.6	0
19/10/2011	2:10:00	2138.6	0
19/10/2011	2:20:00	2138.6	0
19/10/2011	2:30:00	2138.6	0
19/10/2011	2:40:00	2138.6	0
19/10/2011	2:50:00	2138.6	0
19/10/2011	3:00:00	2138.6	0
19/10/2011	3:10:00	2138.6	0
19/10/2011	3:20:00	2138.6	0
19/10/2011	3:30:00	2138.6	0
19/10/2011	3:40:00	2138.6	0
19/10/2011	3:50:00	2138.8	0.2
19/10/2011	4:00:00	2139	0.2
19/10/2011	4:10:00	2139	0
19/10/2011	4:20:00	2139	0
19/10/2011	4:30:00	2139.2	0.2
19/10/2011	4:40:00	2139.4	0.2
19/10/2011	4:50:00	2139.4	0
19/10/2011	5:00:00	2139.6	0.2
19/10/2011	5:10:00	2140.4	0.8
19/10/2011	5:20:00	2140.8	0.4
19/10/2011	5:30:00	2141	0.2
19/10/2011	5:40:00	2141.4	0.4

19/10/2011	5:50:00	2141.6	0.2
19/10/2011	6:00:00	2141.6	0
19/10/2011	6:10:00	2142	0.4
19/10/2011	6:20:00	2143	1
19/10/2011	6:30:00	2143	0
19/10/2011	6:40:00	2145.2	2.2
19/10/2011	6:50:00	2145.6	0.4
19/10/2011	7:00:00	2145.6	0
19/10/2011	7:10:00	2147.2	1.6
19/10/2011	7:20:00	2149	1.8
19/10/2011	7:30:00	2151.4	2.4
19/10/2011	7:40:00	2155.6	4.2
19/10/2011	7:50:00	2158.8	3.2
19/10/2011	8:00:00	2161.2	2.4
19/10/2011	8:10:00	2162.6	1.4
19/10/2011	8:20:00	2164	1.4
19/10/2011	8:30:00	2165.6	1.6
19/10/2011	8:40:00	2166.6	1
19/10/2011	8:50:00	2167.6	1
19/10/2011	9:00:00	2168.4	0.8
19/10/2011	9:10:00	2168.6	0.2
19/10/2011	9:20:00	2169	0.4
19/10/2011	9:30:00	2169.2	0.2
19/10/2011	9:40:00	2169.8	0.6
19/10/2011	9:50:00	2170.6	0.8
19/10/2011	10:00:00	2171	0.4
19/10/2011	10:10:00	2172.4	1.4
19/10/2011	10:20:00	2173.4	1
19/10/2011	10:30:00	2174.4	1
19/10/2011	10:40:00	2174.8	0.4
19/10/2011	10:50:00	2175.2	0.4
19/10/2011	11:00:00	2175.4	0.2
19/10/2011	11:10:00	2176.4	1
19/10/2011	11:20:00	2177	0.6
19/10/2011	11:30:00	2177.8	0.8
19/10/2011	11:40:00	2178.2	0.4
19/10/2011	11:50:00	2178.8	0.6
19/10/2011	12:00:00	2179.6	0.8
19/10/2011	12:10:00	2180.4	0.8
19/10/2011	12:20:00	2181.4	1
19/10/2011	12:30:00	2182	0.6
19/10/2011	12:40:00	2182.4	0.4
19/10/2011	12:50:00	2182.8	0.4

19/10/2011	13:00:00	2183	0.2
19/10/2011	13:10:00	2183.2	0.2
19/10/2011	13:20:00	2183.2	0
19/10/2011	13:30:00	2183.2	0
19/10/2011	13:40:00	2183.2	0
19/10/2011	13:50:00	2183.4	0.2
19/10/2011	14:00:00	2183.6	0.2
19/10/2011	14:10:00	2184	0.4
19/10/2011	14:20:00	2184.6	0.6
19/10/2011	14:30:00	2184.8	0.2
19/10/2011	14:40:00	2186.2	1.4
19/10/2011	14:50:00	2186.6	0.4
19/10/2011	15:00:00	2186.8	0.2
19/10/2011	15:10:00	2186.8	0
19/10/2011	15:20:00	2186.8	0
19/10/2011	15:30:00	2187	0.2
19/10/2011	15:40:00	2187	0
19/10/2011	15:50:00	2187	0
19/10/2011	16:00:00	2187	0
19/10/2011	16:10:00	2187	0
19/10/2011	16:20:00	2187	0
19/10/2011	16:30:00	2187	0
19/10/2011	16:40:00	2187	0
19/10/2011	16:50:00	2187	0
19/10/2011	17:00:00	2187	0
19/10/2011	17:10:00	2187	0
19/10/2011	17:20:00	2187	0
19/10/2011	17:30:00	2187	0
19/10/2011	17:40:00	2187	0
19/10/2011	17:50:00	2187	0
19/10/2011	18:00:00	2187	0
19/10/2011	18:10:00	2187	0
19/10/2011	18:20:00	2187	0
19/10/2011	18:30:00	2187	0
19/10/2011	18:40:00	2187	0
19/10/2011	18:50:00	2187	0
19/10/2011	19:00:00	2187	0
19/10/2011	19:10:00	2187	0
19/10/2011	19:20:00	2187	0
19/10/2011	19:30:00	2187	0
19/10/2011	19:40:00	2187	0
19/10/2011	19:50:00	2187	0
19/10/2011	20:00:00	2187	0

19/10/2011	20:10:00	2187	0
19/10/2011	20:20:00	2187	0
19/10/2011	20:30:00	2187	0
19/10/2011	20:40:00	2187	0
19/10/2011	20:50:00	2187	0
19/10/2011	21:00:00	2187	0
19/10/2011	21:10:00	2187	0
19/10/2011	21:20:00	2187	0
19/10/2011	21:30:00	2187	0
19/10/2011	21:40:00	2187	0
19/10/2011	21:50:00	2187	0
19/10/2011	22:00:00	2187	0
19/10/2011	22:10:00	2187	0
19/10/2011	22:20:00	2187	0
19/10/2011	22:30:00	2187	0
19/10/2011	22:40:00	2187	0
19/10/2011	22:50:00	2187	0
19/10/2011	23:00:00	2187	0
19/10/2011	23:10:00	2187	0
19/10/2011	23:20:00	2187	0
19/10/2011	23:30:00	2187	0
19/10/2011	23:40:00	2187	0
19/10/2011	23:50:00	2187	0
20/10/2011	0:00:00	2187	0
20/10/2011	0:10:00	2187	0
20/10/2011	0:20:00	2187	0
20/10/2011	0:30:00	2187	0
20/10/2011	0:40:00	2187	0
20/10/2011	0:50:00	2187	0
20/10/2011	1:00:00	2187	0
20/10/2011	1:10:00	2187	0
20/10/2011	1:20:00	2187	0
20/10/2011	1:30:00	2187	0
20/10/2011	1:40:00	2187	0
20/10/2011	1:50:00	2187	0
20/10/2011	2:00:00	2187	0
20/10/2011	2:10:00	2187	0
20/10/2011	2:20:00	2187	0
20/10/2011	2:30:00	2187	0
20/10/2011	2:40:00	2187	0
20/10/2011	2:50:00	2187	0
20/10/2011	3:00:00	2187	0
20/10/2011	3:10:00	2187	0

20/10/2011	3:20:00	2187	0
20/10/2011	3:30:00	2187	0
20/10/2011	3:40:00	2187	0
20/10/2011	3:50:00	2187	0
20/10/2011	4:00:00	2187	0
20/10/2011	4:10:00	2187	0
20/10/2011	4:20:00	2187	0
20/10/2011	4:30:00	2187	0
20/10/2011	4:40:00	2187	0
20/10/2011	4:50:00	2187	0
20/10/2011	5:00:00	2187	0
20/10/2011	5:10:00	2187	0
20/10/2011	5:20:00	2187	0
20/10/2011	5:30:00	2187	0
20/10/2011	5:40:00	2187	0
20/10/2011	5:50:00	2187	0
20/10/2011	6:00:00	2187	0
20/10/2011	6:10:00	2187	0
20/10/2011	6:20:00	2187	0
20/10/2011	6:30:00	2187	0
20/10/2011	6:40:00	2187	0
20/10/2011	6:50:00	2187	0
20/10/2011	7:00:00	2187	0
20/10/2011	7:10:00	2187	0
20/10/2011	7:20:00	2187	0
20/10/2011	7:30:00	2187	0
20/10/2011	7:40:00	2187	0
20/10/2011	7:50:00	2187	0
20/10/2011	8:00:00	2187	0
20/10/2011	8:10:00	2187	0
20/10/2011	8:20:00	2187	0
20/10/2011	8:30:00	2187	0
20/10/2011	8:40:00	2187	0
20/10/2011	8:50:00	2187	0
20/10/2011	9:00:00	2187	0
20/10/2011	9:10:00	2187	0
20/10/2011	9:20:00	2187	0
20/10/2011	9:30:00	2187	0
20/10/2011	9:40:00	2187	0
20/10/2011	9:50:00	2187	0
20/10/2011	10:00:00	2187	0
20/10/2011	10:10:00	2187	0
20/10/2011	10:20:00	2187	0

20/10/2011	10:30:00	2187	0
20/10/2011	10:40:00	2187	0
20/10/2011	10:50:00	2187	0
20/10/2011	11:00:00	2187	0
20/10/2011	11:10:00	2187	0
20/10/2011	11:20:00	2187	0
20/10/2011	11:30:00	2187	0
20/10/2011	11:40:00	2187	0
20/10/2011	11:50:00	2187	0
20/10/2011	12:00:00	2187	0
20/10/2011	12:10:00	2187	0
20/10/2011	12:20:00	2187	0
20/10/2011	12:30:00	2187	0
20/10/2011	12:40:00	2187	0
20/10/2011	12:50:00	2187	0
20/10/2011	13:00:00	2187	0
20/10/2011	13:10:00	2187	0
20/10/2011	13:20:00	2187	0
20/10/2011	13:30:00	2187	0
20/10/2011	13:40:00	2187	0
20/10/2011	13:50:00	2187	0
20/10/2011	14:00:00	2187	0
20/10/2011	14:10:00	2187	0
20/10/2011	14:20:00	2187	0
20/10/2011	14:30:00	2187	0
20/10/2011	14:40:00	2187	0
20/10/2011	14:50:00	2187	0
20/10/2011	15:00:00	2187	0
20/10/2011	15:10:00	2187	0
20/10/2011	15:20:00	2187	0
20/10/2011	15:30:00	2187	0
20/10/2011	15:40:00	2187	0
20/10/2011	15:50:00	2187	0
20/10/2011	16:00:00	2187	0
20/10/2011	16:10:00	2187	0
20/10/2011	16:20:00	2187	0
20/10/2011	16:30:00	2187	0
20/10/2011	16:40:00	2187	0
20/10/2011	16:50:00	2187	0
20/10/2011	17:00:00	2187	0
20/10/2011	17:10:00	2187	0
20/10/2011	17:20:00	2187	0
20/10/2011	17:30:00	2187	0

20/10/2011	17:40:00	2187	0
20/10/2011	17:50:00	2187	0
20/10/2011	18:00:00	2187	0
20/10/2011	18:10:00	2187	0
20/10/2011	18:20:00	2187	0
20/10/2011	18:30:00	2187	0
20/10/2011	18:40:00	2187	0
20/10/2011	18:50:00	2187	0
20/10/2011	19:00:00	2187	0
20/10/2011	19:10:00	2187	0
20/10/2011	19:20:00	2187	0
20/10/2011	19:30:00	2187	0
20/10/2011	19:40:00	2187	0
20/10/2011	19:50:00	2187	0
20/10/2011	20:00:00	2187	0
20/10/2011	20:10:00	2187	0
20/10/2011	20:20:00	2187	0
20/10/2011	20:30:00	2187	0
20/10/2011	20:40:00	2187	0
20/10/2011	20:50:00	2187	0

20/10/2011	21:00:00	2187	0
20/10/2011	21:10:00	2187	0
20/10/2011	21:20:00	2187	0
20/10/2011	21:30:00	2187	0
20/10/2011	21:40:00	2187	0
20/10/2011	21:50:00	2187	0
20/10/2011	22:00:00	2187	0
20/10/2011	22:10:00	2187	0
20/10/2011	22:20:00	2187	0
20/10/2011	22:30:00	2187	0
20/10/2011	22:40:00	2187	0
20/10/2011	22:50:00	2187	0
20/10/2011	23:00:00	2187	0
20/10/2011	23:10:00	2187	0
20/10/2011	23:20:00	2187	0
20/10/2011	23:30:00	2187	0
20/10/2011	23:40:00	2187	0
20/10/2011	23:50:00	2187	0