



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO

DIVISIÓN ACADÉMICA DE INFORMÁTICA Y SISTEMAS



ANÁLISIS Y TENDENCIAS DE PRECIPITACIONES PLUVIALES DEL SURESTE DE MÉXICO EN UN MAPA INTERACTIVO

Trabajo recepcional bajo la modalidad de Tesis
que para obtener el grado de:

Maestro en Administración de Tecnologías de la Información

Presenta:

María Concepción Salvador González

Directores de Trabajo Recepcional:

Dra. Juana Canul Reich
MASi. Arturo Corona Ferreira

Jurado Revisor:

Dr. Pablo Payró Campos
Dr. Julián Javier Francisco León
MC. José Luis Gómez Ramos

Cuerpos Académicos y Grupos de Investigación de los directores:

Inteligencia Artificial
Innovación con TAC

Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento de la Maestría que alimenta la investigación:

Inteligencia de Negocios

Cunduacán, Tabasco.

Enero, 2019.



UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



11111000011



FATRIMONIO DE TABASCO

Oficio No. 1102/2018/D
09 de mayo de 2018

Dra. Juana Canul Reich
Profesora-Investigadora
Presente

De acuerdo al artículo 46, fracción III del Reglamento General de Estudios de Posgrado Vigente, de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, me permito informarle a Usted, que ha sido asignada directora del trabajo de tesis titulado **"ANÁLISIS Y TENDENCIAS DE PRECIPITACIONES PLUVIALES DEL SURESTE DE MÉXICO EN UN MAPA INTERACTIVO"**, a realizar por la **C. María Concepción Salvador González**, para obtener el grado de Maestro en Administración de Tecnologías de la Información.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un afectuoso saludo.

Atentamente

MTE. Oscar Alberto González González
Director

UNIVERSIDAD JUAREZ AUTONOMA DE TABASCO



DIVISION ACADÉMICA DE INFORMATICA Y SISTEMAS



C.c.p. **Dr. Jesús Hernández del Real**.-Encargado del Despacho de la Coordinación de Posgrado.
Archivo.
Consecutivo.



Carretera Cunduacán-Jalpa Km. 1, Colonia Esmeralda, C.P. 86690. Cunduacán, Tabasco, México
E-mail: direccion.dais@ujat.mx
Teléfonos: (993) 358 1500 ext. 6727; (914) 336 0616; Fax: (914) 336 0870



UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



Oficio No. 1103/2018/D
09 de mayo de 2018

MASI. Arturo Corona Ferreira
Profesor-Investigador
Presente

De acuerdo al artículo 46 fracción III del Reglamento General de Estudios de Posgrado Vigente, de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, me permito informarle a Usted, que ha sido asignado director del trabajo de tesis titulado **"ANÁLISIS Y TENDENCIAS DE PRECIPITACIONES PLUVIALES DEL SURESTE DE MÉXICO EN UN MAPA INTERACTIVO"**, a realizar por la **C. María Concepción Salvador González**, para obtener el grado de Maestro en Administración de Tecnologías de la Información.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un afectuoso saludo.

Atentamente

MTE. Oscar Alberto González González
Director

UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO



DIVISION ACADÉMICA DE INFORMATICA Y SISTEMAS



C.c.p. Dr. Jesús Hernández del Real.-Encargado del Despacho de la Coordinación de Posgrado.
Archivo.
Consecutivo.



Carretera Cunduacán-Jalpa Km. 1, Colonia Esmeralda, C.P. 86690. Cunduacán, Tabasco, México.
E-mail: direccion.dais@ujat.mx
Teléfonos: (993) 358 1500 ext. 6727; (914) 336 0616; Fax: (914) 336 0870

Cunduacán, Tabasco., a 12 de diciembre de 2018.

Asunto: Liberación de dirección de tesis.

MTE. Oscar Alberto González González
Director de la División Académica de Informática y Sistemas
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Por medio de la presente nos permitimos comunicarle que después de haber concluido la dirección de la Tesis: "ANÁLISIS Y TENDENCIAS DE PRECIPITACIONES PLUVIALES DEL SURESTE DE MÉXICO EN UN MAPA INTERACTIVO", elaborada por la *C. María Concepción Salvador González*, de la Maestría en: **Administración de Tecnologías de la Información**, consideramos que puede continuar con los trámites para la obtención del grado.

Sin otro particular, aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente


Dra. Juana Canul Reich


MASI Arturo Corona Ferreira

C.c.p. Dr. Jesús Hernández del Real. - Responsable del Área de Posgrado
Directores de Tesis
Estudiante



Cunduacán, Tabasco., a 13 de diciembre de 2018.

Asunto: Solicitud de Jurado

MTE. Oscar Alberto González González
Director de la División Académica de Informática y Sistemas
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Por este medio me permito informarle que la tesis "ANÁLISIS Y TENDENCIAS DE PRECIPITACIONES PLUVIALES DEL SURESTE DE MÉXICO EN UN MAPA INTERACTIVO", ha sido liberada por los directores: **Dra. Juana Canul Reich** y **M.A.S.I. Arturo Corona Ferreira** por lo que en atención a ello me dirijo a usted con la finalidad de solicitarle tenga a bien nombrar al jurado para que evalúe el citado trabajo.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente

María Concepción Salvador González

Matrícula:	162H11004
Domicilio:	Juárez 140, Villa Benito Juárez
Localidad:	Macuspana, Tabasco.
Teléfono:	9933183584
E-mail:	Mcsalvadorg@gmail.com

C.c.p. Dr. Jesús Hernández del Real. – Encargado del Despacho de la Coordinación de Posgrado.
Estudiante.

Cunduacán, Tabasco., a 16 de enero de 2019

Asunto: Respuesta de Jurado

MTE. Oscar Alberto González González
Director de la División Académica de Informática y Sistemas
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco


En atención a los oficios girados por usted, en los que se nos designa como parte del jurado para efectuar la revisión de la tesis titulada "ANÁLISIS Y TENDENCIAS DE PRECIPITACIONES PLUVIALES DEL SURESTE DE MÉXICO EN UN MAPA INTERACTIVO", realizada por la **C. María Concepción Salvador González**, estudiante de la Maestría en Administración de Tecnologías de la Información, nos permitimos informarle que en virtud de que ha atendido las observaciones realizadas, otorgamos nuestra aprobación para que continúe los trámites correspondientes a la obtención del grado.

Sin otro particular, aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente integrantes del jurado


Dr. Pablo Payro Campos


Dr. Julián Javier Francisco León


MC. José Luis Gómez Ramos

c.c.p. Dr. Jesús Hernández del Real. - Encargado del Despacho de la Coordinación de Posgrado
Integrantes del Jurado
Estudiante





UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"

DIVISIÓN ACADÉMICA DE INFORMÁTICA Y SISTEMAS

Cunduacán Tabasco 18 de enero de 2019

En la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, de acuerdo al Reglamento de Estudios de Posgrado vigente, se revisó el trabajo de investigación titulado "ANÁLISIS Y TENDENCIAS DE PRECIPITACIONES PLUVIALES DEL SURESTE DE MÉXICO EN UN MAPA INTERACTIVO", realizado por el **C. María Concepción Salvador González**, para obtener el Grado de Maestro en Administración de Tecnologías de la Información bajo la modalidad de Tesis.

Los integrantes del jurado, después de revisar el trabajo, lo declararon aceptado. Firmando la presente a los 18 días del mes de enero de 2019.

Dr. Pablo Payró Campos
Profesor-Investigador

Dr. Julián Javier Francisco León
Profesor-Investigador

MC. José Luis Gómez Ramos
Profesor-Investigador



"Por la Universidad de Calidad"

Carretera Cunduacán-Jalpa Km. 1, Colonia Esmeralda, C.P. 86690. Cunduacán, Tabasco, México.
E-mail: direccion.dais@ujat.mx
Teléfonos: (993) 358 1500 ext. 6727; (914) 336 0616; Fax: (914) 336 0870





UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



Oficio No. 157/19/DAIS/D
29 de enero de 2019

C. María Concepción Salvador González
Matrícula 162H11004

En virtud de que cumple satisfactoriamente los requisitos establecidos en el Reglamento General de Estudio de Posgrado vigente en la Universidad, informo a Usted que se autoriza la impresión del trabajo recepcional "Análisis y Tendencias de Precipitaciones Pluviales del Sureste de México en un Mapa Interactivo", para presentar examen y obtener el Grado de Maestro en Administración de Tecnologías de la Información bajo la modalidad de Tesis.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente

MTE Oscar Alberto González González
Director

UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO



DIRECCIÓN ACADÉMICA DE INFORMÁTICA Y SISTEMAS

C.c.p. ↓ Dr. Jesús Hernández del Real.- Encargado del Despacho de la Coordinación de Posgrado.
Archivo.
Consecutivo.

Carretera Cunduacán-Jalpa Km. 1, Colonia Esmeralda, C.P. 86690. Cunduacán, Tabasco, México.
E-mail: direccion.dais@ujat.mx
Teléfonos: (993) 358 1500 ext. 6727; (914) 336 0616; Fax: (914) 336 0670



CARTA DE AUTORIZACION

El que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco para que utilice tanto física como digitalmente la Tesis de grado denominada "ANÁLISIS Y TENDENCIAS DE PRECIPITACIONES PLUVIALES DEL SURESTE DE MÉXICO EN UN MAPA INTERACTIVO", de la cual soy autor y titular de los Derechos de Autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de la tesis antes mencionada, será única y exclusivamente para difusión, educación y sin fines de lucro; autorización que se hace de manera enunciativa más no limitativa para subirla a la Red Abierta de Bibliotecas Digitales (RABID) y a cualquier otra Red Académica con las que la Universidad tenga relación institucional.

Por lo antes mencionado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la Tesis mencionada y para los fines estipulados en éste documento.

Se firma la presente autorización en la Ciudad de Cunduacán, Tabasco a los 29 días del mes de enero del año 2019.

AUTORIZO

MARIA CONCEPCIÓN SALVADOR GONZÁLEZ

Cunduacán, Tabasco., a 16 de enero del 2019




Asunto: Cesión de Derechos.

A quien corresponda:

El que suscribe la presente, declara que el trabajo de tesis titulado, "**ANÁLISIS Y TENDENCIAS DE PRECIPITACIONES PLUVIALES DEL SURESTE DE MÉXICO EN UN MAPA INTERACTIVO**" es de mi autoría intelectual y por lo tanto cedo los **derechos de difusión** sobre este proyecto a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, a la cual relevamos de cualquier sanción y asumimos responder a cualquier reclamo de derechos de autor ante las autoridades competentes.

Atentamente

Autores:

Nombre	Domicilio	Firma autógrafa
María Concepción Salvador González	Juárez No. 140, Villa Benito Juárez, Macuspana, Tabasco. CP. 86725	
Dra. Juana Canul Reich	Revolución No. 361-1, Col. Atasta, Villahermosa, Tabasco. CP. 86100	
MASI. Arturo Corona Ferreira	Ilusiones No. 2, Col. Miguel Hidalgo, Villahermosa, Tabasco. CP. 86126	

c.c.p. MTE. Oscar González González.- Director de la DAIS
Dr. Jesús Hernández del Real. - Encargado del Despacho de la Coordinación de Posgrado
Directores de Tesis
Estudiante



Dedicatorias

Esta tesis se la dedicó especialmente a mis padres, por contar siempre con su confianza y sustento incondicional, por enseñarme, que de la mano de Dios y con esfuerzo logré concluir esta etapa académica. Del mismo modo se la dedico a mi hijo Josué Sebastián, por ser mi motivación para seguir adelante en todo momento. A mi esposo por su paciencia y apoyo. También a mi hermano por sus consejos en el momento oportuno.

México.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Agradecimientos

Al fideicomiso del Fondo Mixto: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) - Gobierno del Estado de Tabasco y al proyecto FOMIX CONACyT-Gobierno del Estado de Tabasco: “Fortalecimiento de la Maestría en Administración de Tecnologías de la Información”, TAB-2014-C29-245877.

Agradezco especialmente a la Dra. Juana Canul Reich por el valioso aporte de sus conocimientos, experiencias y tiempo para el desarrollo de esta investigación. De igual forma al Mtro. Arturo Corona Ferreira y a los asesores de esta tesis. También les agradezco por sus enseñanzas y contribución a los profesores del núcleo académico básico de la Maestría en Administración de Tecnologías de la Información de la División Académica de Informática y Sistemas de la UJAT.

Índice general

Índice de ilustraciones.....	xv
Índice de tablas.....	xvii
Capítulo 1. Generalidades.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.2.1 Definición del problema.....	2
1.2.2 Delimitación de la investigación.....	5
1.2.3 Preguntas de investigación.....	6
1.2.4 Objetivos.....	7
1.3 Justificación.....	7
1.4 Metodología utilizada.....	9
1.4.1 Enfoque de la investigación.....	9
1.4.2 Fuentes de investigación.....	9
1.4.3 Método para el Análisis de Datos.....	10
1.4.4 Método para la creación del mapa interactivo.....	11
Capítulo 2. Marco teórico.....	12
2.1 Marco referencial.....	12
2.2 Marco conceptual.....	16
2.2.1 Precipitación.....	16
2.2.2 Mapa.....	16
2.2.3 Interactivo.....	16
2.2.4 Mapa Interactivo.....	16
2.3 Marco tecnológico.....	17
2.3.1 Tableau.....	17
2.3.2 QGis.....	17
2.3.3 Leaflet.....	17
2.3.4 R.....	17

2.3.5 RStudio.....	18
2.4 Marco legal	18
Capítulo 3. Aplicación de la metodología y desarrollo	19
3.1 Datos del Sitio Oficial de Datos Abiertos del Gobierno Mexicano.....	19
3.1.1 Características Generales.....	19
3.1.2 Características Técnicas	19
3.1.3 Integración, Selección y Preprocesado	20
3.1.4 Set de datos final de CONAGUA.....	21
3.2 Datos de CLICOM.....	22
3.2.1 Características Generales.....	22
3.2.2 Características Técnicas.....	23
3.2.3 Integración, Selección y Preprocesado	24
3.2.4 Set de datos final de CLICOM.....	25
3.3 Datos de CONAGUA.....	26
3.3.1 Características Generales.....	26
3.3.2 Características Técnicas.....	26
3.3.3 Integración, Selección y Preprocesado	30
3.3.4 Set de datos final de CONAGUA.....	37
3.4 Mapa Interactivo	39
3.4.1 Definición de Requerimientos.....	39
3.4.2 Definición de Especificaciones Técnicas.....	39
3.4.3 Definición de Hardware y Software	40
Capítulo 4. Resultados.....	41
4.1 Datos del Sitio Oficial de Datos Abiertos del Gobierno Mexicano.....	41
4.1.1 Estadística Descriptiva	42
4.1.2 Tendencia	44
4.1.3 Pronóstico	48
4.2 Datos de CLICOM	52
4.2.1 Estadística Descriptiva	52
4.2.2 Tendencia	55

4.2.3	Pronóstico	56
4.3	Datos de CONAGUA.....	59
4.3.1	Estadística Descriptiva	60
4.3.2	Tendencia	69
4.3.3	Pronóstico	74
Capítulo 5.	Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros	79
5.1	Conclusiones.....	79
5.2	Trabajos futuros.....	80
Referencias	82
Glosario	90
Apéndices	91
Apéndice A.	Datos anuales para la obtención del pronóstico de datos.gob.mx (2017) ..	92
Apéndice B.	Datos trimestrales para la obtención del pronóstico de CLICOM (2017)	96
Apéndice C.	Datos para la obtención del pronóstico de CONAGUA (2017)	107
Anexos.....	113
Anexo A.	Eventos que han generado los mayores daños por inundación en México (1943-2004).....	114

Índice de ilustraciones

Figura 1.1 Impactos económicos anuales de los desastres 2000-2016 en millones de pesos (precios corrientes) SEGOB, 2016.....	3
Figura 1.2 Porcentaje del impacto económico por desastres (2000-2015).....	4
Figura 1.3 Porcentaje de daños y pérdidas generadas por tipo de fenómeno en 2016..	5
Figura 1.4 Proceso de Descubrimiento de Conocimiento, basado en Bramer (2007, p 2)	10
Figura 1.5 Actividades para la creación de mapas web dinámicos basado en Rocha (2007).....	11
Figura 3.1 Almacén de datos resultante del set de datos datos.gob.mx (2017)	20
Figura 3.2 Número de registros por estado del set de datos datos.gob.mx (2017)	22
Figura 3.3 Número de registros anuales del Estado de Tabasco del set de datos CLICOM (2017).....	24
Figura 3.4 Ejemplo de una tabla de datos que se utilizó para la selección de estaciones y el periodo del set de datos.....	32
Figura 3.5 Número de registros por estado después de la selección y preprocesado de los datos de CONAGUA (2017) agrupados por su bandera.....	33
Figura 3.6 Verificación de la estructura del set de datos en R.....	34
Figura 3.7 Datos correctos después de la importación.....	34
Figura 3.8 Imputación de valores faltantes por el grupo de acuerdo con su media.	35
Figura 3.9 Resultado de datos faltantes en R.....	35
Figura 3.10 Convertir datos a una serie de tiempo de R.	35
Figura 3.11 Ejemplo de datos de una serie de tiempo.....	36
Figura 3.12 Series de tiempo por estado del 2002 al 2014.	36
Figura 3.13 Número de registros por estado después de la selección y preprocesado de los datos de CONAGUA (2017).....	38
Figura 4.1 Mapa por estaciones del set de datos datos.gob.mx.....	42
Figura 4.2 Mapa de precipitación promedio anual por estados de datos.gob.mx.....	43
Figura 4.3 Tendencia de datos.gob.mx	44
Figura 4.4 Tendencia de Campeche de datos.gob.mx	45
Figura 4.5 Tendencia de Tabasco de datos.gob.mx.....	46
Figura 4.6 Tendencia de Yucatán de datos.gob.mx	47
Figura 4.7 Pronóstico de datos.gob.mx	48
Figura 4.8 Mapa de estaciones CLICOM.....	52
Figura 4.9 Promedio trimestral CLICOM.....	53
Figura 4.10 Totales mensuales CLICOM.....	54
Figura 4.11 Tendencia Tabasco CLICOM	55
Figura 4.12 Pronóstico Tabasco CLICOM	56
Figura 4.13 Mapa estaciones CONAGUA.....	60
Figura 4.14 Mapa promedios CONAGUA	61
Figura 4.15 Promedios anuales CONAGUA.....	62

Figura 4.16	Promedios Trimestrales CONAGUA.....	63
Figura 4.17	Precipitaciones máximas CONAGUA.....	64
Figura 4.18	Desviaciones estándar CONAGUA	65
Figura 4.19	Resumen de las estaciones de Campeche CONAGUA	66
Figura 4.20	Resumen de las estaciones de Tabasco CONAGUA.....	67
Figura 4.21	Resumen de las estaciones de Yucatán CONAGUA.....	68
Figura 4.22	Tendencia anual CONAGUA	69
Figura 4.23	Tendencia Trimestral CONAGUA.....	70
Figura 4.24	Tendencia Campeche CONAGUA.....	71
Figura 4.25	Tendencia Tabasco CONAGUA	72
Figura 4.26	Tendencia Yucatán CONAGUA.....	73
Figura 4.27	Pronóstico Campeche CONAGUA	74
Figura 4.28	Pronóstico Tabasco CONAGUA.....	75
Figura 4.29	Pronóstico Yucatán CONAGUA.....	76

Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Índice de tablas

Tabla 3.1	Descripción del set de datos original de datos.gob.mx (2017)	19
Tabla 3.2	Descripción del set de datos final de datos.gob.mx (2017)	21
Tabla 3.3	Descripción del set de datos original de CLICOM (2017)	23
Tabla 3.4	Descripción de set de datos final de CLICOM (2017)	25
Tabla 3.5	Descripción del set de datos original de CONAGUA (2017)	26
Tabla 3.6	Descripción de los tipos de elementos de cada archivo de texto del set de CONAGUA (2017)	27
Tabla 3.7	Descripción del significado de las banderas de los datos de CONAGUA (2017)	29
Tabla 3.8	Descripción de los datos después de la selección del set de datos de CONAGUA (2017)	30
Tabla 3.9	Descripción del set de datos final de CONAGUA (2017)	37
Tabla 4.1	Coeficientes de la línea de tendencia de todos los datos de datos.gob.mx	45
Tabla 4.2	Coeficientes de línea de tendencia de Campeche de datos.gob.mx	46
Tabla 4.3	Coeficientes de línea de tendencia de Tabasco de datos.gob.mx	47
Tabla 4.4	Coeficientes de línea de tendencia de Yucatán de datos.gob.mx	48
Tabla 4.5	Características Prom. Precipitación	49
Tabla 4.6	Características Suma Precipitación	49
Tabla 4.7	Descripción del modelo	50
Tabla 4.8	Precipitaciones estimadas	50
Tabla 4.9	Precipitaciones reales	51
Tabla 4.10	Coeficientes de línea de tendencia CLICOM	56
Tabla 4.11	Características Prom. Precipitación CLICOM	57
Tabla 4.12	Características Suma Precipitación CLICOM	57
Tabla 4.13	Descripción del modelo Prom. Precipitación CLICOM	58
Tabla 4.14	Descripción del modelo Suma. Precipitación CLICOM	58
Tabla 4.15	Precipitaciones estimadas CLICOM	58
Tabla 4.16	Precipitaciones reales CLICOM	59
Tabla 4.17	Coeficientes de la línea de tendencia Campeche CONAGUA	71
Tabla 4.18	Coeficientes de la línea de tendencia Tabasco CONAGUA	72
Tabla 4.19	Coeficientes de la línea de tendencia Yucatán CONAGUA	73
Tabla 4.20	Características Suma Precipitación CONAGUA	77
Tabla 4.21	Descripción del modelo CONAGUA	77
Tabla 4.22	Precipitaciones estimadas CONAGUA	77
Tabla 4.23	Precipitaciones reales CONAGUA	78

Resumen

La presente investigación muestra el análisis de las precipitaciones del Sureste de México de tres de *set* de datos de diferentes repositorios, tal es el caso del Sitio Oficial de Datos Abiertos del Gobierno Mexicano, CLICOM y CONAGUA. Por lo que se refiere al método del tratamiento de los datos de cada *set* de datos, se aplicó el Proceso de Descubrimiento de Conocimiento. Para la visualización de los resultados se utilizaron herramientas de analíticas visuales, donde se diseñaron gráficas y mapas interactivos para su representación. Cabe destacar, que el *set* de datos de CONAGUA fue el más adecuado de los tres, además cuenta con un registro de la verificación de la calidad en la obtención del dato de precipitación, por tal motivo se eligió dicho *set* de datos para realizar su preprocesamiento en R. Es así como se muestra una tendencia en el incremento de las precipitaciones de la región, siendo el estado de Tabasco el que tiene las precipitaciones máximas.

Abstract

This research shows the analysis of the precipitations of the Southeast of Mexico of three data set of different repositories, such is the case of the Official Site of Open Data of the Mexican Government, CLICOM and CONAGUA. For the data processing method of each data set, the Knowledge Discovery Process was applied. To visualize the results, visual analytical tools were used, where graphic and interactive maps were designed for their representation. It should be noticed that the data set of CONAGUA was the most appropriate of the three, it also has a record of quality verification in obtaining the precipitation data, this is the reason why data set was chosen to perform its preprocessing in R. This is how a trend in the increase of rainfall in the region is shown, being the State of Tabasco the one with the highest rainfall activity.

Introducción

El análisis de los datos de precipitaciones pluviales presenta la posibilidad de explotar la información mediante el uso de herramientas analíticas visuales, dado que contiene información de georeferenciación.

Los autores Trigg, Birch, Neal, Bates, Smith, Sampson., Yamazaki, Hirabayashi, Pappenberger, Dutra, Ward., Winsemius, Salamon, Dottori, Rudari, Kappes, Simpson, Hadzilacos & Fewtrell (2016 (2016), tienen clara la importancia del uso de técnicas matemáticas y tecnológicas para cuantificar y hacer proyecciones del riesgo de inundación.

Ahora bien, en esta investigación se manejarán *set* de datos históricos de precipitaciones pluviales provenientes de sistemas oficiales de instituciones del gobierno mexicano. Estos datos están almacenados de forma digital y son de acceso público, en formato de tablas planas. El volumen de información almacenada es de tal magnitud que ello sugiere la utilización de herramientas informáticas para su análisis.

El análisis de la información se llevó a cabo por medio del proceso KDP. Sus fases incluyen la integración, selección y preprocesado, minería de datos, interpretación y asimilación y descubrimiento del conocimiento. La intención se vertió en facilitar la comprensión de la información visual concerniente a lluvias en el área geográfica bajo estudio sin exigir conocimiento especializado en los usuarios finales.

Para esta investigación, se utilizó Tableau como herramienta de visualización analítica donde se crearon mapas interactivos con el objetivo de comparar indicadores clave como máximos, mínimos, media, mayor escasez, mayores lluvia y pronósticos, entre los estados del sureste de México que son Tabasco, Campeche y Yucatán.

Es así como encontrará a detalle en cada uno de los siguientes capítulos el desarrollo de la presente investigación. En el capítulo 1, se describen las generalidades de la investigación, se presenta el planteamiento del problema, la justificación y metodología utilizada. El capítulo 2, es sobre el marco teórico que abarca los marcos referencial,

conceptual y tecnológico. Donde se mencionan los modelos utilizados. En el capítulo 3, se encontrará la aplicación de la metodología y el desarrollo que se llevó a cabo.

Por último, en el capítulo 5 encontrará las conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Capítulo 1. Generalidades

1.1 Antecedentes

El objetivo principal de esta investigación es analizar los datos de precipitaciones pluviales de la región Sureste de la República Mexicana, para definir tendencias y visualizarlas en un mapa interactivo.

Es así, como en esta investigación tuvimos varios desafíos, uno de ellos fue la elección de los repositorios y *set* de datos a utilizar. Hurwitz et al., (2015, p. 58) explican que “una de las complicaciones del Big Data es el uso e integración de diferentes tipos de bases de datos, y estructuras de datos que serán almacenadas en una base de datos SQL estructurada”.

En este sentido, encontramos diferentes repositorios con datos obtenidos de las estaciones meteorológicas de la República Mexicana, para este fin se eligieron de descarga en línea el repositorio de datos.gob.mx (2017), también está el repositorio de CLICOM (2017) tal como menciona Coria, Cruz-Meléndez & Villers-Ruiz (2015). Otra opción fue la solicitud de los datos oficiales de la base de datos de CONAGUA (2017).

En cuanto a la metodología utilizada para el análisis de los tres *sets* de datos, se utilizó el proceso KDP (Por sus siglas en Ingles *Knowledge Discovery Process*).

Teniendo en cuenta los beneficios de la aplicación de las técnicas de visualización de datos, Cherven, K. (Productor). (2017) indica los siguientes puntos:

1. Puede ser fácilmente interpretado por cualquiera.
2. Brinda a los espectadores externos la posibilidad de ver sus historias de datos.
3. Es una excelente manera de conectarse con otras comunidades de visualización de datos y mapas.

Por tal motivo, se decidió mostrar los resultados en gráficas y mapas interactivos desarrollados según el método expuesto por Rocha (2007).

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Definición del problema

Actualmente existen repositorios que contienen datos de precipitaciones de la República Mexicana de acceso libre. Sin embargo, los datos no están disponibles para manipularlos en herramientas de computación y gráficos estadísticos. Estos datos contienen coordenadas geográficas, pero en su forma original tampoco son utilizables para explotar la información en herramientas de analíticas visuales y mapas interactivos.

Los datos de niveles de precipitación, se pueden revisar en una base de datos o en una hoja de Excel. Encontrar un dato específico, agrupar datos para representarlos en una gráfica que sea útil para la toma de decisiones lleva tiempo, además el uso de sistemas no aptos para este propósito contribuye a que el proceso de análisis de grandes datos, generación de reportes o listas de datos sea muy lento y se puede incurrir en errores fácilmente.

Aunado a lo anterior, el estado de Tabasco se ha enfrentado con inundaciones debido a las altas precipitaciones registradas en Oct-Nov 1921, Sep-Oct 1944, 1955, Gama et. al. (2008) y una de las más grandes en Oct-Nov del 2007 donde “las precipitaciones pluviales estuvieron 82% por arriba de su promedio normal” Jiménez, Barboza (2007, noviembre 1). Ver anexo A para información detallada.

La Figura 1.1 muestra los costos históricos en millones de pesos entre el 2000 y 2016, “se presentaron eventos de magnitudes considerables: en 2005, el huracán Wilma; en 2007, las inundaciones en Tabasco; en 2010, los huracanes Alex, Karl y Mathew, y en 2013, los ciclones tropicales Ingrid y Manuel” (García et al. 2016 p.7).

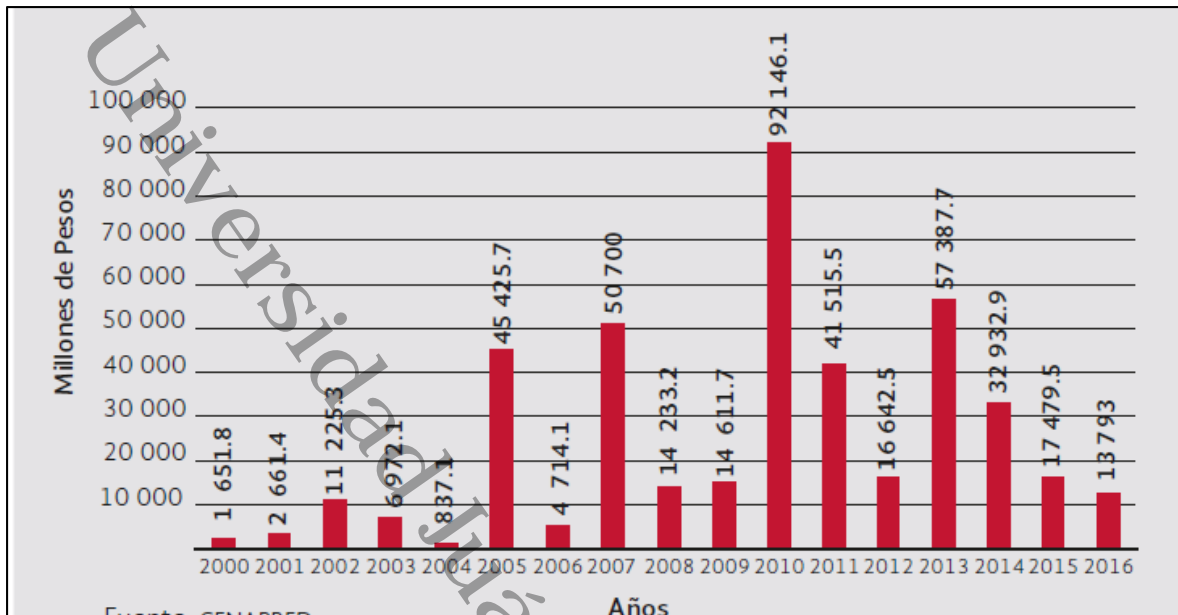


Figura 1.1 Impactos económicos anuales de los desastres 2000-2016 en millones de pesos (precios corrientes) SEGOB, 2016

En Tabasco los altos niveles de precipitación traen consigo inundaciones que afectan en la Agricultura, Ganadería, Pesca, Industria del Petróleo, afectaciones a los hogares, actividades diarias laborales, educación afectando también a los transportistas y esto genera retrasos en la entrega de mercancía a los negocios. En general la economía del estado y del país se ve seriamente afectada.

El porcentaje histórico de mayor impacto económico por desastres entre 2000-2015 es por causa de fenómenos hidrometeorológicos como muestra la Figura 1.2 (CENAPRED, 2016, abril 29)

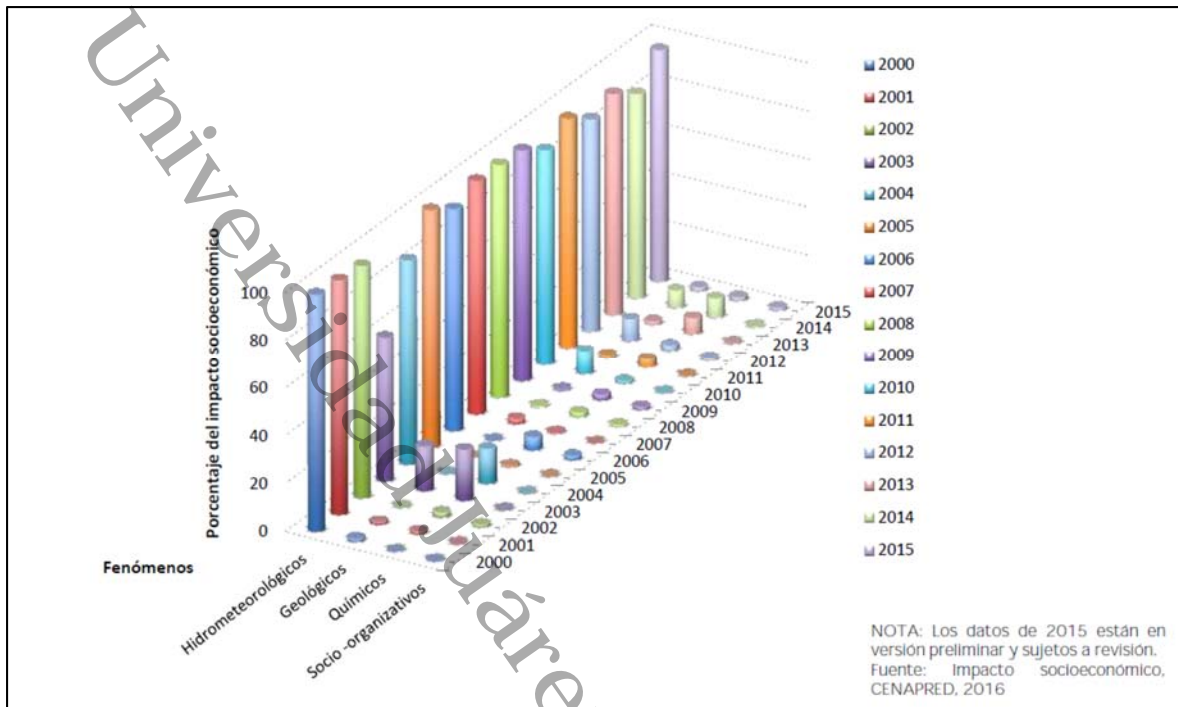


Figura 1.2 Porcentaje del impacto económico por desastres (2000-2015).

En el año 2016 la tendencia se mantiene, los fenómenos hidrometeorológicos ocupan el primer lugar con 86.6% ver Figura 1.3 (SEGOB, 2016)

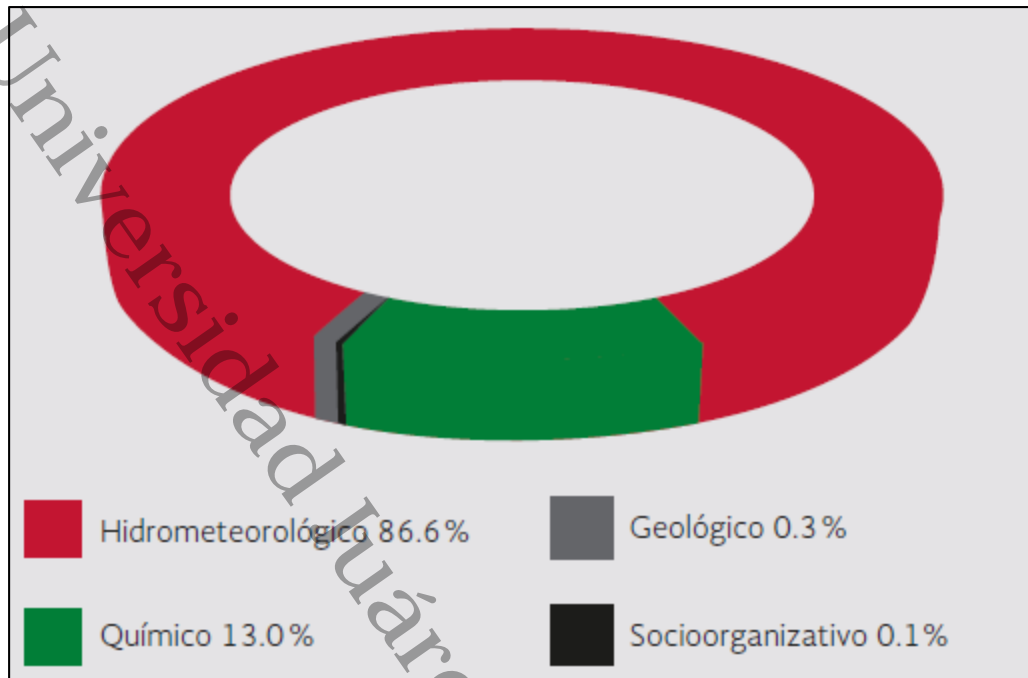


Figura 1.3 Porcentaje de daños y pérdidas generadas por tipo de fenómeno en 2016.

SEGOB, 2016 menciona que “el monto de daños y pérdidas económicos sumó 11 947.9 millones de pesos, de éstos, 70.5% correspondió a lluvias fuertes; mientras que 24.6% a ciclones tropicales, el restante 4.9% correspondió a fenómenos como nevadas, heladas, fuertes vientos y tormenta severa”.

Aunado a esto, en esta investigación se dispuso de tres sets de datos, con registros de las precipitaciones pluviales históricas de la República Mexicana. Por cada una de las estaciones meteorológicas del país. En efecto, el análisis de los datos requiere la aplicación de técnicas y estrategias del big data, sobretodo en nuestro interés se incluyó la integración de tecnologías de información y estadística para el pronóstico de los datos.

1.2.2 Delimitación de la investigación

1.2.2.1 Alcances

- Abarcar geográficamente la región Sureste de la República Mexicana, que incluye los estados Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

- Evaluar tres diferentes repositorios y *set* de datos, disponibles de forma libre de la República Mexicana.
- Identificar tendencias por medio de herramientas de analíticas visuales que ayuden comprender el comportamiento de los registros de precipitaciones.
- Ajustar el periodo del estudio según la frecuencia de los datos de acuerdo a cada *set* de datos.
- Visualizar mediante un mapa interactivo la estadística descriptiva, tendencias y pronóstico por cada estado de la región Sureste de la República Mexicana.

1.2.2.2 Limitaciones

Los *sets* de datos que se utilizaron para los experimentos fueron los que se mencionan a continuación:

1. datos.gob.mx (2017).
2. CLICOM (2017).
3. CONAGUA (2017) para este caso se realizó la solicitud de los datos por oficio.

1.2.3 Preguntas de investigación

¿Qué tan frecuente son los altos índices de precipitación en el Sureste de la República Mexicana?

¿Qué estado de esta región es el más afectado?

De forma general, ¿Qué patrones se han presentado en los datos de las precipitaciones?

De forma más puntual, ¿En los datos históricos se descubre un patrón para determinar el tiempo en que ocurren las precipitaciones mayores?

Con base en los datos y las herramientas analíticas visuales utilizadas, ¿Es posible conocer las tendencias de las precipitaciones según la periodicidad de cada set de datos del estudio?

¿Cómo visualizar los datos de manera que se facilite la interpretación para la toma de decisiones?

1.2.4 Objetivos

General.

Analizar los datos de precipitaciones pluviales de la región Sureste de la República Mexicana, para **definir tendencias** y visualizarlas en un mapa interactivo.

Objetivos específicos

- Recolectar información oficial sobre las precipitaciones pluviales del país de la CONAGUA.
- Preprocesar el set de datos para corregir datos anómalos y faltantes.
- Realizar la interpretación de datos usando herramientas analíticas visuales y paquetes en lenguaje R.
- Seleccionar la aplicación más adecuada de entre Tableau y QGis para la elaboración del mapa interactivo en el cual se presentarán los datos al usuario final.

1.3 Justificación

Para ayudar a comprender las precipitaciones pluviales, autores como Zeng et al. (2016), Gocic, Trajkovic (2013), Ishak et al. (2013), Partal & Kahya (2006), Englehart & Douglas (2002) han realizado investigaciones a lo largo del tiempo en varios países como China, Serbia, Australia, Turquía y México.

Gemmer, Becker & Jiang (2004) sostienen que “La interpolación espacial de los resultados de tendencias de análisis de precipitación son un enfoque para dar una mayor comprensión del patrón regional de tendencias en China”. Al igual que en los países antes

mencionados, la investigación sobre los datos de precipitaciones históricas proporciona conocimiento sustentado en los análisis de minería de datos.

Por otra parte, el Portal de Geoinformación (2012), se muestran datos de precipitaciones utilizando simbologías en un mapa estático donde los últimos datos son del 2009 dejando de lado del interesado la interpretación por intuición, con el análisis de tendencias de los datos, la interpretación de los datos está fundamentada en los principios de la estadística y en áreas como la analítica visual, con ello se incorpora el uso de la tecnología de la información.

Además, mediante la utilización de TI en el análisis de tendencias de precipitaciones y la visualización de los datos en un mapa interactivo se contribuirá a mejorar el tiempo que lleva hacer el análisis de los datos, la precisión del mismo análisis y la toma decisiones ya que el promedio de pérdidas anuales económicas generadas en México de 1999 al 2015 por afectaciones meteorológicas es de \$23,383.09 millones de pesos según CENAPRED (2016, abril 29).

Cabe señalar que el World Economic Forum (2016) en su estudio de 139 países, México ocupa el lugar 58 en cuanto a disponibilidad de la última tecnología, cabe destacar que en la importancia de la TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) para la visión del futuro en el gobierno está en el lugar 71 con 3.9 puntos. En cuanto a las TIC en el uso y eficiencia en el gobierno está en el lugar 76 con 3.9 puntos. México se sitúa más abajo en el lugar 82 con 3.8 puntos en el éxito del gobierno en la promoción de las TIC.

Este estudio deja ver que México no cuenta con la disponibilidad de última tecnología en TIC que es necesaria para alojar los datos y para el procesamiento del análisis de grandes datos.

A este respecto, esta investigación fue desarrollada en base a tres sets de datos, y sus resultados son mostrados en mapas interactivos de fácil exploración, lo que es un aporte para el crecimiento del uso de TI en las analíticas de datos y su visualización interactiva

Por último, los análisis de este tipo le dan una ventaja competitiva a la institución que lo utilice, como menciona Rodríguez (2017) “el valor escondido de los datos”.

1.4 Metodología utilizada

1.4.1 Enfoque de la investigación

Para esta investigación se define el método de investigación cuantitativa. Es un estudio *longitudinal* o histórico. Se obtendrán estadísticas descriptivas y se realizarán los pronósticos a corto plazo por medio de la implementación de herramientas analíticas visuales.

1.4.2 Fuentes de investigación

En esta investigación se tienen tres fuentes de datos:

- El *set* de datos del repositorio datos.gob.mx (2017) de precipitaciones promedio anuales, de 1981 al 2016 de la República Mexicana con un total de 85,248 registros.
- El *set* de datos de CLICOM (2017) de precipitaciones diarias, proporcionado por el CICESE del periodo de 1921 al 2016, el cual contiene 83 archivos y un total de 1,008,449 registros, que corresponden al estado de Tabasco.
- Por último, el *set* de datos de CONAGUA (2017), su periodo comprende para el estado de Campeche de 1921 al 2015 con 63,119 registros, para Tabasco de 1921 al 2017 con 59,242 registros y Yucatán de 1942 al 2015 con 72,692 registros, con un total para el sureste de México de 195,053 registros.

1.4.3 Método para el Análisis de Datos

Para el análisis de los datos, se utilizaron los registros de las precipitaciones disponibles de acuerdo a cada set de datos. Cada uno de ellos, fue tratado según el proceso KDP.

Figura 1.4.

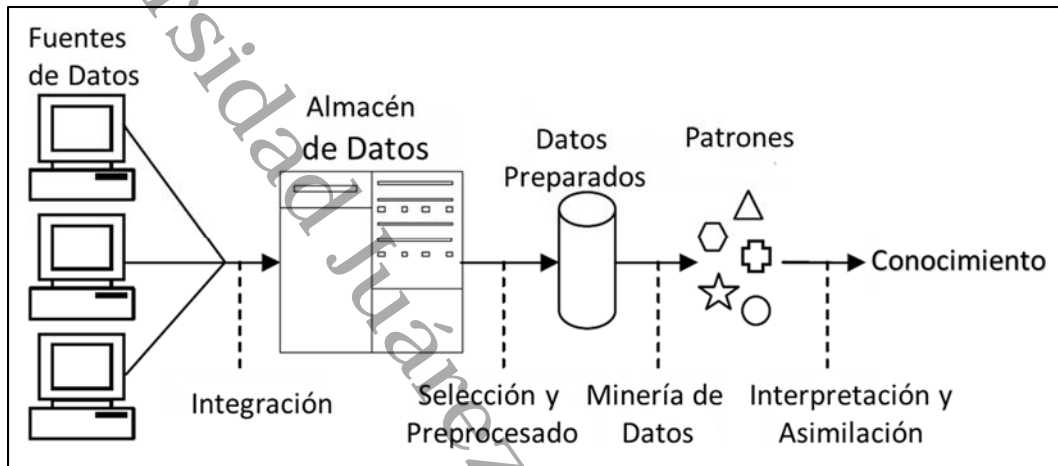


Figura 1.4 Proceso de Descubrimiento de Conocimiento, basado en Bramer (2007, p 2)

El proceso KDP comprende las siguientes etapas:

1. Integrar los datos en un solo repositorio.
2. Preprocesar los datos que incluye la selección, limpieza y estandarización de formatos de los datos.
3. Aplicar la minería de datos.
4. Interpretación y asimilación de los resultados del algoritmo de minería de datos aplicado.

1.4.4 Método para la creación del mapa interactivo

Para la creación de los mapas interactivos de cada set de datos, se utilizó el método propuesto por el grupo de investigadores de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas expuesto por Rocha (2007). Figura 1.5.

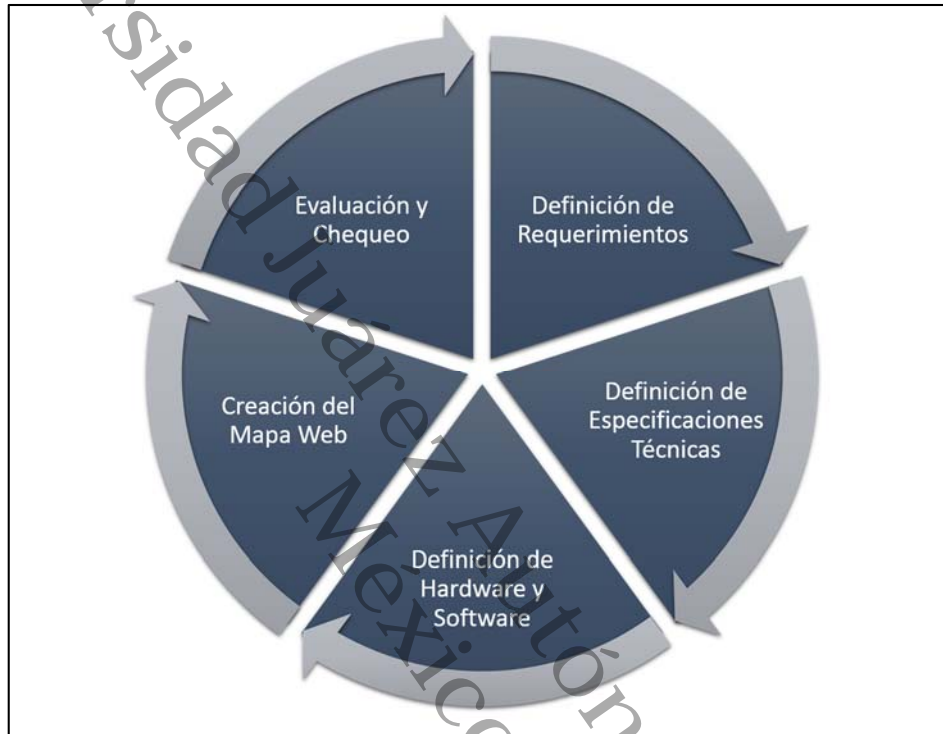


Figura 1.5 Actividades para la creación de mapas web dinámicos basado en Rocha (2007).

Capítulo 2. Marco teórico

2.1 Marco referencial

Los estudios de Big Data y minería de datos también pueden ser aplicados en otras áreas como las ciencias naturales, en este caso las precipitaciones, Maderey, Jimenez (2005) dice que “La precipitación es la fase del ciclo hidrológico que da origen a todas las corrientes superficiales y profundas debido a lo cual su evaluación y el conocimiento de su distribución, tanto en tiempo como en el espacio, son problemas básicos de hidrología”.

El estudio de las precipitaciones ha sido causa de diversos estudios en todo el mundo algunos de ellos se mencionan a continuación:

Turgay y Ercan (2005) realizaron el análisis de tendencia de precipitación en Turquía con datos de precipitación diaria del Servicio Meteorológico de ese país, por medio de métodos no paramétricos también llamado Estimado de pendiente de Sen. El resultado del análisis de tendencia fue para “Los meses de enero, febrero y septiembre afectan los resultados de las series anuales” también detectaron tendencias a la baja y alta de precipitaciones en ciertas regiones de Turquía.

En Brasil, Álvaro y Luana (2017) hicieron estudios con datos de lluvias de cinco estaciones meteorológicas del Instituto Nacional de Meteorología de 1970 al 2013 para determinar la probabilidad de ocurrencia, periodos de sequía y lluvia mensual del estado de Santa Catarina aplicando el modelo de Markov. Los resultados obtenidos fueron “que existe una variación estacional y espacial en los descriptores del modelo de Markov y también en la duración de los períodos seco y lluvioso. Estas variaciones pueden estar relacionadas con los mecanismos responsables de la formación y distribución de las lluvias en el estado, como las masas de aire y el relieve”

Por su parte Fang y Song (2016) estudiaron las precipitaciones extremas en 8 dominios chinos utilizando datos de 917 estaciones Chinas del Centro de Información Meteorológico Nacional. Los índices que utilizaron en su estudio fueron la precipitación total, precipitación extrema y el radio de las precipitaciones totales extremas, para el tratamiento de sus datos utilizaron el software "RHtests V4 basado en el algoritmo transPMFred" donde identificaron que en verano es cuando la precipitación incrementa.

En México también se han hecho investigaciones sobre los análisis de tendencias de precipitaciones como es el caso de Méndez, Návar y González (2007) que utilizaron la prueba no paramétrica de Mann-Kendall en diversas estaciones climatológicas en el periodo de 1920 al 2004, sus datos provienen de la CONAGUA de estaciones climatológicas de México, en su estudio dividieron las regiones del país de acuerdo a su clima y utilizaron el Análisis de Componentes Principales (ACP) "como herramienta para definir regiones de acuerdo con el régimen pluviométrico estacional" que concluyo en 6 áreas de estudio.

Los resultados del estudio descrito en el párrafo anterior "evidencian la existencia de condiciones climáticas inversas a las registradas en décadas pasadas; las regiones áridas, ubicadas hacia el norte de México, tienden a incrementar la precipitación en aproximadamente 2% de la Precipitación Promedio Total Anual".

Otro estudio es el que realizaron Mercado et al. (2014) delimitándolo al área de Cuautitlán Izcalli del estado de México, ellos utilizaron datos promedio anuales registrados en la estación meteorológica de la FES-C, aplicaron el Método de Distribución Normal y Frecuencia Acumulada para determinar la precipitación de los últimos años y definir la probabilidad de lluvia. Sus resultados fueron por "el método de FA un valor de 492.1 mm de precipitación anual; mientras que por el método de DN se obtuvo 515.7 mm, al 75 % de probabilidad, con una diferencia de 23.5 mm entre los dos métodos".

García-Páez y Cruz-Medina (2009) con datos de la base de datos de la CONAGUA y del SMN "compararon las intensidades de lluvias anuales por medio de un análisis de varianza paramétrico (media) y no paramétrico (mediana) con un factor de clasificación

(periodos), utilizando el programa Minitab”, otras pruebas que realizaron fue el análisis de varianza, la prueba de Kruskal-Wallis y la prueba de McNemar para la región Pacífico Norte de México de 1921 al 2004 identificando que el periodo de más lluvia es de Junio a Octubre.

Por otra parte, en esta investigación los primeros resultados fueron producto de la estadística descriptiva, Espejo, Fernández, López, Muñoz, Rodríguez, Sánchez, Valero (2006, p. 3) la definen como “un conjunto de herramientas, formado por coeficientes y técnicas, que tratan de resumir la información contenida en un conjunto de datos”.

Como menciona Gómez-Aguilar, García-Peñalvo & Therón (2014) “Las herramientas de analítica visual hacen posible obtener un modelo mental de datos complejos y nuevo conocimiento” Para ello se utilizó la herramienta de analítica visual Tableau.

En este sentido, se muestra en un mapa interactivo los datos de total, máximos, mínimos y promedio, con la finalidad de “invitar y permitir al usuario explotar interactivamente la presentación con datos filtrados y relevantes” (John & Kohli, 2013).

También se muestran los resultados que se obtuvieron de la herramienta de analítica visual sobre las líneas de tendencias, Banas (2018) la define como “revelar una relación lineal entre dos variables, 'x' y 'y' de la forma $y = mx + b$. Derivar la ecuación de la recta que vincula dos variables permite extrapolar, o predecir, cómo cambiará una variable en base a los cambios de la otra”.

Así, mismo por medio de Tableau se representaron líneas individuales de tendencia lineal para cada set de datos y estados, dado que cuando los valores tienen incrementos y decrementos de forma constante da paso a un efecto lineal. (IBM, 2018)

Como parte de los resultados también se incluyen los pronósticos, según Hyndman & Athanasopoulos (2018) “se trata de predecir el futuro con la mayor precisión posible, dada toda la información disponible, incluidos los datos históricos y el conocimiento de cualquier evento futuro que pueda afectar a los pronósticos”.

De acuerdo a R-Tutorials Training (2018), para elegir el modelo del pronóstico se definió que los *sets* de datos están basados en datos históricos por lo que son de tipo cuantitativo, al especificar los intervalos entre las observaciones de acuerdo a la disponibilidad de los datos, el *set* de datos es de tipo regular, y al tener solamente la variable de precipitación el *set* de datos es de tipo univariado.

Al tomar en cuenta lo anterior y aprovechando la disponibilidad de la herramienta del modelo de suavizado exponencial se decidió utilizarlo para obtener los resultados de los pronósticos, de acuerdo a Hyndman & Athanasopoulos (2018):

“Los pronósticos producidos utilizando métodos de suavizado exponencial son promedios ponderados de observaciones pasadas, con los pesos decayendo exponencialmente a medida que las observaciones envejecen. En otras palabras, cuanto más reciente sea la observación, mayor será el peso asociado. Este marco genera pronósticos confiables rápidamente y para una amplia gama de series de tiempo”

Para evaluar la calidad general del modelo Tableau (2018) maneja tres tipos Bien, Aceptar y Deficiente, además cuenta con las métricas calidad que se describen a continuación:

- RMSE: Error cuadrático medio
- MAE: Error absoluto de media
- MASE: Error escalado absoluto de media
- MAPE: Error porcentual absoluto medio
- AIC: Criterio de información Akaike

Para obtener más detalles consultar la bibliografía citada.

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Precipitación

El diccionario de Astronomía define la precipitación como el término con el cual se denominan las formas de agua en estado líquido o sólido que caen directamente sobre la superficie terrestre o de otro planeta. El cual, incluye los diferentes tipos de lluvia. (Precipitación, 2017)

Las precipitaciones son muy variadas en cuanto a sus características, lo que da lugar a su estudio de diferentes formas para obtener un beneficio al conocer su comportamiento.

2.2.2 Mapa

El concepto de mapa trata de un dibujo o esquema que representa una cierta franja de un territorio sobre una determinada superficie de dos dimensiones. (Mapa, 2017)

Los mapas, también se utilizan en diferentes áreas para determinar ubicaciones con coordenadas geográficas y escalas, del objeto de interés.

2.2.3 Interactivo

Por el término interactivo se designará a todo aquello que proviene o procede por interacción. Además, con el término interactivo, en la informática, se designa a aquel programa a través del cual se permite una interacción, a modo de diálogo, entre un ordenador y un usuario. (Interactivo, 2017)

2.2.4 Mapa Interactivo

Es una visualización interactiva de información geográfica que se puede utilizar para contar historias y responder a preguntas. Los mapas web se componen de capas web. (ESRI, 2016)

2.3 Marco tecnológico

2.3.1 Tableau

Es un software para el análisis de datos visual en vivo que alimenta la exploración de datos ilimitada. Los dashboards interactivos ayudan a descubrir información oculta al instante. Tableau aprovecha la capacidad natural de las personas para detectar patrones visuales rápidamente. Permite descubrir oportunidades y experimentar momentos reveladores todos los días. (Tableau, 2017).

Se conecta a los datos en instalaciones físicas o en la nube. Tanto si se trata de big data, bases de datos SQL, hojas de cálculo o aplicaciones en la nube, como Google Analytics y Salesforce. Los usuarios avanzados pueden dinamizar, dividir y administrar metadatos para optimizar las fuentes de datos.

2.3.2 QGis

Es un sistema de información geográfica libre y de código abierto que se utiliza para crear, editar, visualizar, analizar y publicar información geoespacial en plataformas Windows, Mac, Linux, BSD. (QGIS, 2017)

2.3.3 Leaflet

Es una librería de JavaScript de código abierto para la creación de mapas interactivos. Es diseñado con simplicidad y usabilidad. Trabaja con la mayoría de las plataformas móviles como QGis y R. Puede ser extendido por medio de plugins. (Leaflet, 2017)

2.3.4 R

R es un entorno de software libre para computación estadística y gráficos. Compila y se ejecuta en una amplia variedad de plataformas UNIX, Windows y MacOS. (R, 2018).

2.3.5 RStudio

Es un ambiente integrado de desarrollo para R, Incluye una consola, editor de sintaxis remarcado que soporta la ejecución directa de código, también es una herramienta de trazado, historia, depuración y gestión del espacio de trabajo. (RStudio, 2017)

2.4 Marco legal

Para el estudio se utilizaron las aplicaciones QGis, Leaflet, R y RStudio. Todas son herramientas de código abierto y poseen licencias GNU, lo cual implica que se adquieren libremente sin pagar licencias de uso y se tiene acceso al código para poder hacerle modificaciones.

Se usó Tableau para el desarrollo de las analíticas y mapas interactivos. Este software ofrece una licencia por un año para estudiantes acreditados sin costo. En caso de que los resultados de esta investigación se apliquen durante un tiempo mayor, se requerirá adquirir la licencia comercial, la cual en la versión Tableau Desktop Personal tiene un costo de 35 dólares mensuales que es facturado anualmente, en pesos mexicanos, este costo puede variar según el tipo de cambio.

Capítulo 3. Aplicación de la metodología y desarrollo

3.1 Datos del Sitio Oficial de Datos Abiertos del Gobierno Mexicano

3.1.1 Características Generales

El set de datos datos.gob.mx (2017) se obtuvo del portal web con datos de precipitación por estación de 1981 al 2016 de los 32 estados de la República Mexicana y presentó las siguientes características:

- Datos faltantes con respecto a las coordenadas de las estaciones.
- Su frecuencia es anual con valores de promedios anuales.
- No presenta evaluaciones de calidad en la recolección de los datos.

3.1.2 Características Técnicas

El set de datos contiene 37 archivos de texto, con un total de 85,248 registros. El paquete de datos también incluye los siguientes tipos de archivos: prj, .sbn, .shp, .dbf, .shx, .xml.

La descripción de los datos originales, se presenta en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Descripción del set de datos original de datos.gob.mx (2017)

Atributo	Descripción
AÑO	Año del dato de precipitación promedio anual por estación.
ESTADO	Nombre del estado al que se refiere el dato de precipitación.

Tabla 3.1 (Continuación)

Atributo	Descripción
CLAVE	Clave de la estación meteorológica
ESTACIÓN	Nombre completo de la estación meteorológica
LATITUD	Coordenada geográfica de latitud en grados decimales
LONGITUD	Coordenada geográfica de longitud en grados decimales
DATO	Precipitación promedio anual por estación

3.1.3 Integración, Selección y Preprocesado

Para la creación del set de datos útil se eligieron los archivos de texto de los estados de Campeche, Tabasco y Yucatán.

Posteriormente, como parte del proceso tomando en cuenta la herramienta de analítica visual que se utilizó, los 37 archivos de texto se integraron en uno sólo y fueron filtrados para los estados de Campeche, Tabasco y Yucatán, como se muestra en la Figura 3.1.

# Precipitacio... Año	Cálculo Fecha	Precipitaciones... Estado	# Precipitaciones... Clave	Abc Precipitaciones-CSV Estacion	Precipitacion... Latitud	Precipitaciones-CSV Longitud	# Precipitaciones-CSV Precipitacion	Cálculo Estado Mapa
1981	01/01/1981	CAMPECHE	4,001	BOLONCHEN	20.00361	-89.74750	952.10	CAMPECHE
1981	01/01/1981	CAMPECHE	4,006	CAYO ARENAS	22.11528	-91.39861	52.50	CAMPECHE
1981	01/01/1981	CAMPECHE	4,008	CHAMPOTON (SMN)	19.35000	-90.71667	1,364.00	CAMPECHE
1981	01/01/1981	CAMPECHE	4,009	DZIBALCHEN	19.45917	-89.73806	10.30	CAMPECHE
1981	01/01/1981	CAMPECHE	4,011	HECELCHAKAN (DGE)	20.18333	-90.13333	1,338.50	CAMPECHE
1981	01/01/1981	CAMPECHE	4,014	ISLA ARENAS	20.69028	-90.45250	1,037.80	CAMPECHE
1981	01/01/1981	CAMPECHE	4,015	ISLA AGUADA	18.78222	-91.49444	1,526.60	CAMPECHE
1981	01/01/1981	CAMPECHE	4,017	ITURBIDE	19.57833	-89.60056	707.00	CAMPECHE
1981	01/01/1981	CAMPECHE	4,020	MIGUEL HIDALGO	17.98333	-90.83333	1,637.90	CAMPECHE
1981	01/01/1981	CAMPECHE	4,021	MONCLOVA	18.05667	-90.82056	1,968.40	CAMPECHE
1981	01/01/1981	CAMPECHE	4,023	NILCHI	19.84500	-90.27000	1,099.90	CAMPECHE

Figura 3.1 Almacén de datos resultante del set de datos datos.gob.mx (2017)

Cabe señalar que la herramienta permitió el manejo de la fuente de los datos y se creó la columna Fecha con el formato dd/mm/aaaa para tener la secuencia de los datos,

además se configuraron las columnas Latitud y Longitud de tipo rol geográfico, y se creó una columna adicional, denominada Estado Mapa, para agrupar los resultados en el mapa.

3.1.4 Set de datos final de CONAGUA

El set de datos resultante es el que se describe en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2 Descripción del set de datos final de datos.gob.mx (2017)

Atributo	Descripción
AÑO	Año del dato de precipitación promedio anual por estación.
FECHA	Fecha completa de los datos con formato dd/mm/aaaa
ESTADO	Nombre del estado al que se refiere el dato de precipitación.
CLAVE	Clave de la estación meteorológica
ESTACIÓN	Nombre completo de la estación meteorológica
LATITUD	Coordenada geográfica de latitud en grados decimales
LONGITUD	Coordenada geográfica de longitud en grados decimales
PRECIPITACION	Precipitación promedio anual por estación
ESTADO MAPA	Columna para agrupación de los datos en la configuración del mapa interactivo

En efecto después de la selección e integración de los datos se tienen un total de 4,293 registros de los cuales Campeche tiene un total de 1,451, Tabasco presenta 1,410 y Yucatán 1,468. Ver Figura 3.2.

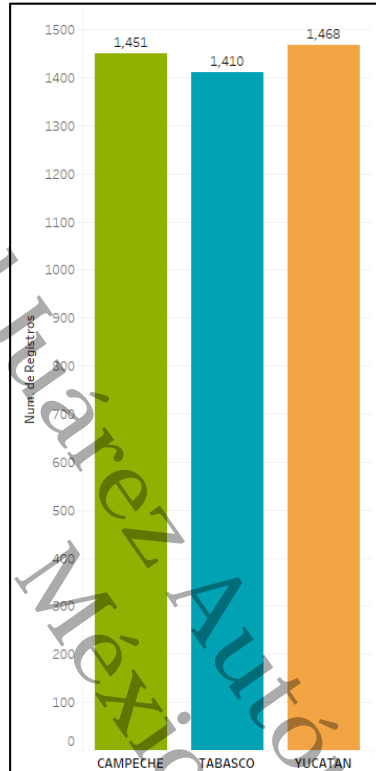


Figura 3.2 Número de registros por estado del set de datos datos.gov.mx (2017)

3.2 Datos de CLICOM

3.2.1 Características Generales

El set de datos CLICOM (2017), es un set de datos de prueba con datos de las estaciones meteorológicas del estado de Tabasco de 1921 al 2016.

- Las coordenadas geográficas de las estaciones no están en coordenadas decimales por lo que se necesitó la conversión de las mismas.
- Los registros no presentan calidad de los datos.

- Su frecuencia es diaria.
- Para la obtención de los datos fue necesario realizar las descargas del portal por cada una de las estaciones, se tuvo el inconveniente de la interrupción constante por parte del servidor del repositorio para terminar las descargas, sin embargo, se logró completar los datos diarios para las estaciones del estado de Tabasco y con ello obtener un set de datos de prueba.

3.2.2 Características Técnicas

En este set de datos se descargaron un total de 83 archivos de Excel, su total de registros fue de 1,088,449 que incluyó datos anómalos y faltantes. En la tabla 3.3 se presenta la descripción del set de datos original.

Tabla 3.3 Descripción del set de datos original de CLICOM (2017)

Atributo	Descripción
Id	Clave que identifica a la estación meteorológica
Estación	Nombre de la estación meteorológica
Posición	Latitud y Longitud que corresponden a la estación meteorológica
Variable	Identificador del dato en este caso precipitación.
Fecha Inicial	Fecha en que empezó a operar la estación meteorológica
Fecha Final	Fecha en que dejó de operar la estación meteorológica
No Dato	Identificador de la base de datos
Mes	Mes correspondiente a la fecha del dato de precipitación
Día	Día correspondiente a la fecha del dato de precipitación
Año	Año correspondiente a la fecha del dato de precipitación
Datos	Dato de precipitación en mm

Nota. Recuperado de Salvador-González, Canul-Reich & Corona-Ferreira (2018).

3.2.3 Integración, Selección y Preprocesado

Para llevar a cabo la integración de los archivos de las estaciones del estado de Tabasco se creó una macro de Excel, donde se ordenaron los 69 archivos de textos para tener como resultado datos de forma lineal, después se importaron a una base de datos estructurada de SQL.

En SQL se realizó la limpieza de datos faltantes y anómalos como son los caracteres Ñ³, Ñ-, N y W.

Posteriormente mediante la herramienta de analítica visual se realizó la conexión a la base de datos de CLICOM previamente creada para la exploración de los datos.

En la Figura 3.3 se muestra el número de registros por año de este set de datos, donde se aprecia una variación de menos a más registros según el incremento de los años, con una caída significativa en el año 2016.

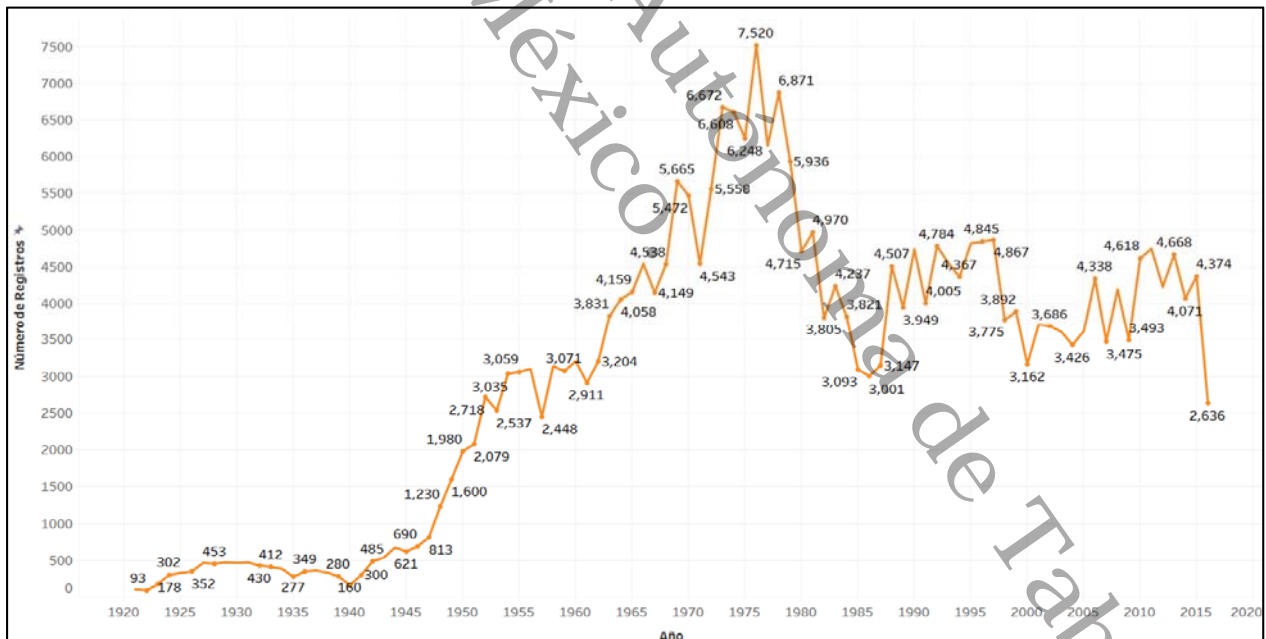


Figura 3.3 Número de registros anuales del Estado de Tabasco del set de datos CLICOM (2017).

3.2.4 Set de datos final de CLICOM

Al término del proceso se obtuvieron un total de 292,565 registros para el estado de Tabasco. La Tabla 3.4 muestra la descripción de los atributos del set de datos después del proceso de limpieza. (Salvador-González, Canul-Reich & Corona-Ferreira, 2018).

Tabla 3.4 Descripción de set de datos final de CLICOM (2017)

Atributo	Descripción
Id	Clave que identifica a la estación meteorológica
Estacion	Nombre de la estación meteorológica
Posicion	Latitud y Longitud que corresponden a la estación meteorológica
Latitud	Latitud que corresponden a la estación meteorológica
Longitud	Longitud que corresponden a la estación meteorológica
Variable	Identificador del dato en este caso precipitación.
Fecha Inicial	Fecha en que empezó a operar la estación meteorológica
Fecha Final	Fecha en que dejó de operar la estación meteorológica
No Dato	Identificador de la base de datos
Mes	Mes correspondiente a la fecha del dato de precipitación
Dia	Día correspondiente a la fecha del dato de precipitación
Anio	Año correspondiente a la fecha del dato de precipitación
Datos	Dato de precipitación en mm

Nota. Recuperado de Salvador-González, Canul-Reich & Corona-Ferreira (2018).

3.3 Datos de CONAGUA

3.3.1 Características Generales

Las características generales que presenta el set de datos de CONAGUA son las siguientes:

- Los datos de este repositorio no están disponibles en un portal web, aunque si son datos libres, fue necesario hacer la solicitud correspondiente mediante oficio a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y cumplir con el proceso de espera de aprobación, para la obtención de los mismos.
- También, fue necesario realizar la conversión de las coordenadas geográficas de las estaciones a coordenadas decimales.
- Su frecuencia fue de promedios mensuales por cada estación de la República Mexicana.
- La disponibilidad de los datos para cada estado no fue la misma, por ello, se delimitó el periodo de estudio a 14 años de las estaciones de los tres estados.

3.3.2 Características Técnicas

El set de datos de CONAGUA, contiene 32 archivos de texto. Con un total de 4,478,400 registros para todo el set de datos, con un total de 28 columnas.

La descripción del set de datos original se muestra en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5 Descripción del set de datos original de CONAGUA (2017)

Dato	Descripción
DATASET-ID	Identificador único del dataset
Station-ID	Identificador único de cada estación meteorológica
ELEMENT-CODE	Identificador del tipo de variable que hace referencia al campo Value

Tabla 3.5 (Continuación)

Dato	Descripción
YEAR	Año al que corresponde el Value
VALUE	Valor de la variable que se indica en Element-Code, corresponde un dato por mes y por columna que va del VALUE-1 al VALUE-12
FLAG1	Bandera que indica la calidad del dato, corresponde a una columna por mes que va desde FLAG1-1 a FLAG1-12

En cada archivo se pueden encontrar 30 diferentes tipos de elementos de información correspondientes a la columna ELEMENT-CODE los cuales se mencionan en la Tabla 3.6

Tabla 3.6 Descripción de los tipos de elementos de cada archivo de texto del set de CONAGUA (2017)

Elemento	Nombre
201	TEMP MAXIMA PROM °C
202	TEMP MINIMA PROM °C
203	TEMP MEDIA MES °C
204	TEMP MAXIMA EXT. °C
205	FECHA T. EXT MAX
206	Temp Mínima Ext. °C
207	Fecha T. Ext Min
208	Lluvia Total Mes mm
209	Nieve, Total Mes mm

Tabla 3.6 (Continuación)

Elemento	Nombre
210	Lluvia Max 24 H. mm
211	Fecha Lluv Max 24 H.
214	Evaporación Mes. mm
229	Días C/ Lluvia
230	Días C/ Tormen.
231	Días C/ Granizo
232	Días C/ Niebla
233	Días C/ Polvo
234	Días C/ Humo
235	Días C/ Nieve
240	Días C/ Temp < -10°C
241	Días C/ Temp < -5°C
242	Días C/ Temp < 0°C
243	Días C/ Temp > 30°C
244	Días C/ Temp > 35°C
245	Días C/ Temp > 40°C
246	Días C/ Lluvia Aprec
247	Días C/ Precip > 5 mm
248	Días C/ Precip > 10 mm
263	Evap. Max 24 H. mm
264	Fecha Evap Max 24 H.

Nota. Recuperado de CONAGUA (2017)

Además, CONAGUA (2017) incluye la descripción para las banderas de cada dato, con esto se especifica un control de calidad en la obtención del dato de precipitación. La Tabla 3.7 describe el significado de cada bandera.

Tabla 3.7 Descripción del significado de las banderas de los datos de CONAGUA (2017)

Bandera	Significado
M	Missing, valor no existente; siempre irá acompañado de un valor -99999
D	Dudoso, no confirmado en registro en papel.
J	Dudoso, confirmado en registro en papel.
T	Lluvia inapreciable, siempre irá acompañado de un valor 0
E	Valor estimado
C	Temperatura corregida ó intercambio entre temperatura mínima y máxima no revisado en expediente
H	Temperatura verificada en expediente
O	Intercambio entre temperatura ambiente y mínima no revisado en expediente
P	Intercambio entre temperatura ambiente y máxima no revisado en expediente
Q	Intercambio entre las tres temperaturas no revisado en expediente
R	Intercambio entre temperatura ambiente y mínima revisado en expediente
S	Intercambio entre temperatura ambiente y máxima revisado en expediente
V	Intercambio entre las tres temperaturas revisado en expediente
A	Precipitación revisada y corregida en expediente
B	Precipitación comparada con estaciones vecinas no revisado en expediente
G	Valor generado

Tabla 3.7 (Continuación)

Bandera	Significado
I	Temperaturas corregidas mediante otros métodos diferentes a la revisión en expediente (diarios)
I	Resultado estimado a partir de un período incompleto (solo para mensuales)
*	Valor que se repite más de una vez (solo para mensuales)

Nota. Recuperado de CONAGUA (2017)

3.3.3 Integración, Selección y Preprocesado

De acuerdo con el objetivo de esta investigación se seleccionaron los archivos de texto correspondientes a los estados de Campeche, Tabasco y Yucatán, donde el elemento sea igual a 208, con base en la tabla 3.6, este número representa la Lluvia Total Mes mm.

Además, por medio de una macro de excel se procesaron los datos para los estados de Campeche, Tabasco y Yucatan, para tener un registro por cada valor mensual. Por ello, la estructura del set de datos cambio a seis columnas que se describen en la Tabla. 3.8

Tabla 3.8 Descripción de los datos después de la selección del set de datos de CONAGUA (2017).

Dato	Descripción
DATASET-ID	Identificador único del dataset
Station-ID	Identificador único de cada estación meteorológica
ELEMENT-CODE	Identificador del tipo de variable que hace referencia al campo Value
YEAR	Año al que corresponde el Value
VALUE-1	Valor de la variable que se indica en Element-Code, corresponde un dato promedio por mes.
FLAG1-1	Bandera que indica la calidad del dato, corresponde un dato por mes.

Es así, como quedaron para la región Sureste un total de 159,053 registros, el desglose por estado para Campeche es de 63,119 de 1921 al 2015, Tabasco de 59,242 en el periodo de 1921 al 2017 y Yucatán de 72,692 en el periodo de 1942 al 2015.

Para ajustar el periodo de los datos se seleccionó el periodo de 2002 al 2014 donde se encontró la menor cantidad de datos faltantes y además se hizo la selección de estaciones que contaron con un menor periodo de interrupción de datos.

Un ejemplo sobre la interrupción de datos es la estación 27051 que presenta datos de precipitación continuos del año de 1970 a 1983, sin embargo, para el periodo de 1984 a 1998, en 14 años no tiene datos y después vuelve a tener datos en el periodo de 1999 al 2016, para esta investigación, se integró un set de datos con estaciones que tuvieran datos continuos en el periodo del 2002 al 2014 para los estados de Tabasco, Campeche y Yucatán y donde se tuvieran al menos 7 meses de los 12 que corresponden al año.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

La Figura 3.4 muestra las estaciones y el conteo de los datos que se tienen al año donde el número al lado del círculo por ejemplo el 12 indica que para ese año se tienen los valores de los 12 meses que comprenden 1 año.

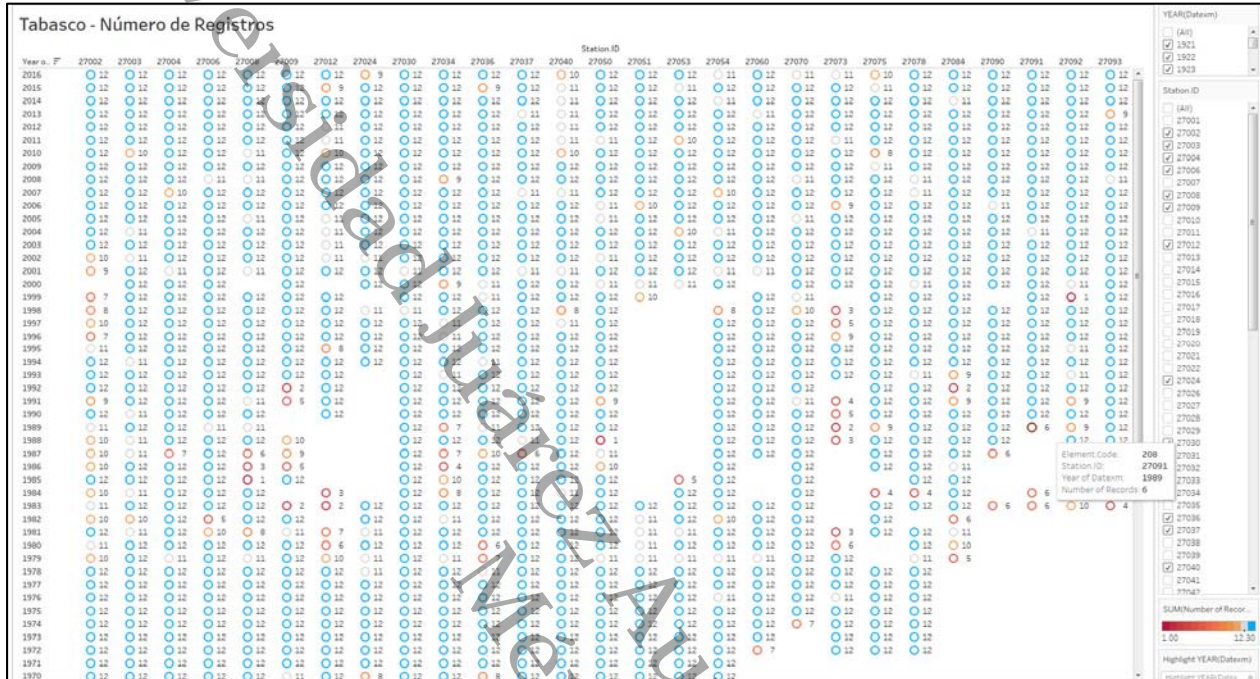


Figura 3.4 Ejemplo de una tabla de datos que se utilizó para la selección de estaciones y el periodo del set de datos.

A continuación, se presentan el número de registros por estado de acuerdo con su bandera, para estos datos la bandera I se refiere a un Resultado estimado a partir de un período incompleto (solo para mensuales que en este caso es nuestro objeto de estudio), M indica valor no existente, siempre va acompañado de un valor -99999 y NA que indica dato sin bandera, en la Figura 3.5.

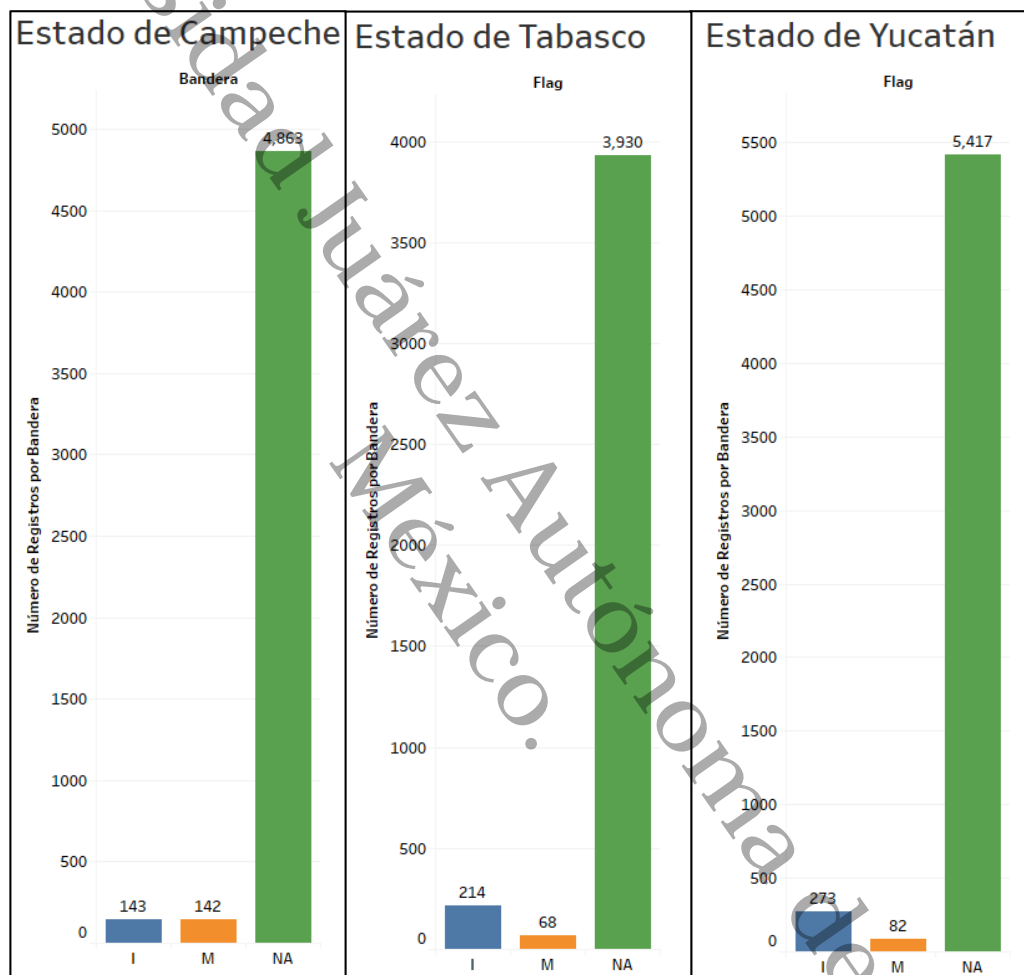


Figura 3.5 Número de registros por estado después de la selección y preprocesado de los datos de CONAGUA (2017) agrupados por su bandera.

Para el tratamiento de los datos con bandera M, el primer paso fue reemplazar los datos que tenían el valor -99999 por NA. Los valores negativos son datos anómalos que corrompen el set de datos y genera que los resultados no sean confiables; por ello, para la importación y adecuación de los archivos en R se utilizaron los paquetes readr (Wickham, Hester, & Francois, 2017) y dplyr (Wickham, François, Henry, Müller, 2018).

La verificación de la estructura del set de datos permite conocer los tipos de datos y variables del conjunto de datos, en el lenguaje R se utilizó la función str para dicho efecto.

La Figura 3.6 muestra las columnas con sus tipos de datos del set de datos principal mediante el uso de la función str del lenguaje R.

```
> str(dsprecip)
Classes 'data.table' and 'data.frame': 15132 obs. of 9 variables:
 $ FECHA      : chr  "2002-1" "2002-2" "2002-3" "2002-4" ...
 $ GRUPO     : num  4e+09 4e+09 4e+09 4e+09 4e+09 ...
 $ IDMES     : int   1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ...
 $ IDESTADO  : int   4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 ...
 $ CODIGO    : int  208 208 208 208 208 208 208 208 208 ...
 $ CUATRIMESTRE: int  1 1 1 2 2 2 3 3 3 4 ...
 $ ESTACION  : int  4001 4001 4001 4001 4001 4001 4001 4001 4001 ...
 $ ANIO      : int  2002 2002 2002 2002 2002 2002 2002 2002 2002 ...
 $ VALOR     : num  4.5 112 1 3.9 134 ...
- attr(*, "spec")=List of 2
 ..$ cols :List of 9
 .. ..$ FECHA      : list()
 .. .. ..- attr(*, "class")= chr  "collector_character" "collector"
 .. ..$ GRUPO     : list()
 .. .. ..- attr(*, "class")= chr  "collector_double" "collector"
 .. ..$ IDMES     : list()
 .. .. ..- attr(*, "class")= chr  "collector_integer" "collector"
 .. ..$ IDESTADO  : list()
 .. .. ..- attr(*, "class")= chr  "collector_integer" "collector"
 .. ..$ CODIGO    : list()
 .. .. ..- attr(*, "class")= chr  "collector_integer" "collector"
 .. ..$ CUATRIMESTRE: list()
 .. .. ..- attr(*, "class")= chr  "collector_integer" "collector"
 .. ..$ ESTACION  : list()
 .. .. ..- attr(*, "class")= chr  "collector_integer" "collector"
 .. ..$ ANIO      : list()
 .. .. ..- attr(*, "class")= chr  "collector_integer" "collector"
 .. ..$ VALOR     : list()
 .. .. ..- attr(*, "class")= chr  "collector_double" "collector"
 ..$ default: list()
 .. ..- attr(*, "class")= chr  "collector_guess" "collector"
 ..- attr(*, "class")= chr  "col_spec"
- attr(*, ".internal.selfref")=<externalptr>
```

Figura 3.6 Verificación de la estructura del set de datos en R

Además, mediante la función str se comprobó que los datos estén correctamente agregados. En la Figura 3.7 Se muestran a las primeras y últimas filas de los datos cargados en R.

```
> dsprecip
   FECHA      GRUPO IDMES IDESTADO CODIGO CUATRIMESTRE ESTACION ANIO VALOR
1: 2002-1 4001200210     1     4     208           1     4001 2002  4.5
2: 2002-2 4001200210     2     4     208           1     4001 2002 112.0
3: 2002-3 4001200210     3     4     208           1     4001 2002   1.0
4: 2002-4 4001200220     4     4     208           2     4001 2002   3.9
5: 2002-5 4001200220     5     4     208           2     4001 2002 134.0
---
15128: 2014-8 3111420143     8    31     208           3    31114 2014 105.6
15129: 2014-9 3111420143     9    31     208           3    31114 2014 215.3
15130: 2014-10 3111420144    10    31     208           4    31114 2014 114.2
15131: 2014-11 3111420144    11    31     208           4    31114 2014   0.0
15132: 2014-12 3111420144    12    31     208           4    31114 2014   0.0
```

Figura 3.7 Datos correctos después de la importación.

Lo siguiente fue crear grupos que están compuestos por año, trimestre y estación de los registros, para sacar su promedio trimestral e imputar con ese valor los datos faltantes por grupos, con ello se completa el *set* de datos y se reduce el sesgo de error en los resultados.

Para su realización se utilizó el paquete *data.table* (Dowle & Srinivasan, 2018) como se muestra en la Figura 3.8.

```
48 ##Imputación de valores faltantes por trimestres de acuerdo a su media
49 library(data.table)
50 setDT(dsprecip)[ , VALOR := ifelse( is.na(VALOR), mean(VALOR, na.rm=F), VALOR), by = GRUPO]
51
```

Figura 3.8 Imputación de valores faltantes por el grupo de acuerdo con su media.

Aún después de aplicar la media a 432 registros, quedaron 292 registros con datos faltantes que corresponden a periodos trimestrales completos sin dato. En la Figura 3.9 se muestra el resultado en R.

```
> colSums(is.na(dsprecip))
FECHA GRUPO IDMES IDESTADO CODIGO CUATRIMESTRE ESTACION ANIO VALOR
0 0 0 0 0 0 0 0 292
```

Figura 3.9 Resultado de datos faltantes en R.

La imputación de estos registros se llevó a cabo mediante el valor promedio de su trimestre homólogo, descartando para Tabasco el año 2017 por tener los datos más altos.

Al tener el *set* de datos sin valores faltantes y sin valores anómalos, se utilizó la librería *zoo* (Zeileis & Grothendieck, 2005) de R y el paquete *read.zoo* para crear las series de tiempo por estado, estación, año y mes como lo muestra la Figura 3.10.

```
# index y split con zoo
library(zoo)

p4zoo <- read.zoo(precip4, sep = ",", header = TRUE, index = "FECHA", split = "ESTACION", FUN = as.yearmon)
p27zoo <- read.zoo(precip27, sep = ",", header = TRUE, index = "FECHA", split = "ESTACION", FUN = as.yearmon)
p31zoo <- read.zoo(precip31, sep = ",", header = TRUE, index = "FECHA", split = "ESTACION", FUN = as.yearmon)
```

Figura 3.10 Convertir datos a una serie de tiempo de R.

La Figura 3.11, En el lenguaje r se utilizó la función head para mostrar el encabezado de la serie de tiempo de tipo zoo.

```
> head(p4zoo)
      4001 4004 4012 4013 4014 4015 4017 4021 4023 4024 4028 4029 4038 4041 4043 4057 4058 4059 4061 4063 4064
ene 2002  4.5 73.5 22.0  0.0 20.15  6.5 11.4 72.0  20 116.6  5.0 85.50 83.8  7.6 10.1 69.0 36.4 30.0 20.0 16.0 69
feb 2002 112.0 153.9 149.5 54.1 38.80 65.0 103.9 48.3  54 371.6 120.2 69.00 58.1 48.9 51.5 115.5 100.7 56.5 50.0 102.5 60
mar 2002  1.0 31.4  0.0  0.6  1.50 28.5 13.1 25.0  0  4.3  2.0  7.50 12.3  8.7  2.0 16.0  0.0  0.0 23.0  2.0  8
abr 2002  3.9  0.0  0.0 13.4  0.00  0.0 36.5  0.0  0  2.0  0.0 109.75  0.0  0.0  3.5 11.4 48.8  0.0  0.0 43.8 10
may 2002 134.0 122.8 109.0 115.8 17.50  7.0 97.1 56.0 160 60.6  6.0 30.50 53.6 56.0 93.0 32.0 131.3 137.0 119.5 154.5 26
jun 2002 103.0 194.2 187.0 111.2 123.60 232.5 199.4 79.1  96 299.4 91.8 189.00 43.8 101.3 129.3 131.0 148.0 76.0 185.0 62.5 138
```

Figura 3.11 Ejemplo de datos de una serie de tiempo.

Nuevamente se verificó la estructura de los datos puesto que se convirtió en una serie de tiempo de tipo zoo por estado.

La Figura 3.12 muestra que los sets de datos son una serie de tiempo zoo, donde los periodos son del 2002 al 2014 para cada estado.

```
> str(p4zoo)
'zoo' series from ene 2002 to dic 2014
Data: num [1:156, 1:33] 4.5 112 1 3.9 134 ...
- attr(*, "dimnames")=List of 2
..$ : NULL
..$ : chr [1:33] "4001" "4004" "4012" "4013" ...
Index: 'yearmon' num [1:156] ene 2002 feb 2002 mar 2002 abr 2002 ...
> str(p27zoo)
'zoo' series from ene 2002 to dic 2014
Data: num [1:156, 1:27] 199.4 309.1 32.9 18 18 ...
- attr(*, "dimnames")=List of 2
..$ : NULL
..$ : chr [1:27] "27002" "27003" "27004" "27006" ...
Index: 'yearmon' num [1:156] ene 2002 feb 2002 mar 2002 abr 2002 ...
> str(p31zoo)
'zoo' series from ene 2002 to dic 2014
Data: num [1:156, 1:37] 24 122 2 0 162 ...
- attr(*, "dimnames")=List of 2
..$ : NULL
..$ : chr [1:37] "31001" "31003" "31005" "31007" ...
Index: 'yearmon' num [1:156] ene 2002 feb 2002 mar 2002 abr 2002 ...
```

Figura 3.12 Series de tiempo por estado del 2002 al 2014.

Por otra parte, para obtener las coordenadas geográficas desde la herramienta de analítica visual se hizo una intersección con el archivo catálogo completo de Excel, por medio del campo Clave - Estación para identificar la estación y relacionarla con su latitud y longitud, además fue necesario realizar la conversión de coordenadas geográficas a coordenadas decimales para dichas columnas de rol geográfico.

3.3.4 Set de datos final de CONAGUA

El set de datos resultante es el que se describe en la Tabla 3.9.

Tabla 3.9 Descripción del set de datos final de CONAGUA (2017).

Dato	Descripción
FECHA	Fecha con formato aaaa/mm
GRUPO	Identificador único por grupos de estación, fecha y cuatrimestre.
IDMES	Identificador del mes
IDESTADO	Identificador del estado
CODIGO	Valor de la variable que se indica en Element-Code, corresponde un dato por día.
CUATRIMESTRE	Cuatrimestre al que corresponde el valor.
ESTACION	Clave de la estación meteorológica.
ANIO	Año del valor.
VALOR	Valor de precipitación promedio mensual
Latitud	Latitud de la estación en coordenada decimal
Longitud	Longitud de la estación en coordenada decimal

Después de limitar el periodo para los datos de los tres estados del 2002 al 2014 quedaron un total de 15,132 registros para el Sureste de la República Mexicana, el desglose por estado es para Campeche de 5,148, Tabasco 4,212 y Yucatán 5,772 como lo muestra la Figura 3.13.

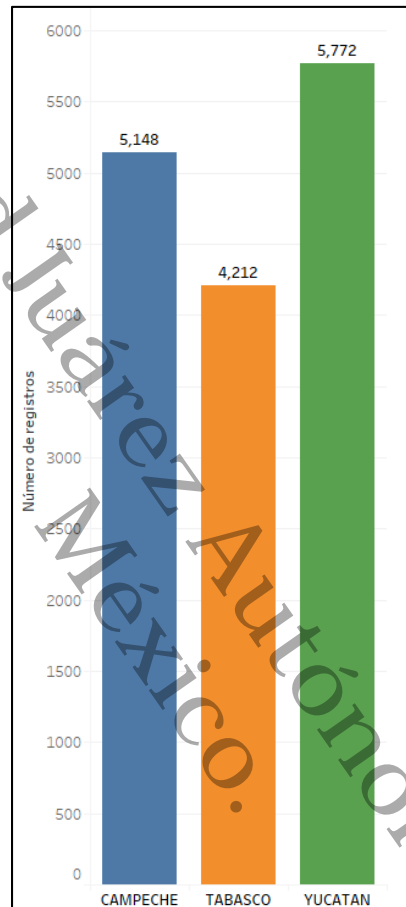


Figura 3.13 Número de registros por estado después de la selección y preprocesado de los datos de CONAGUA (2017).

3.4 Mapa Interactivo

3.4.1 Definición de Requerimientos

Las características planteadas en el desarrollo de los mapas son:

- Comprender los estados de Campeche, Tabasco y Yucatán de la República Mexicana.
- Tener la división política estatal de cada estado.
- Identificar cada estado con colores distintos.
- Mostrar los resultados de los datos con colores distintos para cada estado en el mapa.
- Incluir etiquetas y leyendas de color.
- Permitir la interactividad con el usuario final mediante ventanas emergentes que de información adicional de ubicación y de los resultados de los datos que se presenten en el mapa.

3.4.2 Definición de Especificaciones Técnicas

Respecto a las especificaciones técnicas para la creación de los mapas se tomaron en cuenta las siguientes:

- Los datos están en archivos de texto o de Excel.
- Las imágenes de los mapas son de tipo PNG.
- La identificación de las coordenadas es por latitud y longitud en decimales.

3.4.3 Definición de Hardware y Software

El hardware y software empleado en el desarrollo de los mapas se utilizó un equipo de cómputo con procesador Intel Core i7 3632QM, CPU de 2.20 GHz, memoria de 8Gb, sistema operativo de 64 bits.

Para la creación de los mapas se utilizó Tableau Ver. 10.5, los mapas en segundo plano son de OpenStreetMap.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Capítulo 4. Resultados

Una vez concluida la obtención de los datos y después de tener una fuente de datos integra, se procedió a la aplicación de las técnicas estadísticas y modelos de pronósticos en Tableau Desktop para la obtención de los siguientes resultados, para cada *set* de datos se dividen sus resultados en estadística descriptiva donde se utilizan mapas interactivos con la finalidad de aprovechar las coordenadas geográficas que contienen los *set* de datos y la aplicación de dichas coordenadas en la herramienta de analítica visual.

En este capítulo, también se muestran resultados de tendencias y pronóstico, cabe señalar que para el *set* de datos de CONAGUA (2017), se utilizó el lenguaje R en el preprocesamiento de sus datos.

4.1 Datos del Sitio Oficial de Datos Abiertos del Gobierno Mexicano

Los resultados para el *set* de datos de datos.gob.mx (2017) son del periodo de 1981 al 2016, para los estados de Campeche, Tabasco y Yucatán, de frecuencia anual.

4.1.1 Estadística Descriptiva

Se creó un mapa para consultar los datos de precipitación por estación de cada estado, en la ventana emergente muestra el nombre de la estación, estado, latitud, longitud, máxima y mínima de precipitación. Ver Figura 4.1.

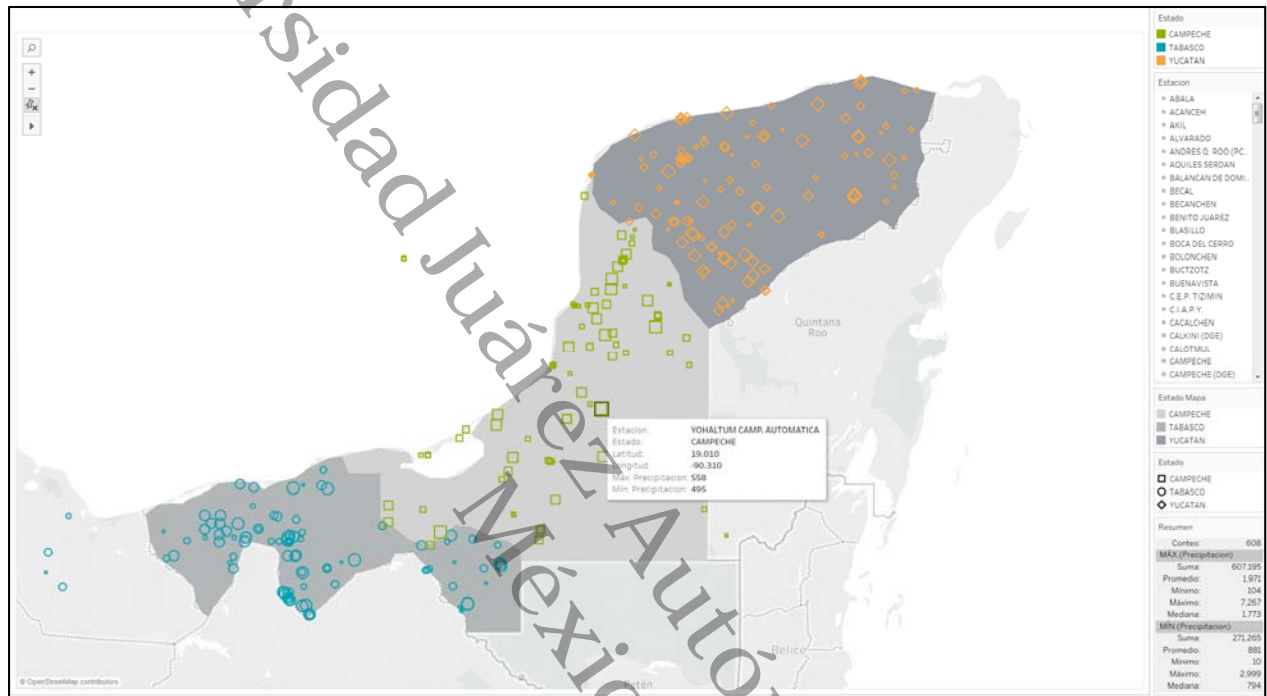


Figura 4.1 Mapa por estaciones del set de datos datos.gob.mx

En la Figura 4.2 se representa el mapa promedio anual de precipitación por estados, para el estado de Tabasco es de 2,091, para Campeche es de 1,249 y Yucatán de 1,056.

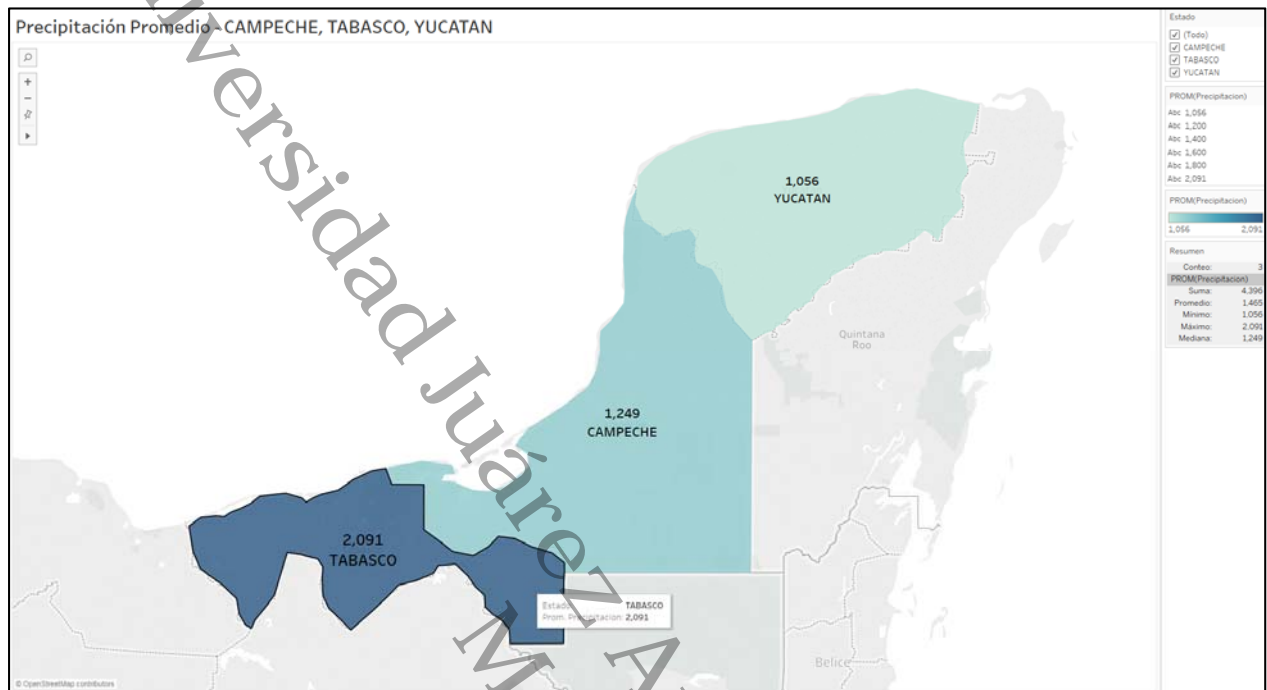


Figura 4.2 Mapa de precipitación promedio anual por estados de datos.gob.mx

4.1.2 Tendencia

La Figura 4.3 gráfica muestra el comportamiento de todos los datos del periodo con su línea de tendencia:

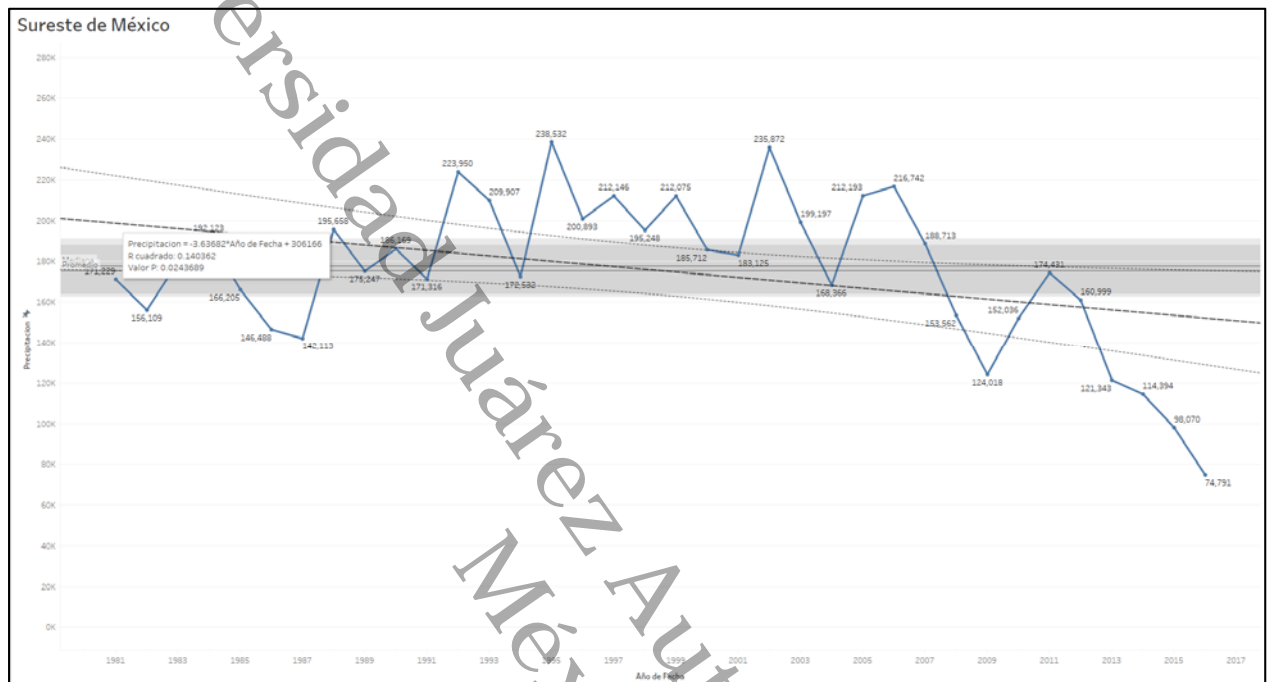


Figura 4.3 Tendencia de datos.gob.mx

Para todo el set de datos en base a los datos Tableau calculó un modelo de tendencia lineal para suma de Precipitación dado Fecha Año. La descripción de la línea de tendencia es:

- Valor P: 0.0243689
- Ecuación: $\text{Precipitación} = -3.63682 \cdot \text{Año de Fecha} + 306166$

Los coeficientes de la línea de tendencia se muestran en la tabla 4.1:

Tabla 4.1 Coeficientes de la línea de tendencia de todos los datos de datos.gov.mx

Término	Valor	StdErr	Valor t	Valor p
Año de Fecha	-3.63682	1.54353	-2.35617	0.0243689
Intercepto	306166	55842	5.48272	< 0.0001

Se determinó la línea de tendencia por estados a continuación la Figura 4.4. muestra la tendencia del estado de Campeche.

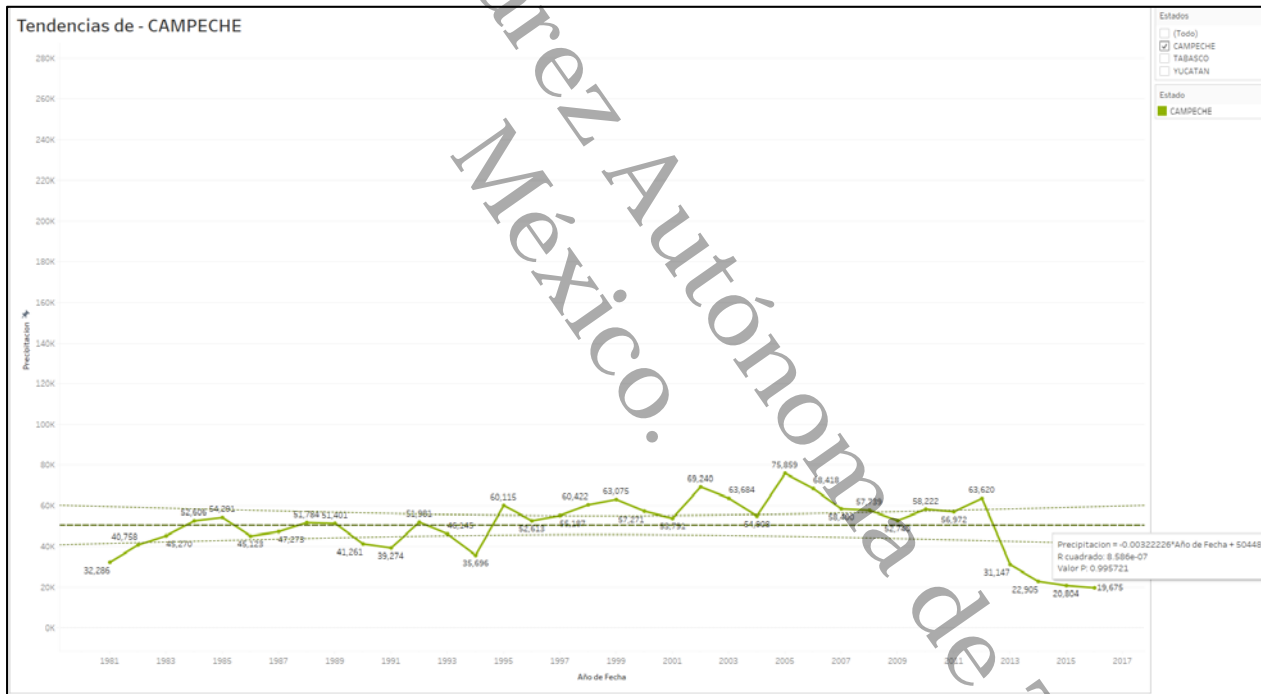


Figura 4.4 Tendencia de Campeche de datos.gov.mx

Para Campeche la descripción de la línea de tendencia es:

- Valor P: 0.995721
- Ecuación: Precipitación = 0.00322226 * Año de Fecha + 50448

Los coeficientes se muestran en la tabla 4.2:

Tabla 4.2 Coeficientes de línea de tendencia de Campeche de datos.gob.mx

Término	Valor	StdErr	Valor t	Valor p
Año de Fecha	-0.0032223	0.596382	-0.005403	0.995721
intercepto	50448	21575.9	2.33816	0.025399

Por su parte la tendencia para Tabasco se muestra en la Figura 4.5.

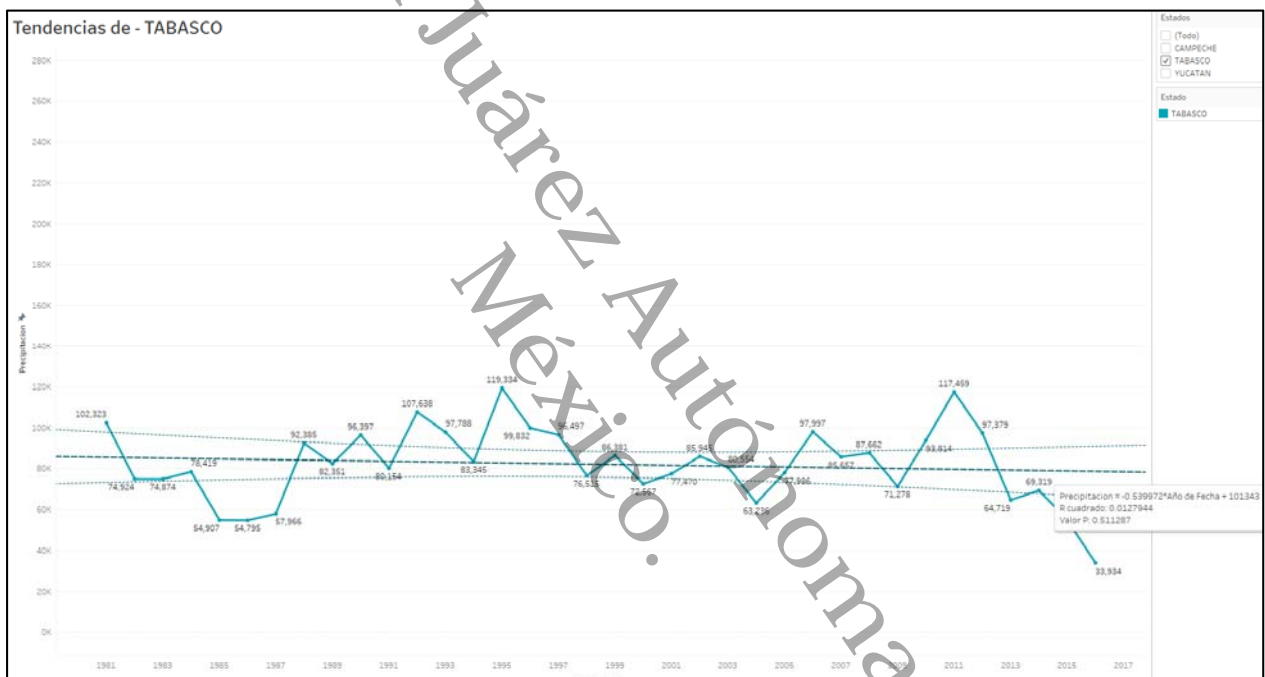


Figura 4.5 Tendencia de Tabasco de datos.gob.mx

Para Tabasco la descripción de la línea de tendencia es:

- Valor P: 0.511287
- Ecuación: $\text{Precipitación} = -0.539972 \cdot \text{Año de Fecha} + 101343$

Los coeficientes se muestran en la tabla 4.3:

Tabla 4.3 Coeficientes de línea de tendencia de Tabasco de datos.gob.mx

Término	Valor	StdErr	Valor t	Valor p
Año de Fecha	-0.539972	0.813441	-0.663812	0.511287
intercepto	101343	29428.7	3.44369	0.0015414

La línea de tendencia para Yucatán se muestra en la Figura 4.6.

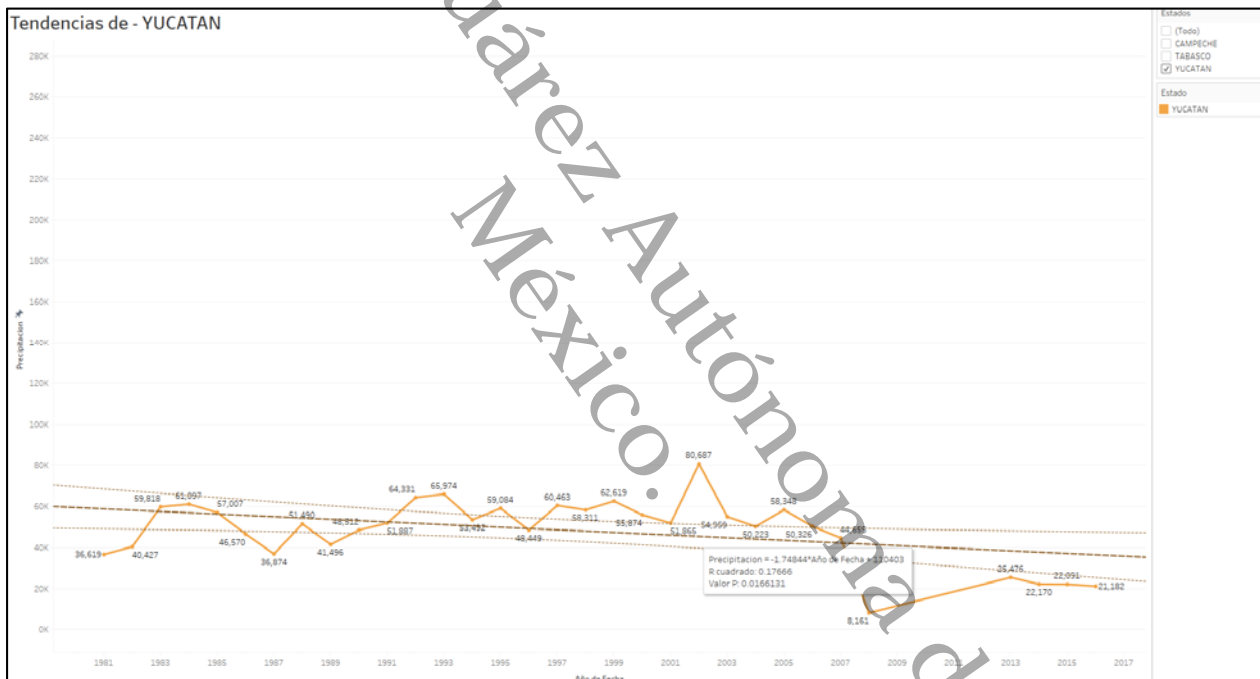


Figura 4.6 Tendencia de Yucatán de datos.gob.mx

Para Tabasco la descripción de la línea de tendencia es:

- Valor P: 0.0166131
- Ecuación: Precipitación = -1.74844 * Año de Fecha + 110403

Los coeficientes son mostrados en la tabla 4.4:

Tabla 4.4 Coeficientes de línea de tendencia de Yucatán de datos.gob.mx

Término	Valor	StdErr	Valor t	Valor p
Año de Fecha	-1.74844	0.689143	-2.53712	0.0166131
intercepto	110403	24547.5	4.49751	< 0.0001

4.1.3 Pronóstico

En la Figura 4.7 se presenta el pronóstico para los tres estados, la línea naranja representa al estado de Campeche, la verde a Tabasco y la azul a Yucatán, donde Tabasco presenta los niveles más altos de precipitación.

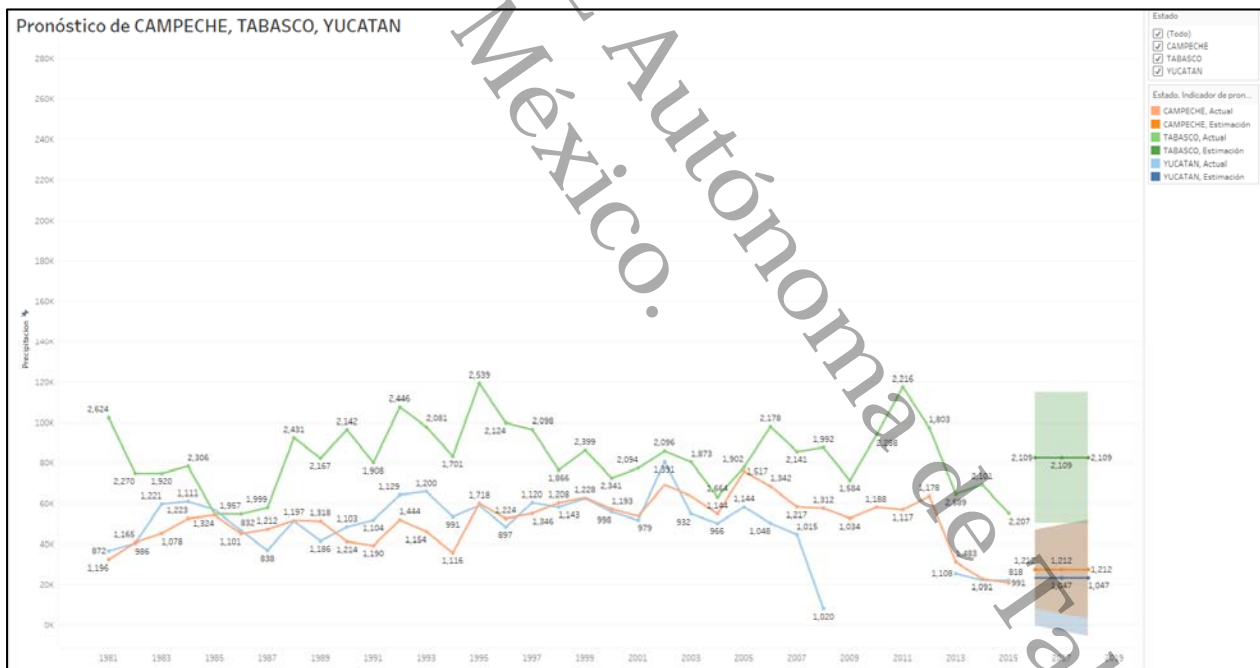


Figura 4.7 Pronóstico de datos.gob.mx

Los pronósticos fueron calculados en Tableau por el método de suavizado exponencial.

A continuación se presentan las opciones para la creación de este pronóstico:

- Serie de tiempo: Año de Fecha.
- Medidas: Prom. Precipitación, Suma de Precipitación.
- Pronóstico hacia delante: 3 años (2016 – 2018).
- Pronóstico basado en: 1981 – 2015.
- Ignorar últimos: 1 año (2016).
- Patrón de temporada: Ninguno (no se permite buscar un patrón de temporada en datos anuales).

Las características para la Prom. Precipitación se muestra en la Tabla 4.5.

Tabla 4.5 Características Prom. Precipitación

Color	Inicial	Cambiar desde el inicio	Efecto de Temporada		Contribución		Calidad
			Alto	Bajo	Tendencia	Temporada	
Estado	2016	2016-2018					
Yucatán	1,047 ± 264	0	Ninguno	Ninguno	0.0%	0.0%	Aceptar
Tabasco	2,109 ± 521	0	Ninguno	Ninguno	0.0%	0.0%	Aceptar
Campeche	1,212 ± 308	0	Ninguno	Ninguno	100.0%	0.0%	Aceptar

La característica para la Suma de Precipitación se muestra en la Tabla 4.6.

Tabla 4.6 Características Suma Precipitación

Color	Inicial	Cambiar desde el inicio	Efecto de Temporada		Contribución		Calidad
			Alto	Bajo	Tendencia	Temporada	
Estado	2016	2016-2018					
Yucatán	23,356 ± 23,542	0	Ninguno	Ninguno	0.0%	0.0%	Deficiente
Tabasco	82,635 ± 32,219	0	Ninguno	Ninguno	0.0%	0.0%	Deficiente
Campeche	27,572 ± 19,624	0	Ninguno	Ninguno	0.0%	0.0%	Deficiente

Cabe destacar que modelo al utilizar el promedio dio una calidad aceptable y solo estado de Campeche mostró Tendencia. Sin embargo, al aplicar el modelo en la suma tuvo una calidad deficiente.

La descripción del modelo utilizado fue de nivel aditivo, sin tendencia y sin temporada los detalles se muestran en la Tabla. 4.7.

Tabla 4.7 Descripción del modelo

Color		Modelo		Métricas de Calidad					Coeficientes de Suavizado		
Estado	Nivel	Tendencia	Temporada	RMSE	MAE	MASE	MAPE	AIC	Alfa	Beta	Gamma
Yucatán	Aditivo	Ninguno	Ninguno	135	112	0.79	10.8%	310	0	0	0
Tabasco	Aditivo	Ninguno	Ninguno	266	220	0.73	10.8%	397	0.100	0	0
Campeche	Aditivo	Ninguno	Ninguno	157	121	0.67	9.5%	360	0.120	0	0

Precipitaciones estimadas anuales con el 95% de intervalo de predicción se muestran en la Tabla 4.8.

Tabla 4.8 Precipitaciones estimadas

Año	Estado	Promedio	Inferior	Superior	Precipitación
2016	YUCATAN	1047.384456	-185.3381298	46897.98506	23356.32347
2017	YUCATAN	1047.384456	-2964.05435	49676.70128	23356.32347
2018	YUCATAN	1047.384456	-5476.205837	52188.85277	23356.32347
2016	TABASCO	2108.90863	50416.08931	114853.8107	82634.95
2017	TABASCO	2108.90863	50416.08931	114853.8107	82634.95
2018	TABASCO	2108.90863	50416.08931	114853.8107	82634.95
2016	CAMPECHE	1211.55811	7948.188935	47196.74006	27572.4645
2017	CAMPECHE	1211.55811	5631.857414	49513.07158	27572.4645
2018	CAMPECHE	1211.55811	3537.733647	51607.19535	27572.4645

Los datos de precipitación reales para el año 2016 que fueron excluidos del pronóstico se presentan en la Tabla 4.9.

Tabla 4.9 *Precipitaciones reales*

Año de Fecha	Estado	Prom. Precipitación	Precipitación
2016	Yucatán	706.071666667	21,182.15
2016	Tabasco	1,475.379130435	33,933.72
2016	Campeche	1,035.537894737	19,675.22

Al comparar las precipitaciones reales contra los resultados del pronóstico cabe destacar que muestra valores negativos para el rango inferior del estado de Yucatán, un valor fuera de rango para Tabasco y a pesar de que el dato de Campeche queda dentro del rango los modelos en calidad son deficientes.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

4.2 Datos de CLICOM

Los resultados para el set de datos de prueba de CLICOM (2017) son del periodo de 1921 al 2016 del estado de Tabasco, de frecuencia diaria.

4.2.1 Estadística Descriptiva

El mapa del estado de Tabasco muestra las estaciones meteorológicas y cada una de ellas tiene información del nombre, latitud, longitud, precipitación máxima, mínima, mediana y el total del periodo. Ver Figura 4.8.

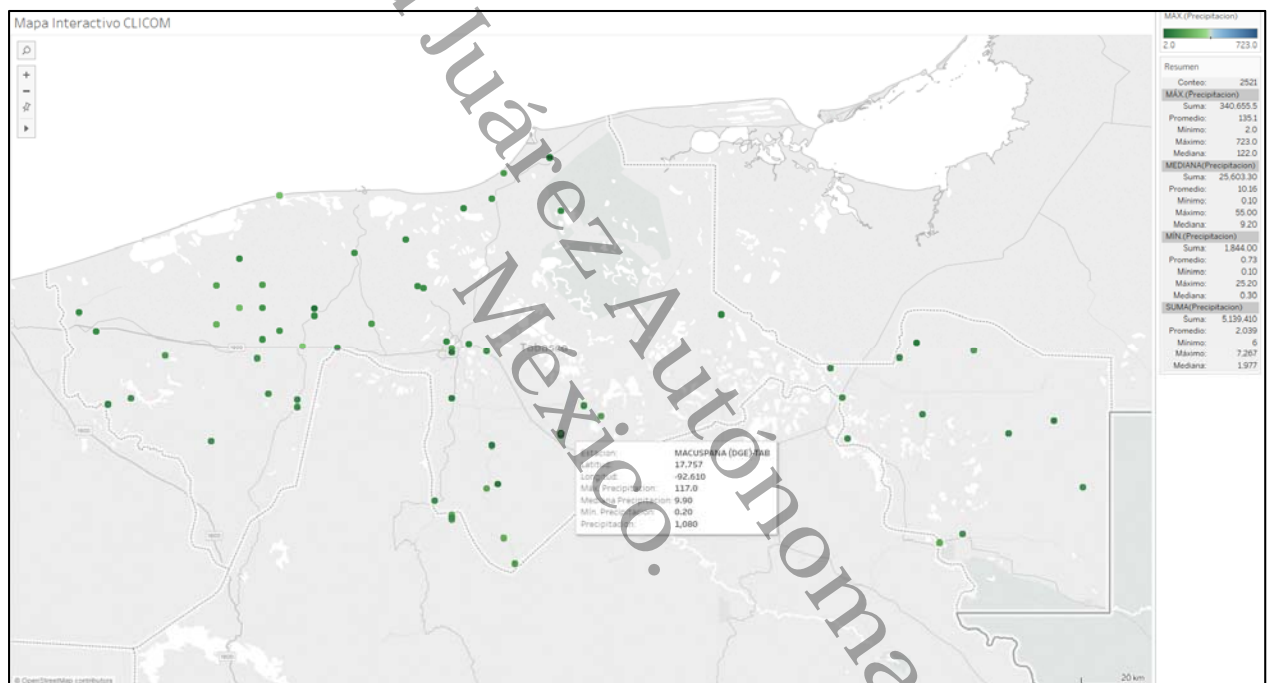


Figura 4.8 Mapa de estaciones CLICOM

A continuación, se muestra el comportamiento de los datos por trimestres según su promedio, con ello se comprueba que los datos tienen una tendencia estacional, en donde el primer trimestre del año tiene menos precipitación y el cuarto trimestre presenta niveles más altos de precipitación. en la Figura 4.9.

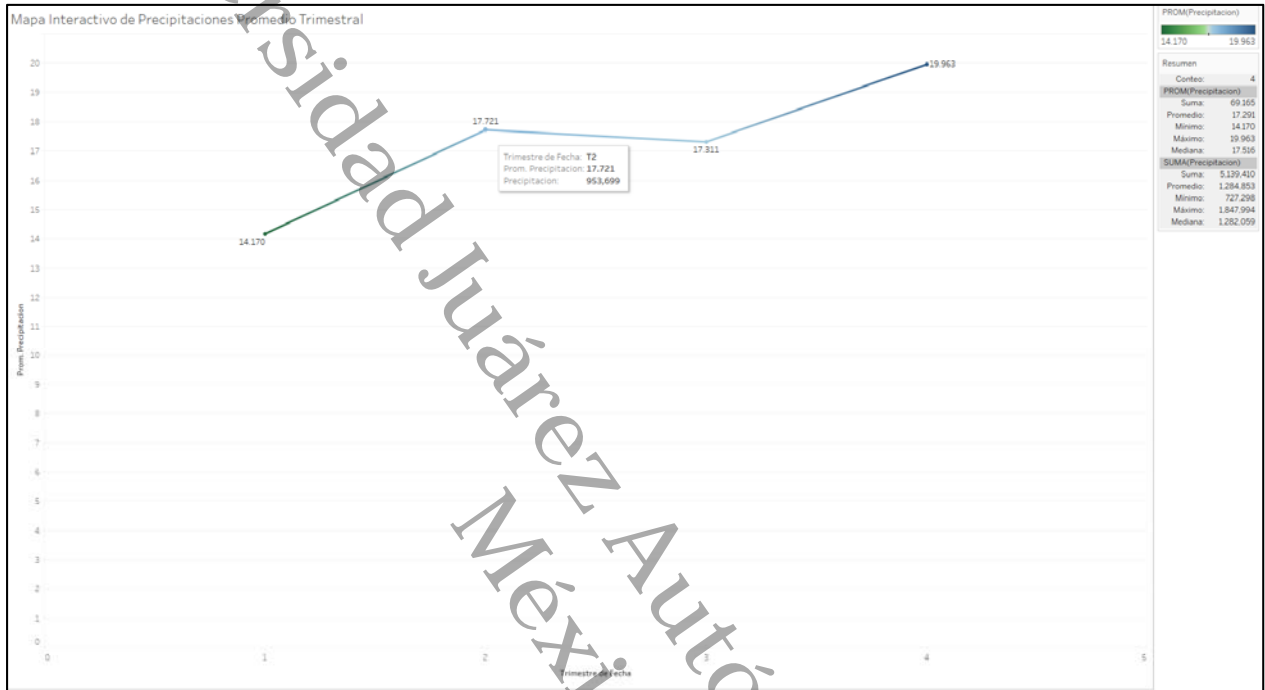


Figura 4.9 Promedio trimestral CLICOM

Del mismo modo, se muestra el comportamiento de los datos mensuales, agrupados por trimestres, con la suma total de las precipitaciones, donde el mes de marzo es el de menor cantidad de precipitación, y los meses de septiembre y octubre tienen más cantidad de precipitación para el estado de Tabasco, en la Figura 4.10.

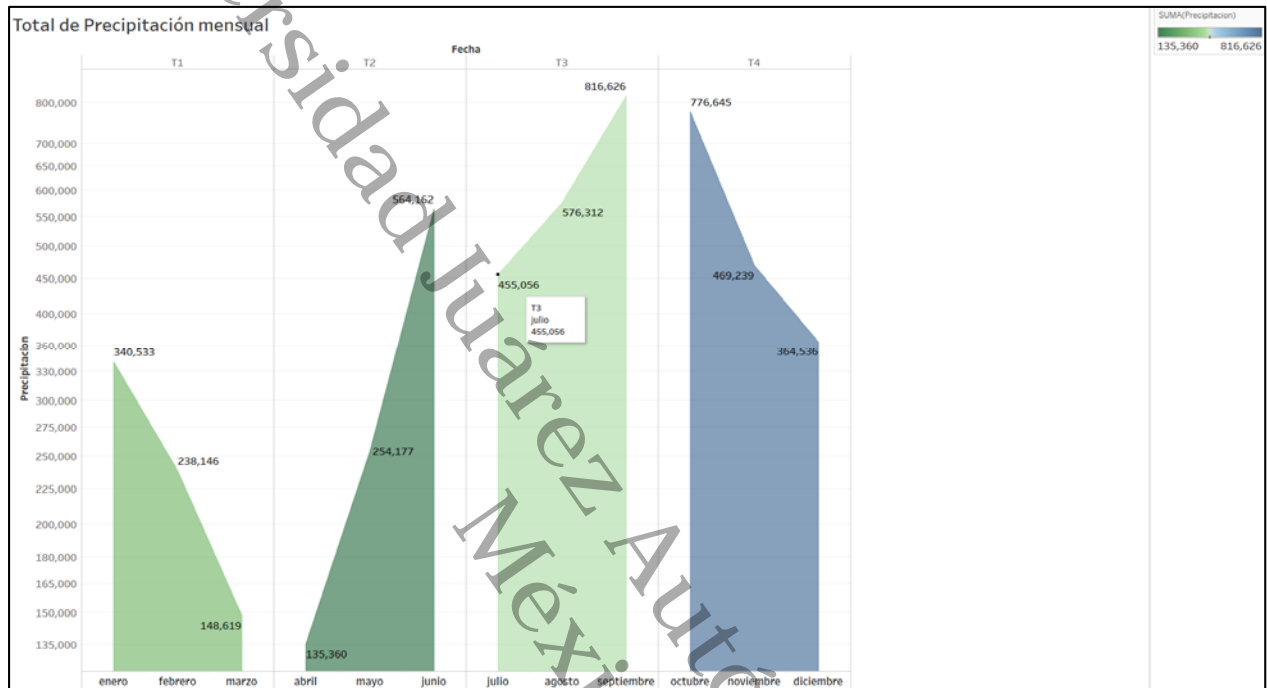


Figura 4.10 Totales mensuales CLICOM

4.2.2 Tendencia

La tendencia de los datos se representó por medio de una gráfica que se muestra en la Figura 4.11.

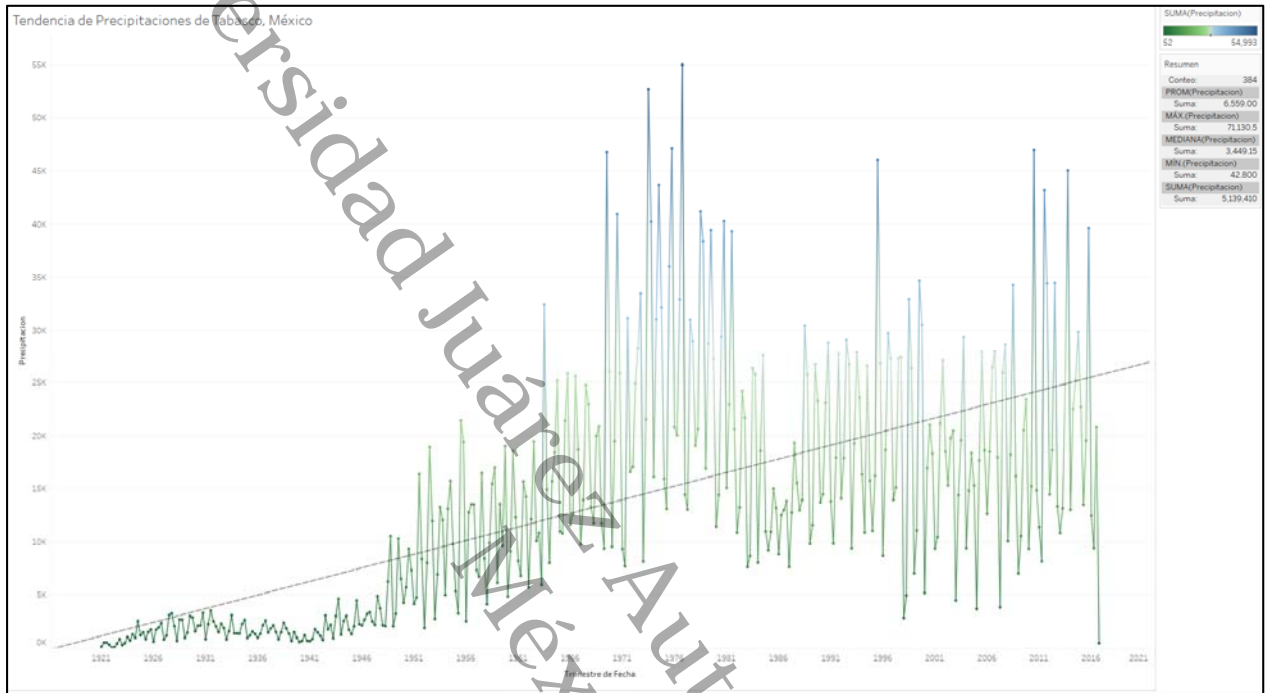


Figura 4.11 Tendencia Tabasco CLICOM

Para todo el set de datos se calculó un modelo de tendencia lineal para suma de Fecha trimestre. El modelo puede ser significativo en $p \leq 0.05$. La descripción de la línea de tendencia es:

- Valor P: < 0.0001.
- Ecuación: $\text{Precipitación} = 0.70167 \cdot \text{Trimestre de Fecha} + -4268.17$.

Los coeficientes de la línea de tendencia se muestran en la Tabla 4.10:

Tabla 4.10 Coeficientes de línea de tendencia CLICOM

Término	Valor	StdErr	Valor t	Valor p
Año de Fecha	0.70167	0.0453365	15.4769	< 0.0001
Intercepto	-4268.17	1229.4	-3.47176	0.0005762

4.2.3 Pronóstico

En la Figura 4.12 se presenta el pronóstico para el estado de Tabasco mediante el modelo de suavizado exponencial.

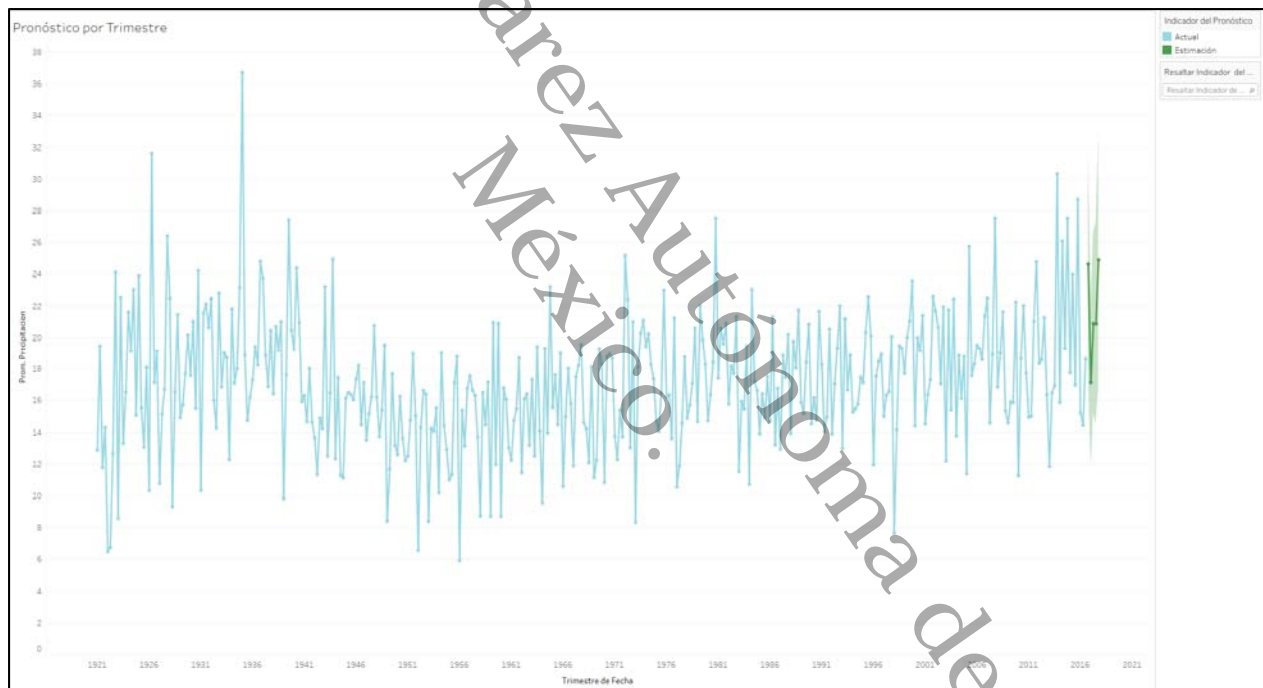


Figura 4.12 Pronóstico Tabasco CLICOM

A continuación se presentan las opciones para la creación de este pronóstico:

- Serie de tiempo: Trimestre de Fecha.
- Medidas: Prom. Precipitación, Suma de Precipitación.

- Pronóstico hacia delante: 5 trimestres (T4 2016 – T4 2017).
- Pronóstico basado en: T2 1994 – T3 2016.
- Ignorar últimos: 1 trimestre (T4 2016).
- Patrón de temporada: 4 ciclo trimestral.

Las características para la Prom. Precipitación se muestra en la Tabla 4.11.

Tabla 4.11 Características Prom. Precipitación CLICOM

Color	Inicial	Cambiar desde el inicio	Efecto de Temporada		Contribución		Calidad
			Alto	Bajo	Tendencia	Temporada	
Estado	T4 2016	T4 2016 - T4 2017	T4 2017	T1 2017			
Tabasco	24.65 ± 7.18	0.26	1.15	0.79	26.9%	73.1%	Aceptar

La característica para la Suma de Precipitación se muestra en la Tabla 4.12.

Tabla 4.12 Características Suma Precipitación CLICOM

Color	Inicial	Cambiar desde el inicio	Efecto de Temporada		Contribución		Calidad
			Alto	Bajo	Tendencia	Temporada	
Estado	2016	2016-2018	T4 2017	T1 2017			
Tabasco	30,167.007664895 ± 18,447.168019282	346.955211910	1.396907398	0.629839122	100.0%	0.0%	Aceptar

Para los datos del set de datos de CLICOM la calidad de los modelos para los promedios y suma fue aceptable.

El modelo utilizado en Prom. Precipitación fue de nivel multiplicativo, de tendencia aditivo y temporada multiplicativo, los detalles se muestran en la Tabla 4.13.

Tabla 4.13 Descripción del modelo Prom. Precipitación CLICOM

Color		Modelo		Métricas de Calidad				Coeficientes de Suavizado			
Estado	Nivel	Tendencia	Temporada	RMSE	MAE	MASE	MAPE	AIC	Alfa	Beta	Gamma
Tabasco	Multiplicativo	Aditivo	Multiplicativo	3.42	2.77	0.59	16.1%	239	0	0.025	0.090

El modelo utilizado en Suma de Precipitación fue de nivel multiplicativo, de tendencia aditivo y temporada multiplicativo, los detalles se muestran en la Tabla. 4.14.

Tabla 4.14 Descripción del modelo Suma. Precipitación CLICOM

Color		Modelo		Métricas de Calidad				Coeficientes de Suavizado			
Estado	Nivel	Tendencia	Temporada	RMSE	MAE	MASE	MAPE	AIC	Alfa	Beta	Gamma
Tabasco	Multiplicativo	Aditivo	Multiplicativo	7,155.625 320846	5,627.522 337512	0.50	37.7%	1,616	0	0.034	0.152

Precipitaciones estimadas anuales con el 90% de intervalo de predicción para Prom. Precipitación y Precipitación, se muestran en la Tabla 4.15.

Tabla 4.15 Precipitaciones estimadas CLICOM

Trimestre De Fecha	Inferior Prom. Precip	Superior Prom. Precip	Prom. Precip.	Inferior Precip.	Superior Precip.	Precisión De Precip.	Calidad De Precip.
2016 T4	17.4715109	31.8360667	24.6537888	11719.8396	48614.1757	±18447.1680192 82	49.5447856
2017 T1	11.7639938	22.4493565	17.1066752	4698.44847	22583.2356	±8942.39354626 1	49.5447856
2017 T2	15.1788098	26.6312969	20.9050534	6403.497	23727.7558	±8662.12942506 4	49.5447856
2017 T3	14.4805723	27.2844039	20.8824881	10532.2449	48554.217	±19010.9860463 01	49.5447856
2017 T4	16.9586025	32.8712626	24.9149325	10108.3666	50919.5591	±20405.5962584 39	49.5447856

Los datos de precipitación reales para el trimestre cuatro del 2016 que fueron excluidos del pronóstico se presentan en la tabla 4.16:

Tabla 4.16 *Precipitaciones reales CLICOM*

Año de Fecha	Trimestre	Prom. Precipitación	Precipitación
2016	4	10.4370	480.100

Este modelo de acuerdo a la herramienta fue aceptable y el valor de la precipitación real contra el resultado del pronóstico está dentro del rango. Sin embargo, se encontró incertidumbre en los datos faltantes al no conocer si no se tienen los datos porque no se capturó o no se presentó precipitación.

4.3 Datos de CONAGUA

Los resultados para el set de datos de CONAGUA (2017) son del periodo de 2002 al 2014 de frecuencia mensual para los estados de Campeche, Tabasco y Yucatán.

4.3.1 Estadística Descriptiva

El mapa de la Figura 4.13 contiene los estados del Sureste de la República Mexicana, en él se muestran las estaciones meteorológicas y cada una de ellas tiene información del nombre del estado, estación, latitud, longitud, promedio, máxima, mínima y mediana de los datos de precipitación.

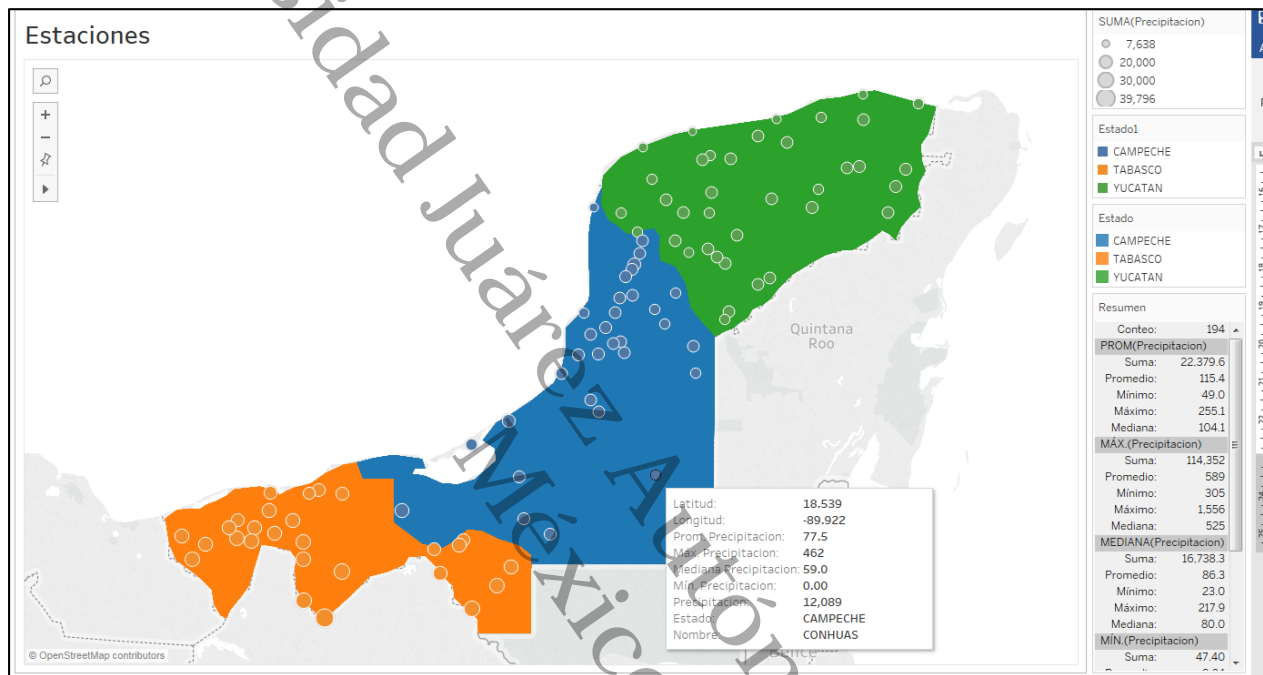


Figura 4.13 Mapa estaciones CONAGUA

De igual forma se presenta en un mapa, el promedio de las precipitaciones del periodo por estado, donde se identifica a simple vista de acuerdo al gradiente de color del mapa que Tabasco es el estado con el mayor promedio de precipitación. Ver Figura 4.14.

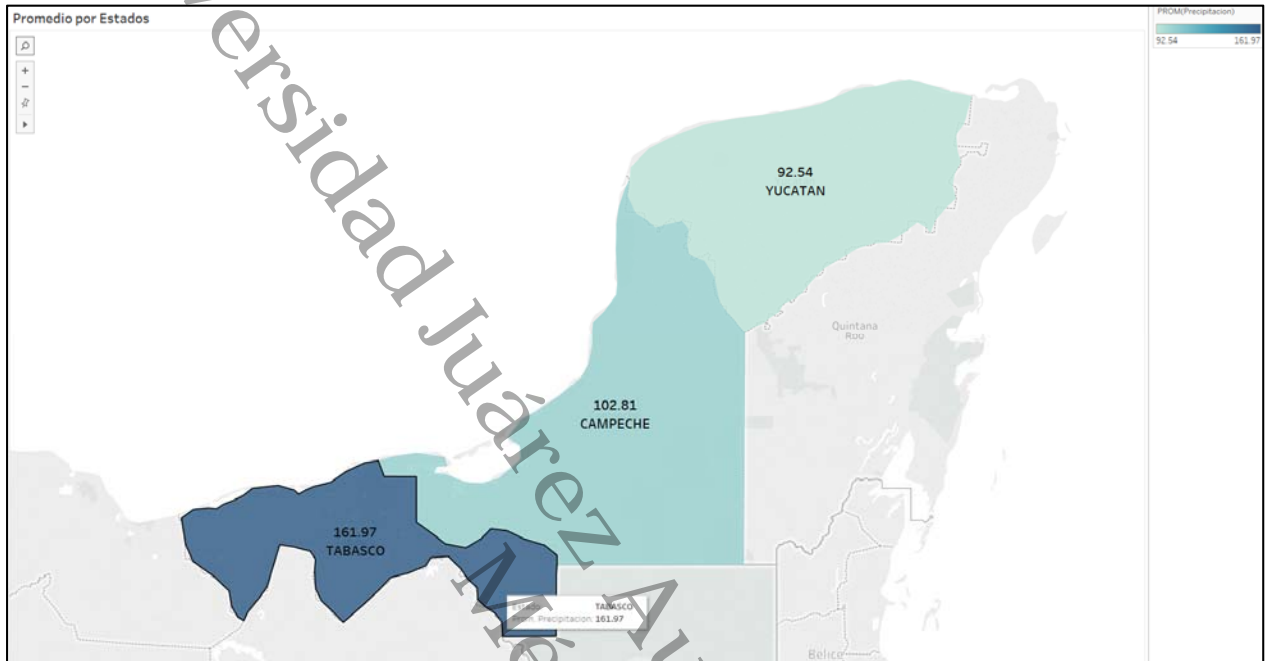


Figura 4.14 Mapa promedios CONAGUA

En la Figura 4.15, se muestra la gráfica con el detalle de los promedios anuales por estado, donde la línea de color azul es para Campeche, el color naranja para Tabasco y el verde para Yucatán, donde el estado de Tabasco presenta los niveles más altos, seguido de Campeche y Yucatán.

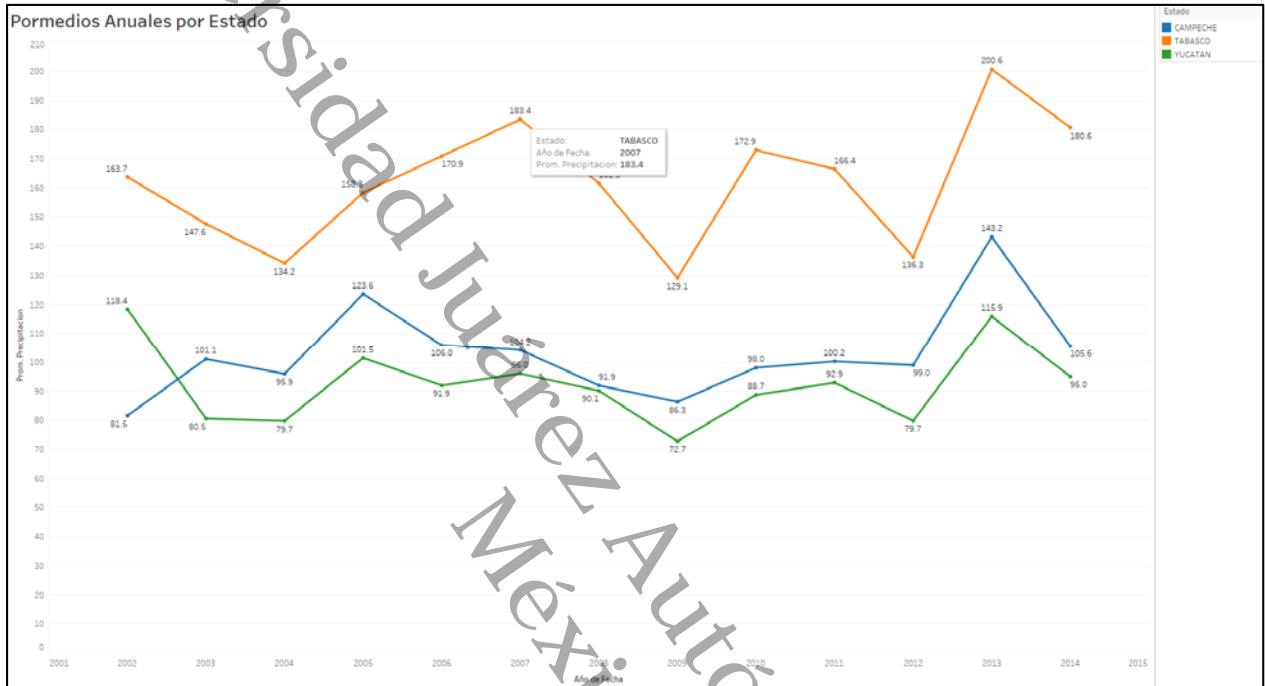


Figura 4.15 Promedios anuales CONAGUA

En la Figura 4.16, se muestra la gráfica con el detalle de los promedios por trimestre y por estado, donde la línea de color azul es para Campeche, el color naranja para Tabasco y el verde para Yucatán, donde el tercer trimestre muestra las precipitaciones más altas para los tres estados. Tabasco es quien tiene el nivel más alto, después esta Campeche y Yucatán respectivamente.

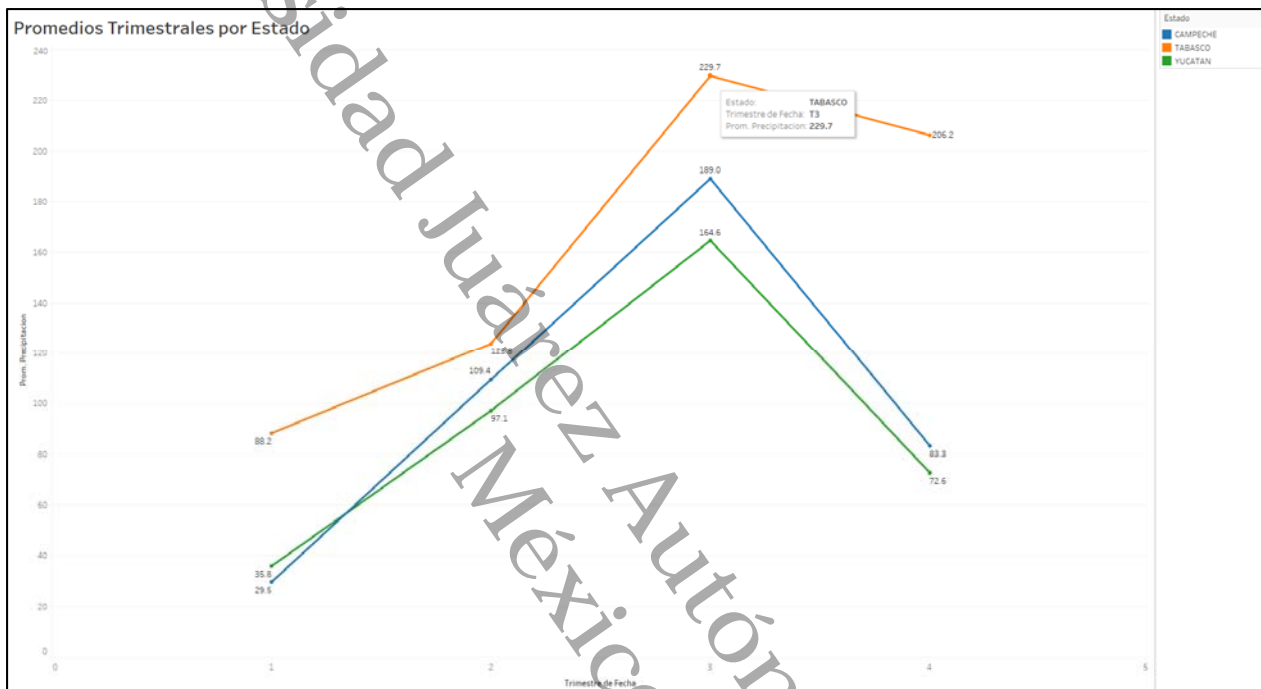


Figura 4.16 Promedios Trimestrales CONAGUA

En la Figura 4.17, se muestra la gráfica con el detalle de los valores máximos por trimestre y por estado, donde la línea de color azul es para Campeche, el color naranja para Tabasco y el verde para Yucatán, donde el estado de Tabasco registró las precipitaciones máximas a comparación, seguido de Yucatán y posteriormente Campeche.

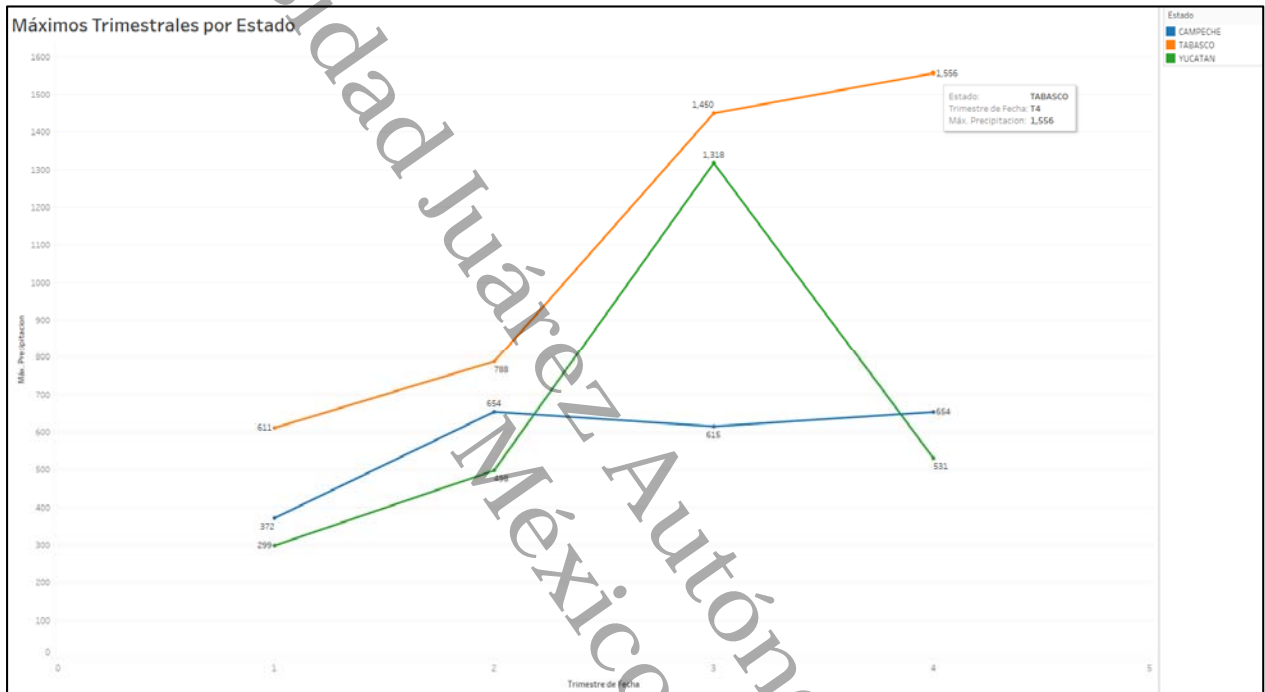


Figura 4.17 Precipitaciones máximas CONAGUA

En la Figura 4.18, se muestra la gráfica con el detalle de los valores de desviación estándar por trimestre y por estado, donde la línea de color azul es para Campeche, el color naranja para Tabasco y el verde para Yucatán donde Tabasco tiene el nivel más alto, sin embargo, Campeche y Yucatán muestran incrementos y decrementos en el segundo, tercer y cuarto trimestre.

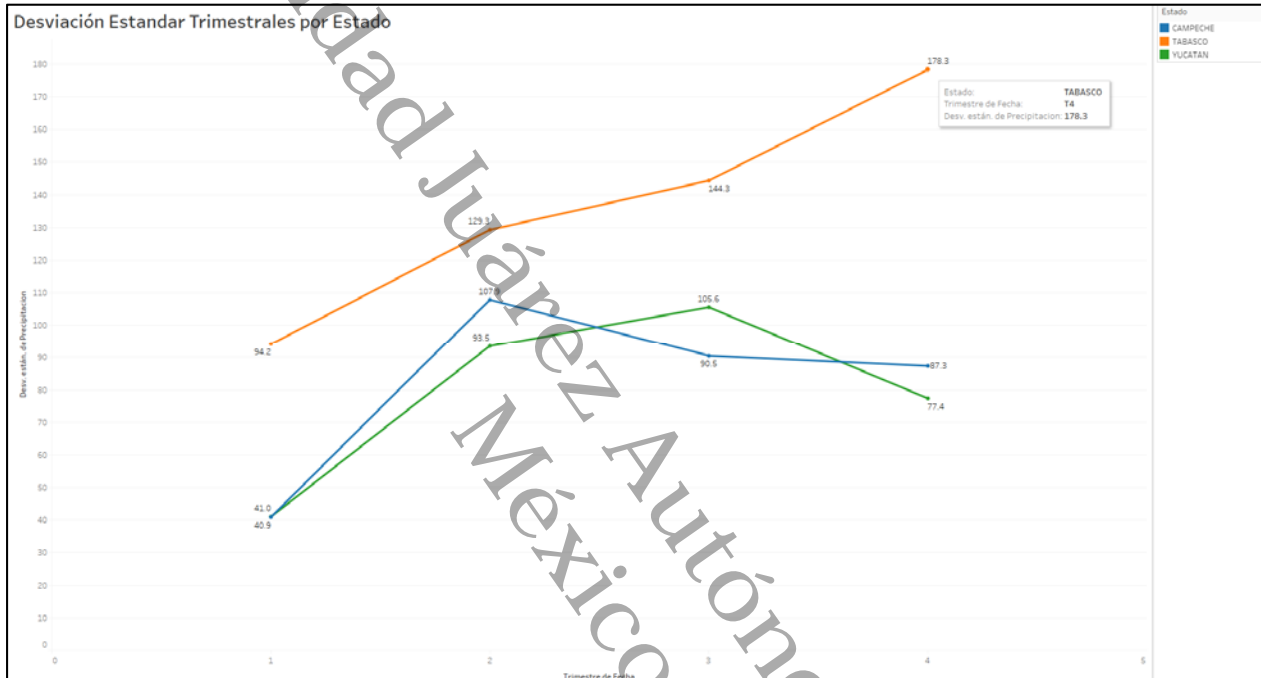


Figura 4.18 Desviaciones estándar CONAGUA

Como se mencionó en el punto 3.3.1, el preprocesado de este set de datos se trabajó en R, con esta ventaja, al tener la serie de tiempo integrada en R, se utilizó la función summary para obtener el resumen de los resultados por estación de cada estado, donde p4zoo corresponde a Campeche, p27zoo a Tabasco y p31zoo a Yucatán.

La vista en R del resumen de los datos de las estaciones de Campeche, se muestran en la Figura 4.19. Estos incluyen Mínimo, Primer Cuartil, Mediana, Media, Tercer Cuartil y Máxima, en esta figura se puede identificar que la estación 4024 presenta la precipitación máxima.

```

> summary(p4zoo)
  Index      4001      4004      4012      4013      4014      4015
Min. :2002  Min. : 0.00  Min. : 0.00  Min. : 0.00  Min. : 0.00  Min. : 0.00  Min. : 0.00
1st Qu.:2005 1st Qu.: 19.07 1st Qu.: 26.48 1st Qu.: 10.72 1st Qu.: 15.35 1st Qu.: 4.95 1st Qu.: 11.97
Median :2008  Median : 84.65  Median : 95.70  Median : 79.25  Median : 58.70  Median : 38.65  Median : 65.85
Mean :2008   Mean : 89.24   Mean :124.61   Mean :110.57   Mean : 79.35   Mean : 61.59   Mean : 95.92
3rd Qu.:2012 3rd Qu.:138.53 3rd Qu.:195.97 3rd Qu.:186.25 3rd Qu.:118.65 3rd Qu.:106.08 3rd Qu.:146.00
Max. :2015   Max. :466.00  Max. :508.00  Max. :528.50  Max. :304.80  Max. :373.30  Max. :416.40

  4017      4021      4023      4024      4028      4029      4038
Min. : 0.00  Min. : 0.00  Min. : 0.00  Min. : 0.00  Min. : 0.00  Min. : 0.00  Min. : 0.000
1st Qu.: 24.75 1st Qu.: 26.38 1st Qu.: 13.00 1st Qu.: 30.98 1st Qu.: 14.62 1st Qu.: 14.22 1st Qu.: 8.925
Median : 80.10  Median : 90.00  Median : 71.75  Median :117.80  Median : 67.50  Median : 81.75  Median : 54.550
Mean :103.76   Mean :111.60   Mean :104.11   Mean :150.07   Mean : 97.82   Mean :126.21   Mean : 90.945
3rd Qu.:143.93 3rd Qu.:178.12 3rd Qu.:159.25 3rd Qu.:227.53 3rd Qu.:169.78 3rd Qu.:216.62 3rd Qu.:146.875
Max. :580.00  Max. :390.00  Max. :647.00  Max. :653.50  Max. :445.50  Max. :634.50  Max. :389.000

  4041      4043      4057      4058      4059      4061      4063
Min. : 0.000  Min. : 0.00  Min. : 0.00  Min. : 0.00  Min. : 0.00  Min. : 0.00  Min. : 0.00
1st Qu.: 8.525 1st Qu.: 15.93 1st Qu.: 13.75 1st Qu.: 14.03 1st Qu.: 11.03 1st Qu.: 14.74 1st Qu.: 15.75
Median : 55.750  Median : 93.00  Median :101.00  Median : 67.45  Median : 72.00  Median : 58.95  Median : 65.50
Mean : 96.137   Mean :113.69   Mean :124.18   Mean :102.16   Mean :103.22   Mean : 77.49   Mean : 94.04
3rd Qu.:172.125 3rd Qu.:173.00 3rd Qu.:207.62 3rd Qu.:167.90 3rd Qu.:171.50 3rd Qu.:113.55 3rd Qu.:148.75
Max. :484.500  Max. :654.00  Max. :511.00  Max. :479.20  Max. :507.10  Max. :462.00  Max. :383.50

  4064      4068      4070      4071      4072      4075      4076
Min. : 0.00  Min. : 0.00  Min. : 0.00  Min. : 0.00  Min. : 0.00  Min. : 0.00  Min. : 0.00
1st Qu.: 18.75 1st Qu.: 8.65 1st Qu.: 19.27 1st Qu.: 17.00 1st Qu.: 6.75 1st Qu.: 11.25 1st Qu.: 21.55
Median : 62.00  Median : 67.30  Median : 76.55  Median : 78.25  Median : 70.50  Median : 72.50  Median : 57.77
Mean : 92.84   Mean :101.25   Mean : 98.95   Mean :108.30   Mean :110.20   Mean : 93.22   Mean : 81.12
3rd Qu.:141.82 3rd Qu.:169.35 3rd Qu.:155.78 3rd Qu.:189.26 3rd Qu.:184.62 3rd Qu.:153.55 3rd Qu.:120.17
Max. :379.00  Max. :409.40  Max. :524.80  Max. :464.00  Max. :507.00  Max. :322.10  Max. :381.60

  4077      4078      4080      4084      4085      4087
Min. : 0.00  Min. : 0.00  Min. : 0.00  Min. : 0.00  Min. : 0.00  Min. : 0.00
1st Qu.: 17.20 1st Qu.: 18.12 1st Qu.: 40.55 1st Qu.: 9.85 1st Qu.: 15.85 1st Qu.: 23.18
Median : 73.25  Median : 73.05  Median : 84.15  Median : 69.10  Median :100.65  Median : 99.60
Mean : 89.87   Mean : 97.79   Mean :111.07   Mean :100.90   Mean :120.74   Mean :129.81
3rd Qu.:134.53 3rd Qu.:167.57 3rd Qu.:148.85 3rd Qu.:168.35 3rd Qu.:207.80 3rd Qu.:202.93
Max. :379.40  Max. :420.70  Max. :440.60  Max. :402.80  Max. :455.10  Max. :539.20
  
```

Figura 4.19 Resumen de las estaciones de Campeche CONAGUA

La vista en R del resumen de los datos de las estaciones de Tabasco, se muestran en la Figura 4.20. Estos incluyen Mínimo, Primer Cuartil, Mediana, Media, Tercer Cuartil y Máxima. En esta figura se identifica que la estación 27003 presenta la precipitación máxima.

```
> summary(p27zoo)
```

Index	27002	27003	27004	27006	27008	27009
Min. :2002	Min. : 0.0	Min. : 0.00	Min. : 5.00	Min. : 0.00	Min. : 0.00	Min. : 0.00
1st Qu.:2005	1st Qu.: 26.8	1st Qu.: 33.08	1st Qu.: 72.47	1st Qu.: 40.75	1st Qu.: 57.73	1st Qu.: 42.83
Median :2008	Median :104.2	Median : 68.15	Median :152.70	Median :132.00	Median :148.75	Median :121.65
Mean :2008	Mean :137.3	Mean : 162.47	Mean :187.18	Mean :163.53	Mean :178.41	Mean :154.98
3rd Qu.:2012	3rd Qu.:205.9	3rd Qu.: 199.25	3rd Qu.:272.85	3rd Qu.:250.00	3rd Qu.:252.25	3rd Qu.:216.57
Max. :2015	Max. :744.9	Max. :1556.00	Max. :557.30	Max. :788.00	Max. :880.50	Max. :698.40
27012	27024	27030	27034	27036	27037	27040
Min. : 0.00	Min. : 0.00	Min. : 1.00	Min. : 0.00	Min. : 0.00	Min. : 0.00	Min. : 0.00
1st Qu.: 57.75	1st Qu.: 81.38	1st Qu.: 75.62	1st Qu.: 42.23	1st Qu.: 54.88	1st Qu.: 62.55	1st Qu.: 43.3
Median :127.90	Median :158.50	Median :168.95	Median : 99.65	Median :118.75	Median :137.75	Median :107.3
Mean :161.68	Mean :203.79	Mean :202.71	Mean :142.61	Mean :150.30	Mean :166.72	Mean :152.2
3rd Qu.:217.62	3rd Qu.:276.75	3rd Qu.:272.85	3rd Qu.:208.10	3rd Qu.:209.85	3rd Qu.:235.15	3rd Qu.:248.8
Max. :688.60	Max. :841.10	Max. :825.50	Max. :759.40	Max. :761.70	Max. :753.10	Max. :612.8
27050	27051	27053	27054	27060	27070	27073
Min. : 0.00	Min. : 0.00	Min. : 0.0	Min. : 0.00	Min. : 0.00	Min. : 17.7	Min. : 0.00
1st Qu.: 25.98	1st Qu.: 47.02	1st Qu.: 35.0	1st Qu.: 50.35	1st Qu.: 48.38	1st Qu.: 124.6	1st Qu.: 26.62
Median : 97.55	Median :131.00	Median : 93.5	Median :126.20	Median :125.10	Median : 217.8	Median : 94.50
Mean :139.26	Mean :154.43	Mean :119.1	Mean :166.15	Mean :152.26	Mean : 255.1	Mean :139.74
3rd Qu.:213.95	3rd Qu.:227.82	3rd Qu.:168.1	3rd Qu.:228.47	3rd Qu.:215.00	3rd Qu.: 347.4	3rd Qu.:200.28
Max. :639.20	Max. :601.40	Max. :545.0	Max. :698.70	Max. :639.80	Max. :1076.1	Max. :777.50
27075	27078	27084	27090	27091	27092	27093
Min. : 0.00	Min. : 0.00	Min. : 0.00	Min. : 0.00	Min. : 0.00	Min. : 0.00	Min. : 0.00
1st Qu.: 48.38	1st Qu.: 44.98	1st Qu.: 44.05	1st Qu.: 52.08	1st Qu.: 38.38	1st Qu.: 55.75	1st Qu.: 33.75
Median :129.50	Median :129.00	Median :133.90	Median :106.65	Median : 94.75	Median :134.50	Median : 88.50
Mean :160.10	Mean :182.82	Mean :154.42	Mean :149.08	Mean :131.03	Mean :176.41	Mean :129.31
3rd Qu.:218.75	3rd Qu.:238.15	3rd Qu.:209.55	3rd Qu.:230.20	3rd Qu.:186.05	3rd Qu.:263.25	3rd Qu.:206.25
Max. :688.00	Max. :983.00	Max. :819.00	Max. :456.00	Max. :506.00	Max. :787.00	Max. :594.00

Figura 4.20 Resumen de las estaciones de Tabasco CONAGUA

La vista en R del resumen de los datos de las estaciones de Yucatán, se muestran en la Figura 4.21. Estos incluyen Mínimo, Primer Cuartil, Mediana, Media, Tercer Cuartil y Máxima. La precipitación máxima la presentó la estación 31017.

```
> summary(p31zoo)
Index
Min. :2002 Min. : 0.00 Min. : 0.00 Min. : 0.0 Min. : 0.00 Min. : 0.00 Min. : 0.000
1st Qu.:2005 1st Qu.: 22.38 1st Qu.: 23.00 1st Qu.: 23.6 1st Qu.: 8.00 1st Qu.: 21.62 1st Qu.: 5.625
Median :2008 Median : 77.85 Median : 84.00 Median : 82.5 Median : 28.20 Median : 86.80 Median : 22.950
Mean :2008 Mean : 92.62 Mean : 99.85 Mean :104.0 Mean : 48.96 Mean :106.18 Mean : 56.570
3rd Qu.:2012 3rd Qu.:142.00 3rd Qu.:144.55 3rd Qu.:157.9 3rd Qu.: 76.00 3rd Qu.:170.78 3rd Qu.: 72.825
Max. :2015 Max. :614.00 Max. :692.00 Max. :538.9 Max. :457.50 Max. :518.40 Max. :484.000

31011 31012 31013 31016 31017 31020 31022
Min. : 0.00 Min. : 0.00 Min. : 0.00 Min. : 0.00 Min. : 0.00 Min. : 0.00 Min. : 0.00
1st Qu.: 19.95 1st Qu.: 17.75 1st Qu.: 25.10 1st Qu.: 12.75 1st Qu.: 29.82 1st Qu.: 13.75 1st Qu.: 23.75
Median : 58.15 Median : 55.65 Median : 84.75 Median : 56.42 Median : 71.45 Median : 61.00 Median : 80.00
Mean : 84.69 Mean : 83.42 Mean :103.62 Mean : 90.39 Mean : 104.95 Mean : 92.17 Mean :105.47
3rd Qu.:124.97 3rd Qu.:126.88 3rd Qu.:142.55 3rd Qu.:141.93 3rd Qu.: 150.80 3rd Qu.:145.88 3rd Qu.:154.38
Max. :415.70 Max. :493.70 Max. :738.00 Max. :468.20 Max. :1317.70 Max. :877.50 Max. :478.00

31024 31027 31029 31032 31049 31056 31057
Min. : 0.00 Min. : 0.00 Min. : 0.00 Min. : 0.00 Min. : 0.00 Min. : 0.00 Min. : 0.00
1st Qu.: 14.35 1st Qu.: 16.43 1st Qu.: 6.00 1st Qu.: 15.00 1st Qu.: 26.00 1st Qu.: 18.38 1st Qu.: 17.93
Median : 45.00 Median : 52.25 Median : 35.50 Median : 58.00 Median : 80.25 Median : 55.50 Median : 67.30
Mean : 63.65 Mean : 75.94 Mean : 58.45 Mean : 83.11 Mean :107.08 Mean : 86.17 Mean : 91.84
3rd Qu.: 87.25 3rd Qu.:111.72 3rd Qu.: 80.30 3rd Qu.:116.55 3rd Qu.:143.75 3rd Qu.:139.90 3rd Qu.:139.55
Max. :371.40 Max. :530.70 Max. :471.50 Max. :502.30 Max. :992.40 Max. :529.00 Max. :462.10

31058 31060 31061 31065 31068 31069 31071
Min. : 0.00 Min. : 0.00 Min. : 0.00 Min. : 0.00 Min. : 0.00 Min. : 0.00 Min. : 0.00
1st Qu.: 6.00 1st Qu.: 20.70 1st Qu.: 24.75 1st Qu.: 11.88 1st Qu.: 34.85 1st Qu.: 35.33 1st Qu.: 15.12
Median : 61.00 Median : 82.05 Median : 70.50 Median : 77.50 Median : 98.00 Median : 75.00 Median : 60.00
Mean : 84.42 Mean : 98.40 Mean : 92.79 Mean : 96.36 Mean :111.88 Mean :106.53 Mean : 93.09
3rd Qu.:140.50 3rd Qu.:149.53 3rd Qu.:137.84 3rd Qu.:145.25 3rd Qu.:171.18 3rd Qu.:156.88 3rd Qu.:161.25
Max. :551.70 Max. :759.70 Max. :480.10 Max. :676.00 Max. :400.90 Max. :516.40 Max. :402.00

31073 31074 31077 31083 31085 31086 31088
Min. : 0.00 Min. : 0.00 Min. : 0.00 Min. : 0.00 Min. : 0.00 Min. : 0.00 Min. : 0.00
1st Qu.: 25.57 1st Qu.: 35.05 1st Qu.: 2.30 1st Qu.: 20.38 1st Qu.: 26.85 1st Qu.: 39.25 1st Qu.: 26.25
Median : 77.70 Median : 88.95 Median : 53.90 Median : 79.90 Median : 85.65 Median : 99.05 Median : 83.35
Mean :102.86 Mean :120.04 Mean : 79.14 Mean : 91.16 Mean : 101.63 Mean :115.59 Mean :115.14
3rd Qu.:151.25 3rd Qu.:164.40 3rd Qu.:124.33 3rd Qu.:124.00 3rd Qu.: 138.80 3rd Qu.:176.25 3rd Qu.:174.93
Max. :743.90 Max. :673.30 Max. :429.00 Max. :405.80 Max. :1113.40 Max. :452.00 Max. :677.30

31090 31094 31114
Min. : 0.00 Min. : 0.00 Min. : 0.00
1st Qu.: 14.30 1st Qu.: 16.32 1st Qu.: 19.75
Median : 68.20 Median : 70.55 Median : 61.00
Mean : 94.26 Mean : 94.26 Mean : 87.15
3rd Qu.:143.47 3rd Qu.:151.55 3rd Qu.:133.32
Max. :413.10 Max. :423.30 Max. :383.40
```

Figura 4.21 Resumen de las estaciones de Yucatán CONAGUA

4.3.2 Tendencia

La comparación de la tendencia de los datos anual para los tres estados se representó por medio de una gráfica que se muestra en la Figura 4.22, donde se deja ver que Tabasco es quien presenta las precipitaciones más altas en el periodo del 2002 al 2014.

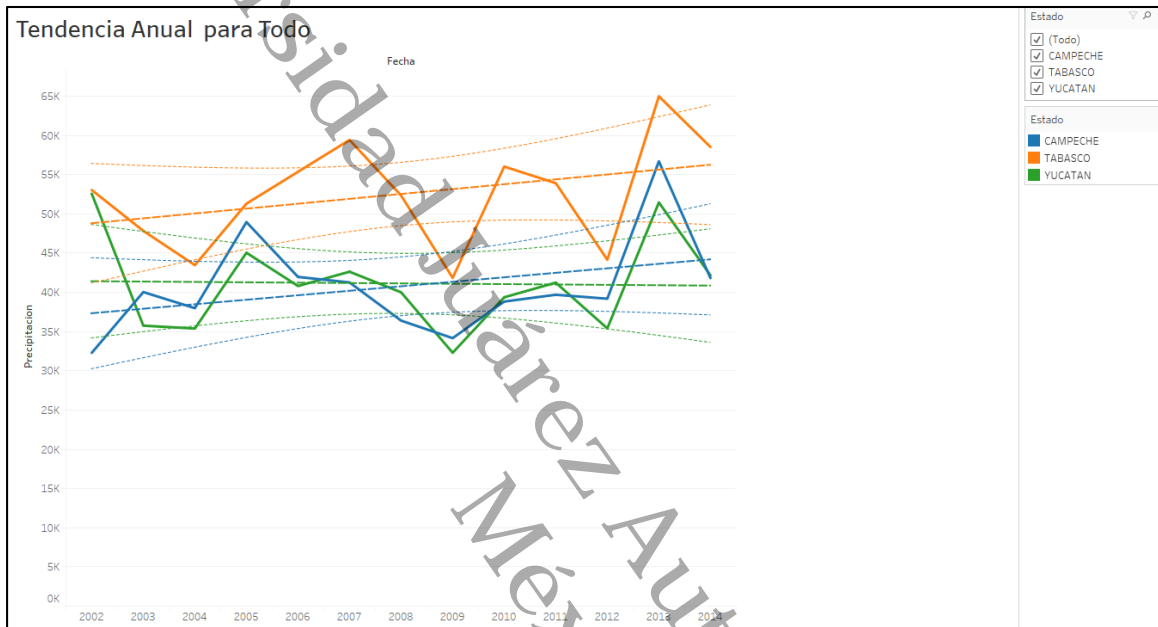


Figura 4.22 Tendencia anual CONAGUA

De igual forma la comparación de la tendencia de los datos trimestrales para los tres estados se representó por medio de una gráfica que se muestra en la Figura 4.23, donde se deja ver que Tabasco es quien presenta las precipitaciones más altas en el periodo del 2002 al 2014, se confirma el mismo comportamiento que la tendencia anual.

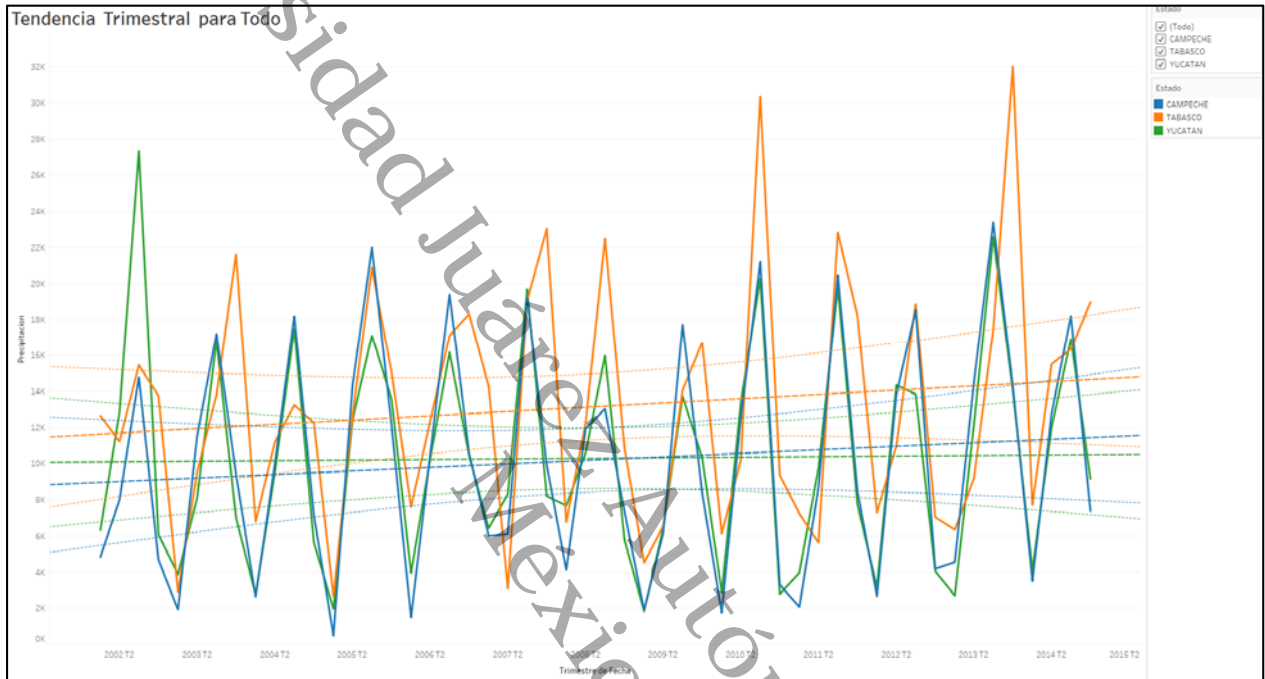


Figura 4.23 Tendencia Trimestral CONAGUA

A continuación, se presenta la tendencia para el estado de Campeche en la Figura 4.24.

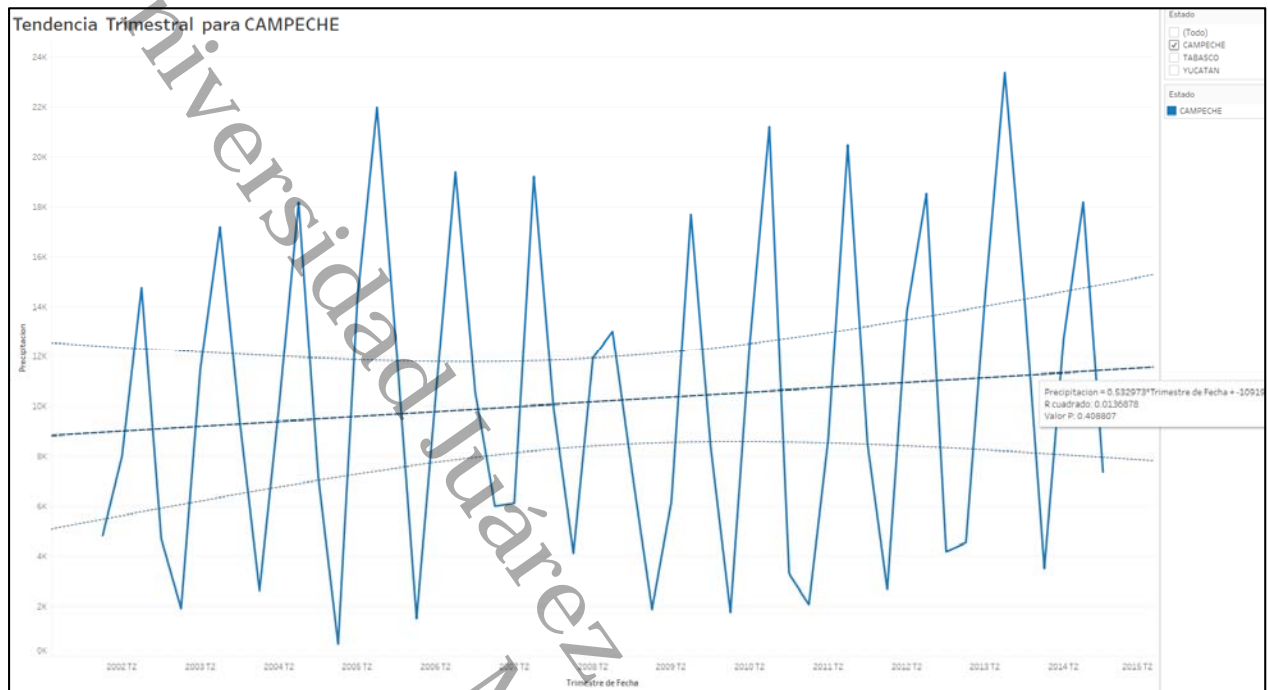


Figura 4.24 Tendencia Campeche CONAGUA

Para Campeche la descripción de la línea de tendencia es:

- Valor P: 0.408807.
- Ecuación: Precipitación = $0.532973 \cdot \text{Trimestre de Fecha} + -10919.2$.

Los coeficientes para la línea de tendencia de Campeche se muestran en la Tabla 4.17:

Tabla 4.17 Coeficientes de la línea de tendencia Campeche CONAGUA

Término	Valor	StdErr	Valor t	Valor p
Año de Fecha	0.532973	0.639824	0.832999	0.408807
intercepto	-10919.2	25342.3	-0.430867	0.668417

La tendencia para el estado de Tabasco se muestra en la Figura 4.25.

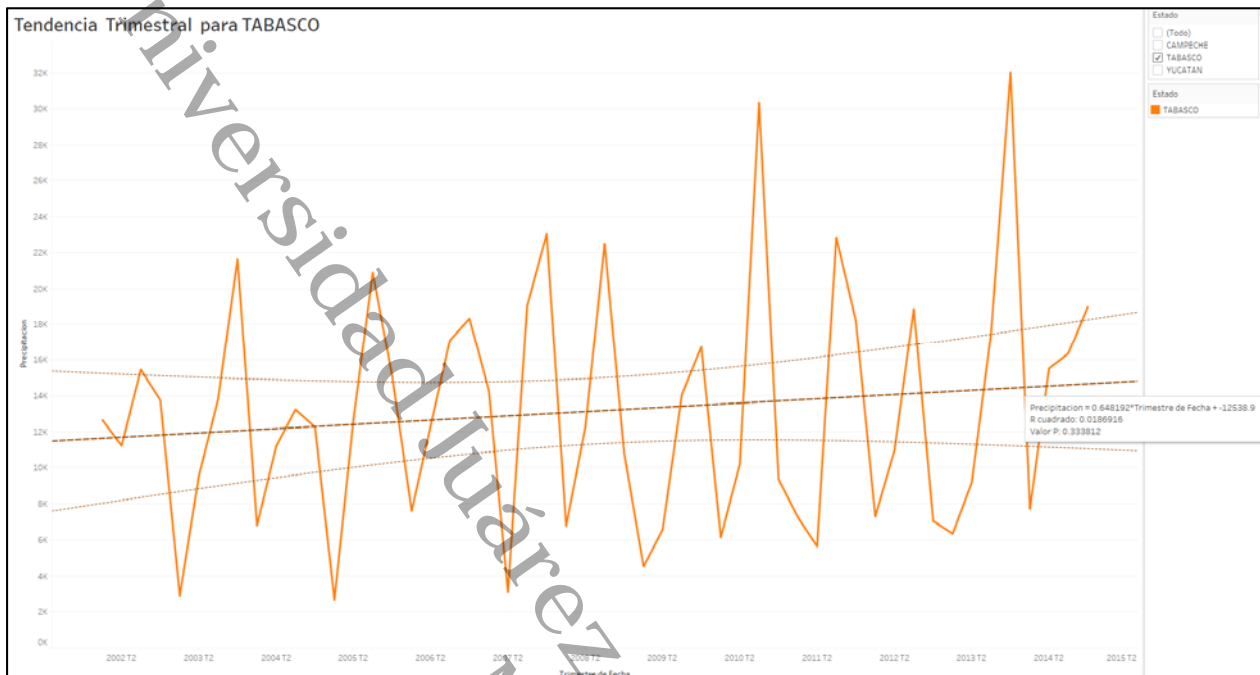


Figura 4.25 Tendencia Tabasco CONAGUA

Para Tabasco la descripción de la línea de tendencia es:

- Valor P: 0. 333812.
- Ecuación: Precipitación = 0.648192*Trimestre de Fecha + -12538.9.

Los coeficientes de la línea de tendencia para Tabasco se muestran en la Tabla 4.18:

Tabla 4.18 Coeficientes de la línea de tendencia Tabasco CONAGUA

Término	Valor	StdErr	Valor t	Valor p
Año de Fecha	0.648192	0.6642	0.9759	0.333812
intercepto	-12538.9	26307.8	-0.476621	0.635708

La tendencia para el estado de Yucatán se muestra en la Figura 4.26.

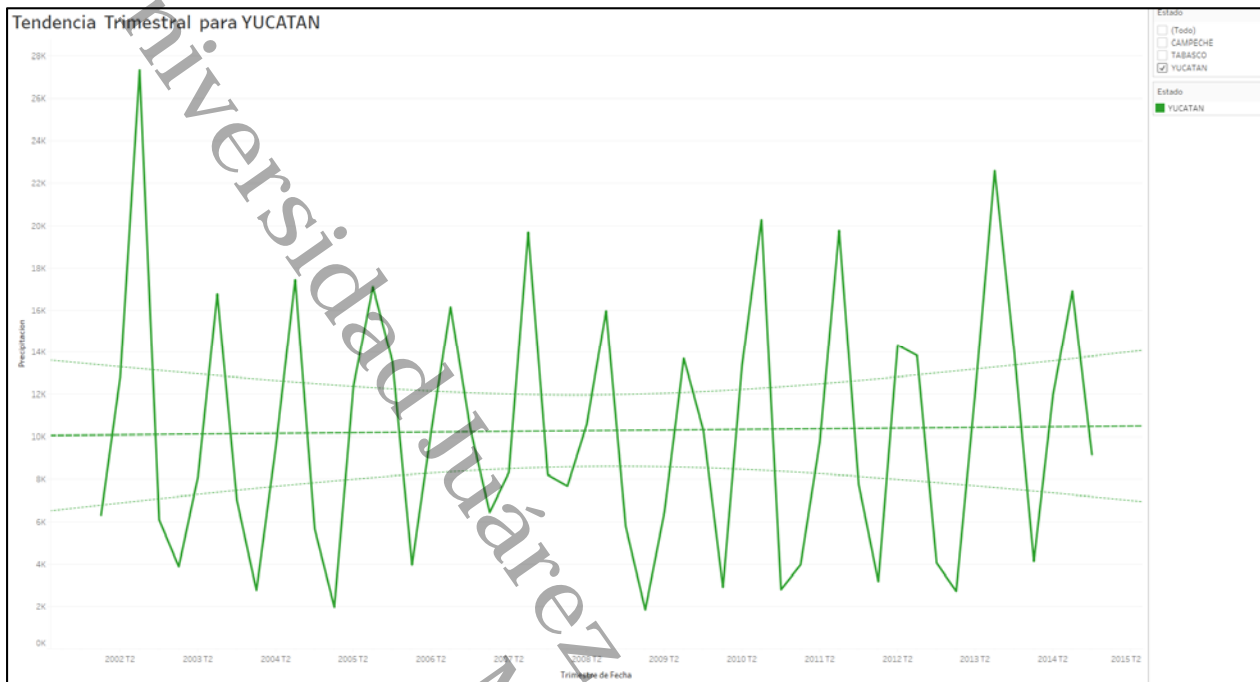


Figura 4.26 Tendencia Yucatán CONAGUA

Para Yucatán la descripción de la línea de tendencia es:

- Valor P: 0.887233
- Ecuación: $\text{Precipitación} = 0.0870072 * \text{Trimestre de Fecha} + 6827.44$

Los coeficientes para la línea de tendencia de Yucatán se muestran en la tabla 4.19:

Tabla 4.19 Coeficientes de la línea de tendencia Yucatán CONAGUA

Término	Valor	StdErr	Valor t	Valor p
Año de Fecha	0.0870072	0.610441	0.142532	0.887233
intercepto	6827.44	24178.5	0.282376	0.778821

4.3.3 Pronóstico

En este apartado se presenta el pronóstico los estados del Sureste de la República Mexicana mediante el modelo de suavizado exponencial.

En la Figura 4.27, se muestra el pronóstico para estado de Campeche.

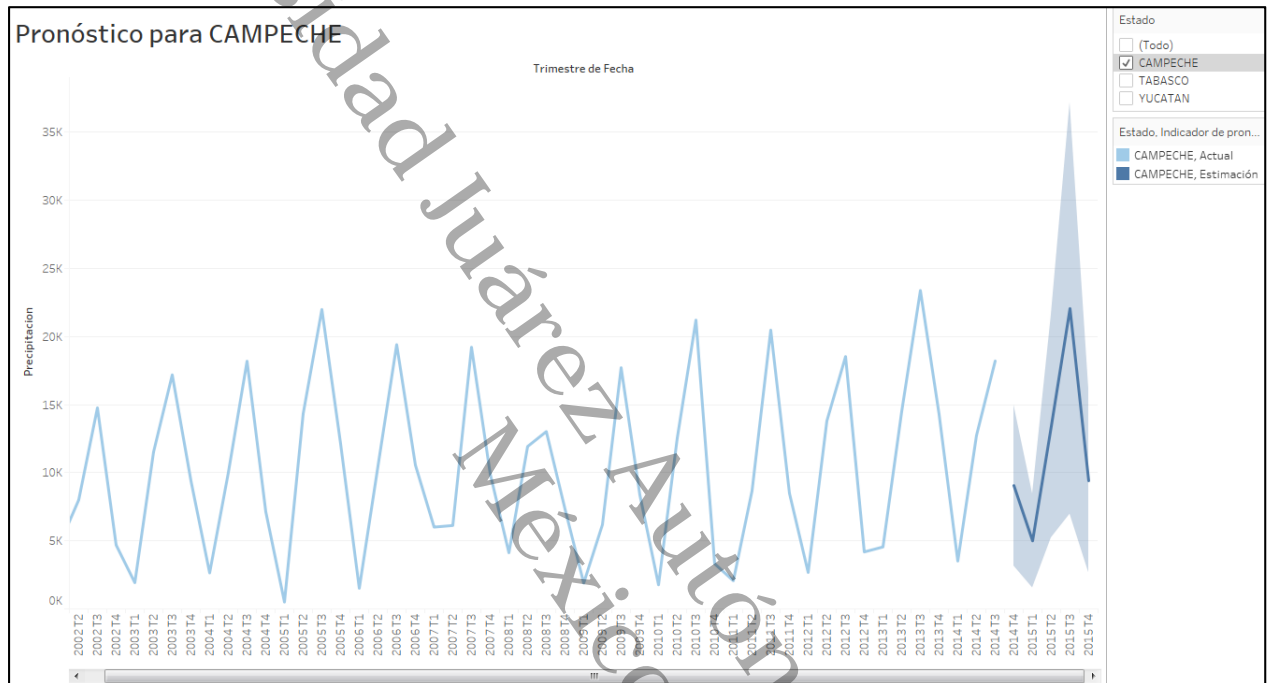


Figura 4.27 Pronóstico Campeche CONAGUA

El siguiente pronóstico es del estado de Tabasco y se presenta en la Figura 4.28.

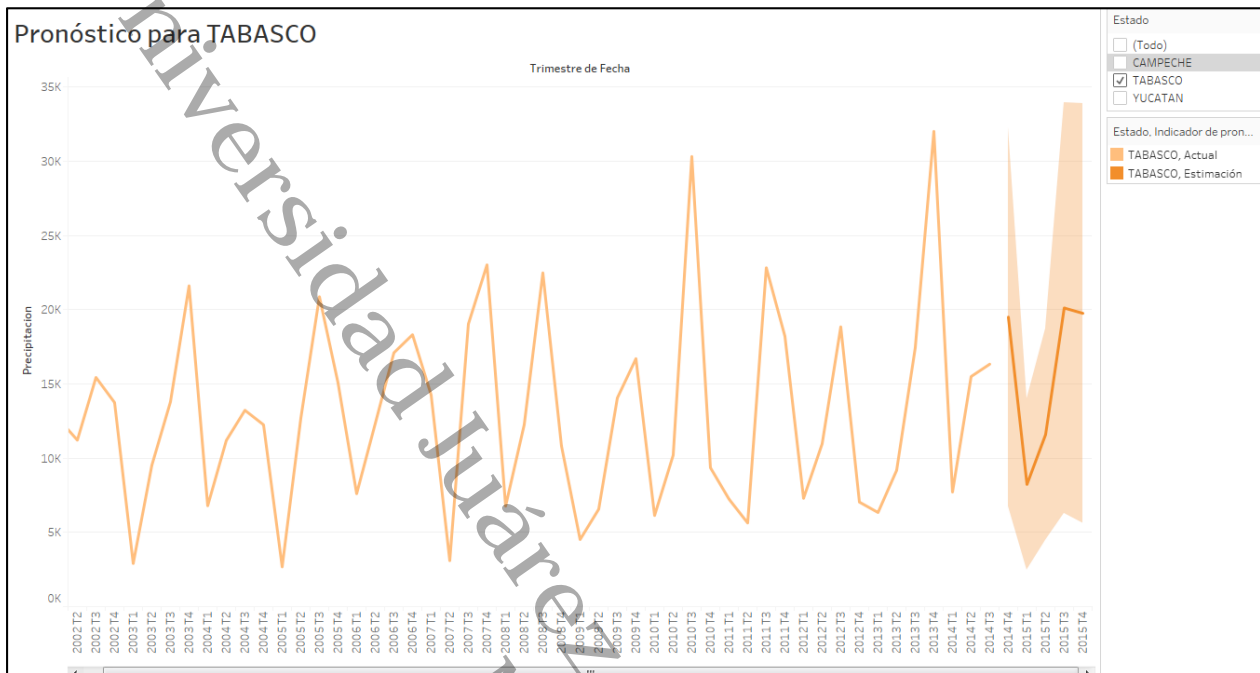


Figura 4.28 Pronóstico Tabasco CONAGUA

El pronóstico para el estado de Yucatán se muestra en la Figura 4.29.

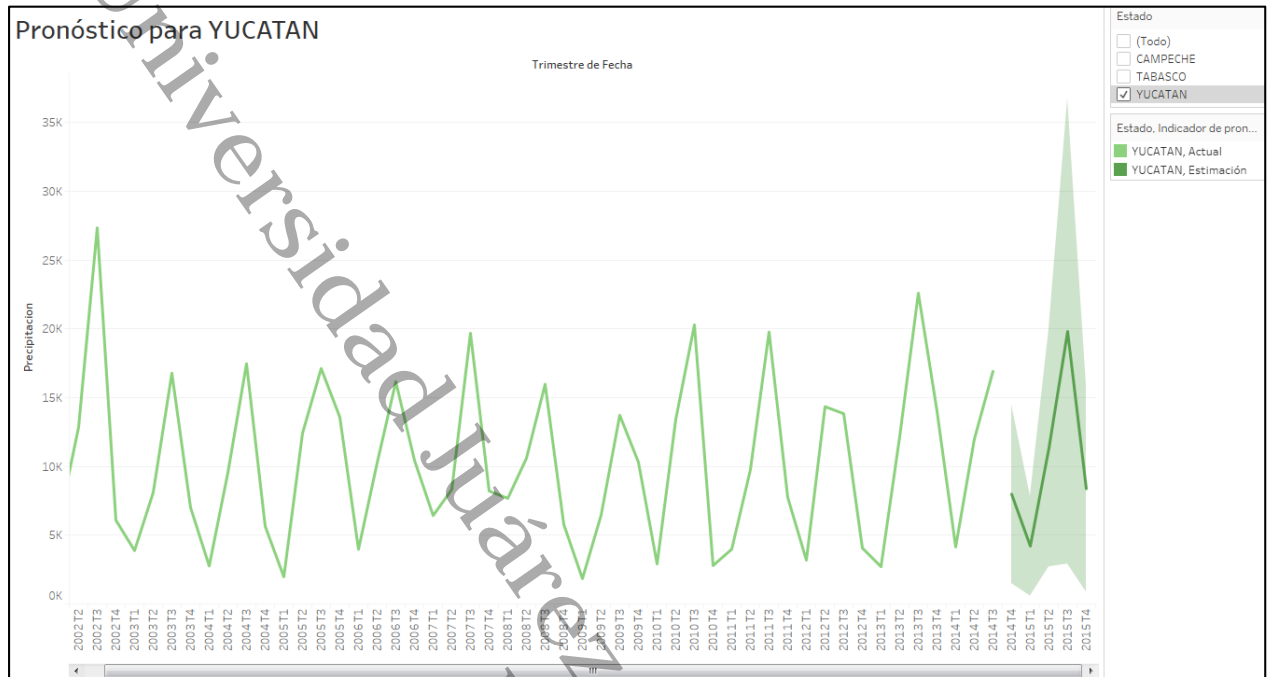


Figura 4.29 Pronóstico Yucatán CONAGUA

A continuación se presentan las opciones para la creación de estos pronósticos:

- Serie de tiempo: Trimestre de Fecha.
- Medidas: Suma de Precipitación.
- Pronóstico hacia delante: 5 trimestres (T4 2014 – T4 2015).
- Pronóstico basado en: T1 2002 – T3 2014.
- Ignorar últimos: 1 trimestre (T4 2014)
- Patrón de temporada: 4 ciclo trimestral

Las características para el pronóstico de la Suma de Precipitación se muestran en la Tabla 4.20. En esta tabla se muestra que la calidad del modelo dio un resultado bien para Yucatán y Campeche. Para Tabasco su calidad fue aceptada.

Tabla 4.20 Características Suma Precipitación CONAGUA

Color	Inicial	Cambiar desde el inicio	Efecto de Temporada		Contribución		Calidad
			Alto	Bajo	Tendencia	Temporada	
Estado	T4 2014	T4 2014 – T4 2015					
Yucatán	7,977 ± 6,490	393	T3 2015 2	T1 2015 0	100.0%	0.0%	Bien
Tabasco	19,507 ± 12,753	255	T3 2015 1	T1 2015 1	100.0%	0.0%	Aceptar
Campeche	9,058 ± 5,906	345	T3 2015 2	T1 2015 0	100.0%	0.0%	Bien

La descripción del modelo utilizado es el que se muestra en la Tabla. 4.21. Para los tres estados el modelo fue de nivel multiplicativo, con tendencia aditiva y de temporada multiplicativo.

Tabla 4.21 Descripción del modelo CONAGUA

Color	Modelo			Métricas de Calidad				Coeficientes de Suavizado				
	Estado	Nivel	Tendencia	Temporada	RMSE	MAE	MASE	MAPE	AIC	Alfa	Beta	Gamma
Yucatán	Multiplificativo	Aditivo	Multiplificativo		3,235	2,547	0.35	34.0%	842	0.041	0.336	0.100
Tabasco	Multiplificativo	Aditivo	Multiplificativo		4,937	3,624	0.47	41.1%	885	0.002	0.136	0.099
Campeche	Multiplificativo	Aditivo	Multiplificativo		2,840	2,224	0.28	50.7%	829	0.061	0.010	0.000

Precipitaciones estimadas trimestrales con el 95% de intervalo de predicción para la precipitación se muestran en la Tabla 4.22.

Tabla 4.22 Precipitaciones estimadas CONAGUA

Estado	Trimestre	Inferior	Superior	Precipitación
Yucatán	2014 T4	1486.43342	14466.6971	7976.56524
Yucatán	2015 T1	578.435307	7822.79544	4200.61538
Yucatán	2015 T2	2700.68856	19963.9059	11332.2972

Tabla 4.22 (Continuación) Precipitaciones estimadas CONAGUA

Estado	Trimestre	Inferior	Superior	Precipitación
Yucatán	2015 T3	2902.20177	36701.4572	19801.8295
Yucatán	2015 T4	865.556148	15873.1965	8369.37632
Tabasco	2014 T4	6754.32031	32259.3778	19506.8491
Tabasco	2015 T1	2465.29354	13996.9717	8231.1326
Tabasco	2015 T2	4467.45469	18709.4059	11588.4303
Tabasco	2015 T3	6281.96571	33957.2389	20119.6023
Tabasco	2015 T4	5624.16463	33898.8052	19761.4849
Campeche	2014 T4	3151.69723	14964.3927	9058.04498
Campeche	2015 T1	1545.29221	8440.87371	4993.08296
Campeche	2015 T2	5218.8337	21584.8466	13401.8401
Campeche	2015 T3	6959.80782	37149.2034	22054.5056
Campeche	2015 T4	2663.78107	16142.7165	9403.24877

Los datos de precipitación reales para el año 2016 que fueron excluidos del pronóstico se presentan a continuación:

Tabla 4.23 Precipitaciones reales CONAGUA

Año de Fecha	Estado	Trimestre de Fecha	Prom. Precipitación	Precipitación
2014	YUCATAN	T4	82.423603604	9,149.02
2014	TABASCO	T4	234.225308642	18,972.25
2014	CAMPECHE	T4	74.460606061	7,371.6

Al comparar los datos reales contra los resultados del pronóstico se observa que las precipitaciones reales están dentro de los rangos inferior y superior que resultaron del modelo aplicado.

Capítulo 5. Conclusiones, recomendaciones y trabajos futuros

5.1 Conclusiones

En esta investigación se obtuvieron datos de tres repositorios distintos, ellos son datos.gob.mx (2017), CLICOM (2017) y CONAGUA (2017), para cada *set* de datos se aplicó el proceso KDP basado en Bramer (2007, p 2) y basado en Rocha (2007) se realizó la creación de mapas web dinámicos (Ver la sección 1.4 “Metodología utilizada”). Respecto al desarrollo de las analíticas y mapas interactivos se utilizó Tableau como herramienta de analítica visual.

En tal sentido, entre los tres *sets* de datos a pesar de no presentar la misma frecuencia en los datos, Tabasco resulta ser el estado con más precipitaciones del sureste de la República Mexicana.

Además, los tres *sets* de datos mostraron un patrón de comportamiento estacional; sin embargo, para el *set* de datos.gob.mx. (2017) de frecuencia anual, al aplicar el modelo de suavizado exponencial sus resultados fueron deficientes, caso contrario a los *sets* de datos de CLICOM (2017) y CONAGUA (2017) de frecuencia diaria y mensual respectivamente de acuerdo a los resultados de la calidad de los modelos.

Para estos últimos dos modelos fue posible aplicar el modelo de suavizado exponencial de nivel multiplicativo, de tendencia aditivo y temporada multiplicativo. De ellos dos el que mostró mejores resultados fue CONAGUA (2017), al tener para los estados de Campeche y Yucatán buena calidad y para Tabasco aceptable.

Cabe señalar que en el resultado influyó el tratamiento de los datos en la etapa selección, limpieza y preprocesado. El *set* de datos de CONAGUA presentó una mejor definición en su estructura original de los datos, con la confiabilidad de tener una bandera de calidad

en sus datos, se eligió para aplicar el preprocesado en R, sin embargo, para el set de datos de CLICOM se encontraron datos faltantes donde no fue posible conocer si faltan porque no se registró lluvia o porque la medición no fue capturada lo que causó incertidumbre en la confiabilidad de los datos.

Con lo anterior se confirma lo que afirma (Pérez y Santín p. 73, 2007) “Las primeras fases del KDD son muy importantes porque determinan que las fases sucesivas sean capaces de extraer conocimiento válido y útil a partir de la información original”

Por otra parte, Ayala, Ortiz, Guevara, & Maya (2018, p. 359) comentan que “La tendencia se está orientando hacia la utilización de herramientas de inteligencia de negocios modernas basadas en memoria y con capacidades de lógica asociativa de consultas”. Es así como en esta investigación se logró la efectiva aplicación de Tableau como herramienta de analítica visual, mediante el uso de mapas y graficas interactivas lo que permitió hacer la comparación de los tres sets de datos.

Según las gráficas, las precipitaciones mayores ocurrieron en el tercer trimestre del año para la región surestes del país.

Así pues, con base en los datos y de acuerdo a la herramienta analítica si fue posible conocer las tendencias y el pronóstico a un periodo siguiente, para el set de datos.gob.mx (2017) fue el año siguiente, para CLICOM (2017) y CONAGUA (2017) fue el trimestre siguiente.

5.2 Trabajos futuros

Por último, se proponen los siguientes trabajos futuros para darle seguimiento a esta investigación:

- Incluir además de la precipitación otras variables en el estudio como por ejemplo datos de temperatura y humedad, para conocer la relación entre las variables y la forma en que afecta la correlación entre ellas en el lenguaje R.
- Utilizar datos que provengan de señales por radar.

- Aplicar métodos más robustos para el modelo de los datos y pronósticos como una Red Neuronal Artificial (*ANN, por sus siglas en inglés*).
- Emplear Redes Neuronales Feed-Forward (*FFNN, por sus siglas en inglés*) como menciona Mishra, Soni, Sharma & Upadhyay (2018).

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Referencias

Impresas

- Álvaro, J. & Luana, P. (2017) "Analysis of the stochastic model of the Markov chain on daily rainfall occurrence in the state of Santa Catarina, Brazil", *Management of Environmental Quality: An International Journal*, Vol. 28 Issue: 1, pp.2-16, doi: 10.1108/MEQ-07-2015-0135
- Ayala, J., Ortiz, J., Guevara, C., & Maya, E. (2018). Herramientas de Business Intelligence (BI) modernas, basadas en memoria y con lógica asociativa. *Revista PUCE*. ISSN: 2528-8156. NÚM.106. p. 359
- Bramer, M. (2007). *Principles of data mining* (Vol. 180). p 2. London.: Springer.
- Coria, R., Cruz-Meléndez, C. and Villers-Ruiz, L. (2015). Climate data and the Mexican standard on open data. In *Proceedings of the 16th Annual International Conference on Digital Government Research (dg.o '15)*. ACM, New York, NY, USA, 314-315. ISBN: 978-1-4503-3600-0, doi:10.1145/2757401.2757451
- Espejo, I., Fernández, F., López, M., Muñoz, M., Rodríguez, A., Sánchez, A., Valero, C. (2006). *Estadística Descriptiva y Probabilidad (Teoría y problemas)*. 3a. Edición. Universidad de Cadiz. p 3, ISBN: 978-84-9828-058-6
- Fang, W. & Song, Y. (2016). Regional characteristics of long-term changes in total and extreme precipitations over China and their links to atmospheric–oceanic features. *International Journal Of Climatology*. Int. J. Climatol. 37: 751–769 (2017). Published online 20 April 2016 in Wiley Online Library DOI: 10.1002/joc.4737
- Gemmer, M., Becker, S. & Jiang, T. (2004). Observed monthly precipitation trends in China 1951-2002. *Theor. Appl. Climatol.* 77, 39–45 (2004). doi: 10.1007/s00704-003-0018-3
- Gocic, M. & Trajkovic, S. (2013). Analysis of precipitation and drought data in Serbia over the period 1980–2010. *Journal Of Hydrology*. ELSEVIER. doi: 10.1016/j.jhydrol.2013.04.044

- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). Forecasting: principles and practice. OTexts. ISBN 978-0-987-5071-1-2
- Hurwitz, J., Kaufman, M. & Bowles, A. (2015). *Cognitive Computing and Big Data Analytics*. Indianapolis, IN: John Wiley & Sons, Inc.
- Ishak, E.H., Rahman, A., Westra, S., Sharma, A. & Kuczera, G. (2013). Evaluating the non-stationarity of Australian annual maximum flood. *Journal Of Hydrology. ELSEVIER*. doi: 10.1016/j.jhydrol.2013.04.021
- Maderey, R. y Jiménez, R. (2005). Principios de Hidrografía. Estudio del Ciclo Hidrológico. Universidad Autónoma de México. Instituto de Geografía. Geografía para el siglo XXI (Obra General). Serie de Textos Universitarios. Primera Edición. 2005. ISBN: 970-32-2965-4
- Méndez, G., Návar, C. y González, O. (2007). Análisis de tendencias de precipitación (1920-2004) en México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM* ISSN 0188-4611, Núm. 65, 2008, pp. 38-55.
- Mishra, N., Soni, H., Sharma, H., & Upadhyay, A. (2018). Development and Analysis of Artificial Neural Network Models for Rainfall Prediction by Using Time-Series Data. *International Journal of Intelligent Systems and Applications*, 2018, 1, 16-23. doi: 10.5815/ijisa.2018.01.03
- Partal, T. & Kahya, E. (2006). Trend analysis in Turkish precipitation data. *Hydrol. Process. 20, 2011–2026 (2006)*. Wiley. doi: 10.1002/hyp.5993
- Pérez, L. C. y Santín, G. D. (2007). Minería de Datos. Técnicas y Herramientas. Thomson Ediciones Paraninfo, S.A. 1ª. Edición, 2da. Reimpresión 2008. Madrid, España. 2007. p. 73. ISBN:978-84-9732-492-2
- Salvador-González, M. & Canul-Reich, J., (2018). Visualización y Análisis de Precipitaciones Pluviales de la República Mexicana desde 1981 al 2016. *Big Data Analytics: Una perspectiva multidisciplinaria para la mejora del proceso de toma de decisiones en las organizaciones*. Pública investigación 3. J. Hernández, J. Zavala. Bonilla Artigas Editores. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. 2018. ISBN: 978-607-8519-81-1

- Salvador-González, M., Canul-Reich, J., Corona-Ferreira, A., (2018). Análisis Del Dataset De CLICOM De Precipitaciones Del Estado De Tabasco, México. *XVII Convención y Feria Internacional de Informática 2018*. Memorias de la Convención y Feria Informática 2018. InfoTIC. ISBN 978-959-7255-00-0
- Salvador-González, M. & Canul-Reich, J., (Septiembre 27, 2018). Primeras fases del proceso KDD para datos de precipitaciones mensuales del estado de Tabasco de CONAGUA. En R. Gúzman (Secretario de Investigación, Posgrado y Vinculación). *Semana de Difusión y Divulgación Científica*. Conferencia llevada a cabo en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Cunduacán, Tabasco, Septiembre 27, 2018.
- Trigg, M., Birch, C., Neal, J., Bates, P., Smith, A., Sampson, C., Yamazaki, D., Hirabayashi, Y., Pappenberger, F., Dutra, E., Ward, P., Winsemius, H., Salamon, P., Dottori, F., Rudari, R., Kappes, M., Simpson, A., Hadzilacos, G. & Fewtrell, J. (2016). The credibility challenge for global fluvial flood risk analysis. *IOPscience*. Environ. Res. Lett. 11 (2016) 094014. Published 14 September 2016. doi:10.1088/1748-9326/11/9/094014
- Turgay, P. & Ercan, K. (2005). Trend analysis in Turkish precipitation data. *Hydrological Processes*. Hydrol. Process. 20, 2011–2026 (2006). Published online 23 December 2005 in Wiley InterScience. DOI: 10.1002/hyp.5993
- World Economic Forum (2016). The Global Information Technology Report 2016: Innovating in the Digital Economy. Geneve: World Economic Forum. : Baller, S., Dutta, S., Lanvin, B. 227, 269, 271, 281.
- Zeileis, A. & Grothendieck, G. (2005). zoo: S3 Infrastructure for Regular and Irregular Time Series. *Journal of Statistical Software*, 14(6), 1-27. doi:10.18637/jss.v014.i06
- Zeng, W., Yu, Z., Wu, S. & Qin, J. (2016). Changes in annual, seasonal and monthly precipitation events and their link with elevation in Sichuan province, China. *Int. J. Climatol.* 36: 2303–2322 (2016). Wiley. doi: 10.1002/joc.449

Electrónicas

- Banas, T. (2018). Cómo calcular una línea de tendencia. Leaf Group Ltd. Recuperado Diciembre 12, 2018, de: <https://www.geniolandia.com/13074793/como-calcular-una-linea-de-tendencia>
- CENAPRED (2016, Abril 29). Descripción de los fenómenos hidrometeorológicos. Subdirección de Riesgos Hidrometeorológicos. p. 5. Recuperado Agosto 23, 2017, de: http://www.cenapred.gob.mx/es/documentosWeb/Enaproc/fenomenos_2016.pdf
- CENAPRED (2016, Abril 29). [Ilustración Gráfica del Porcentaje del impacto económico por desastres 2000-2015]. Descripción de los fenómenos hidrometeorológicos. Subdirección de Riesgos Hidrometeorológicos. p. 8. Recuperado Agosto 23, 2017, de: http://www.cenapred.gob.mx/es/documentosWeb/Enaproc/fenomenos_2016.pdf
- Cherven, K. (Productor). (2017). Data Visualization Techniques. Packt Publishing. Tech Knowledge in Motion [Curso en línea]. Udemy. Sección 3. Recuperado Agosto 10, 2017 de: <https://www.udemy.com/data-visualization-techniques/>
- CLICOM (2017). Datos climáticos diarios CLICOM del SMN a través de su plataforma web del CICESE. [Fichero de Datos]. Recuperado Octubre 27, 2017, de: <http://clicom-mex.cicese.mx>
- CONAGUA (2017). Datos climáticos mensuales del Sureste de México a través de su solicitud oficial por correo. [Fichero de Datos] Recuperado Octubre 30, 2017.
- Dowle, M., & Srinivasan, A. (2018). data.table: Extension of `data.frame`. R package version 1.11.8. Recuperado Diciembre 6, 2018 de : <https://CRAN.R-project.org/package=data.table>
- Eiloart, J. (2015). The Internet of 'Thingalytics', IoT Now - How to run an IoT enabled business Online. Recuperado Abril 20, 2018, de: <https://www.iod-now.com/2015/08/17/35904-the-internet-of-thingalytics/>
- Englehart, P. J., & Douglas, A. V. (2002). Mexico's summer rainfall patterns: an analysis of regional modes and changes in their teleconnectivity. *Atmósfera*, 15(3), 147-

164. Recuperado Marzo 29, 2017, de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-62362002000300002&lng=es&tlng=en.
- ESRI. (2016). Utilizar mapas Web y servicios SIG. Recuperado Octubre 20, 2017, de: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/map/web-maps-and-services/what-are-web-maps-.htm>
- Gama, C., Villanueva, G., Macias, V., Moguel, O. y Benitez, P. (2008). Inundaciones y lluvias extremas en Tabasco. Semana de Divulgación y Video Científico 2008. UJAT. Recuperado Marzo 29, 2017, de: <http://www.archivos.ujat.mx/dip/divulgacion%20y%20video%20cietifico%202008/DACBIOL/LGamaC.pdf>
- García, A., Méndez, E., Nava, S., Vázquez, B. (2016). Impacto Socioeconómico de los Desastres en México durante 2016. Resumen Ejecutivo. SEGOB. Recuperado Agosto 23, 2017, de: <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/368-RESUMENEJECUTIVOIMPACTO2016.PDF>
- García-Páez, F. y Cruz-Medina, L. (2009). Variabilidad de la precipitación pluvial en la región Pacífico Norte de México. *Agrociencia*, 43(1), 1-9. Recuperado Junio 17, 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952009000100001&lng=es&tlng=es.
- Gómez-Aguilar, D. A., García-Peñalvo, F. J., & Therón, R. (2014). ANALÍTICA VISUAL EN E-LEARNING. *El profesional de la información*, 23(3). Recuperado Mayo 29, 2018 de: <http://www.elprofesionaldelainformacion.com/contenidos/2014/mayo/03.pdf>
- IBM (2018). Tendencia (lineal o en línea recta). IBM Knowledge Center. Recuperado Enero 17, 2019 de: https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SSEP7J_11.0.0/com.ibm.swg.ba.cognos.pp_usr_gd.doc/c_trendlinearorstraightline.html
- IDG Enterprise (August 10, 2016). 2016 Data & Analytics Infographic. *IDG Enterprise*. Retrieved December 14, 2016 from: <https://es.scribd.com/document/320807392/2016-Data-Analytics-Infographic>

- Interactivo. (2017). *DefiniciónABC*. Recuperado Junio 17, 2017, de: <https://www.definicionabc.com/general/interactivo.php>
- Jiménez, S., Barboza, R. (2007, Noviembre 1). Tabasco, un edén devastado. *El Universal.mx*. Recuperado Marzo 27, 2017, de: <http://archivo.eluniversal.com.mx/primera/29850.html>
- John, J., & Kohli, K. (2013). Interactive data exploration and visualization tool. U.S. Patent Application No 13/453,439, 24 Oct. 2013. Recuperado Mayo 29, 2018 de: <http://www.freepatentsonline.com/20130282696.pdf>
- Leaflet. (2017). Leaflet. Recuperado Octubre 20, 2017, de: <http://leafletjs.com/>
- Mapa. (2017). Definición de Mapa. Recuperado Junio 17, 2017, de: <http://definicion.de/mapa/>
- Mercado, M., Ramírez, R., Vizcarra, H., López, A., López, V., Granados, M., Reyes, L. y Chaires, M. (2014). Organización Mexicana de Meteorólogos, A. C. Recuperado Junio 12, 2017, de: <http://www.ommac.org/memoria2014/extensos/E2014092601.pdf>
- Precipitación. (2017). *Diccionario de Astronomía*. Recuperado Junio 17, 2017, de: <http://www.astromia.com/glosario/precipitacion.htm>
- Portal de Geoinformación. (2012). [Mapa Precipitación anual en México (1910-2009)] *Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad*. Recuperado Marzo 27, 2017, de: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/clima/precip/isoyt1mgw
- QGIS. (2017). Un Sistema de Información Geográfica libre y de Código Abierto. Recuperado Octubre 20, 2017, de: <https://www.qgis.org/es/site/>
- R (2018). The R Project for Statistical Computing. Recuperado Noviembre 30, 2018, de: <https://www.r-project.org/>
- R-Tutorials Training. (2018). Introduction to Time Series Analysis and Forecasting in R. R-Tutorials Training. Data Science Education. Recuperado Marzo 12, 2018, de: <https://www.udemy.com/time-series-analysis-and-forecasting-in-r/learn/v4/overview>

- Rocha, A. (2007). Guidelines for Designing WEB Maps. An Academic Experience (2406). 6th FIG Regional Conference, San José, Costa Rica. Recuperado Septiembre 13, 2017, de: https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/costarica/papers/ts03/ts03_01_rocha_2406.pdf
- Rodríguez, (2017). Tendencias en Business Intelligence del Big Data al Social Intelligence. Revista Tecnológica N° 10. Enero - Diciembre 2017 / Escuela Especializada En Ingeniería Itca-Fepade. Recuperado Abril 20, 2018, de: <http://hdl.handle.net/10972/3028>
- RStudio. (2017). Take control of your R code. Recuperado Octubre 20, 2017, de: <https://www.rstudio.com/products/RStudio/>
- SEGOB, 2016. [Ilustración Gráfica de los Impactos económicos anuales de los desastres 2000-2016 en millones de pesos (precios corrientes)]. Impacto Socioeconómico de los Desastres en México durante 2016. Resumen Ejecutivo. SEGOB. Recuperado Agosto 23, 2017, de: <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/368-RESUMENEJECUTIVOIMPACTO2016.PDF>
- SEGOB, 2016. [Ilustración Gráfica del Porcentaje de daños y pérdidas generadas por tipo de fenómeno en 2016]. Impacto Socioeconómico de los Desastres en México durante 2016. Resumen Ejecutivo. SEGOB. Recuperado Agosto 23, 2017, de: <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/368-RESUMENEJECUTIVOIMPACTO2016.PDF>
- Shaw, J. (2014, March-April). Why “Big Data” Is a Big Deal. Information science promises to change the world. *HARVARD Magazine*. Retrieved March 18, 2017 from: <http://harvardmagazine.com/2014/03/why-big-data-is-a-big-deal>
- datos.gob.mx. (2017). Sitio Oficial de Datos Abiertos del Gobierno de la República Mexicana. (2017) *Precipitación promedio* [Precipitacion.zip]. Disponible en <https://datos.gob.mx/busca/dataset/precipitacion/resource/92e2045e-f102-4f8d-9049-9a34884bd606>
- Tableau. (2017). Tableau Desktop. Información general. Recuperado Octubre 20, 2017, de: <https://www.tableau.com/es-es/products/desktop>

Tableau. (2018). Descripciones de pronóstico. Recuperado Diciembre 8, 2018, de:https://onlinehelp.tableau.com/current/pro/desktop/es-es/forecast_describe.htm

Wickham, H., François, R., Henry, L, Müller, K. (2018). dplyr: A Grammar of Data Manipulation. R package version 0.7.8. Recuperado Diciembre 1, 2018 de: <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>

Wickham, H., Hester, J. & Francois, R. (2017). readr: Read Rectangular Text Data. R package version 1.1.1. Recuperado Diciembre 1, 2018 de: <https://CRAN.R-project.org/package=readr>

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Glosario

A

AIC: Criterio de información Akaike

M

MAE: Error absoluto de media

MAPE: Error de porcentaje absoluto de media

MASE: Error escalado absoluto de media.

R

RMSE: Error de cuadrado de media raíz

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

APÉNDICES

Apéndice A. Datos anuales para la obtención del pronóstico de datos.gob.mx (2017)

Año de Fecha	Estado	Indicador de pronóstico	Prom. Precipitación	Intervalo de predicción inferior para Precipitación	Intervalo de predicción superior para Precipitación	Precipitación
2016	YUCATAN	Estimación	1047.38446	-185.33813	46897.9851	23356.3235
2017	YUCATAN	Estimación	1047.38446	-2964.05435	49676.7013	23356.3235
2018	YUCATAN	Estimación	1047.38446	-5476.20584	52188.8528	23356.3235
1981	YUCATAN	Actual	871.890476			36619.4
1982	YUCATAN	Actual	986.026829			40427.1
1983	YUCATAN	Actual	1220.77143			59817.8
1984	YUCATAN	Actual	1110.84909			61096.7
1985	YUCATAN	Actual	1055.69074			57007.3
1986	YUCATAN	Actual	831.608929			46570.1
1987	YUCATAN	Actual	838.054545			36874.4
1988	YUCATAN	Actual	1197.44651			51490.2
1989	YUCATAN	Actual	1185.58857			41495.6
1990	YUCATAN	Actual	1102.54318			48511.9
1991	YUCATAN	Actual	1103.98298			51887.2
1992	YUCATAN	Actual	1128.60877			64330.7
1993	YUCATAN	Actual	1199.52545			65973.9
1994	YUCATAN	Actual	990.588889			53491.8
1995	YUCATAN	Actual	1205.79592			59084
1996	YUCATAN	Actual	897.201852			48448.9
1997	YUCATAN	Actual	1119.67778			60462.6
1998	YUCATAN	Actual	1143.34314			58310.5
1999	YUCATAN	Actual	1227.82549			62619.1
2000	YUCATAN	Actual	997.748214			55873.9
2001	YUCATAN	Actual	978.577358			51864.6
2002	YUCATAN	Actual	1391.15862			80687.2
2003	YUCATAN	Actual	931.514576			54959.36
2004	YUCATAN	Actual	965.819038			50222.59
2005	YUCATAN	Actual	1144.08235			58348.2
2006	YUCATAN	Actual	1048.4625			50326.2
2007	YUCATAN	Actual	1014.89091			44655.2

Año de Fecha	Estado	Indicador de pronóstico	Prom. Precipitación	Intervalo de predicción inferior para Precipitación	Intervalo de predicción superior para Precipitación	Precipitación
2008	YUCATAN	Actual	1020.0875			8160.7
2009	YUCATAN	Actual				
2010	YUCATAN	Actual				
2011	YUCATAN	Actual				
2012	YUCATAN	Actual				
2013	YUCATAN	Actual	1107.66957			25476.4
2014	YUCATAN	Actual	923.75			22170
2015	YUCATAN	Actual	818.192593			22091.2
2016	TABASCO	Estimación	2108.90863	50416.0893	114853.811	82634.95
2017	TABASCO	Estimación	2108.90863	50416.0893	114853.811	82634.95
2018	TABASCO	Estimación	2108.90863	50416.0893	114853.811	82634.95
1981	TABASCO	Actual	2623.6641			102322.9
1982	TABASCO	Actual	2270.42424			74924
1983	TABASCO	Actual	1919.83333			74873.5
1984	TABASCO	Actual	2306.45294			78419.4
1985	TABASCO	Actual	1893.34483			54907
1986	TABASCO	Actual	1956.96071			54794.9
1987	TABASCO	Actual	1998.81034			57965.5
1988	TABASCO	Actual	2431.17105			92384.5
1989	TABASCO	Actual	2167.12632			82350.8
1990	TABASCO	Actual	2142.14667			96396.6
1991	TABASCO	Actual	1908.43333			80154.2
1992	TABASCO	Actual	2446.32727			107638.4
1993	TABASCO	Actual	2080.59362			97787.9
1994	TABASCO	Actual	1700.90816			83344.5
1995	TABASCO	Actual	2539.01489			119333.7
1996	TABASCO	Actual	2124.08298			99831.9
1997	TABASCO	Actual	2097.75			96496.5
1998	TABASCO	Actual	1866.21951			76515
1999	TABASCO	Actual	2399.475			86381.1
2000	TABASCO	Actual	2340.88387			72567.4
2001	TABASCO	Actual	2093.77838			77469.8
2002	TABASCO	Actual	2096.21463			85944.8
2003	TABASCO	Actual	1873.33953			80553.6
2004	TABASCO	Actual	1664.09474			63235.6
2005	TABASCO	Actual	1902.09024			77985.7
2006	TABASCO	Actual	2177.71556			97997.2
2007	TABASCO	Actual	2141.43			85657.2
2008	TABASCO	Actual	1992.32273			87662.2

Año de Fecha	Estado	Indicador de pronóstico	Prom. Precipitación	Intervalo de predicción inferior para Precipitación	Intervalo de predicción superior para Precipitación	Precipitación
2009	TABASCO	Actual	1583.95111			71277.8
2010	TABASCO	Actual	2288.13902			93813.7
2011	TABASCO	Actual	2216.21321			117459.3
2012	TABASCO	Actual	1803.31852			97379.2
2013	TABASCO	Actual	2588.76			64719
2014	TABASCO	Actual	2100.57879			69319.1
2015	TABASCO	Actual	2206.9628			55174.07
2016	CAMPECHE	Estimación	1211.55811	7948.18893	47196.7401	27572.4645
2017	CAMPECHE	Estimación	1211.55811	5631.85741	49513.0716	27572.4645
2018	CAMPECHE	Estimación	1211.55811	3537.73365	51607.1953	27572.4645
1981	CAMPECHE	Actual	1195.78519			32286.2
1982	CAMPECHE	Actual	1164.52			40758.2
1983	CAMPECHE	Actual	1077.85238			45269.8
1984	CAMPECHE	Actual	1223.40465			52606.4
1985	CAMPECHE	Actual	1324.15854			54290.5
1986	CAMPECHE	Actual	1100.55122			45122.6
1987	CAMPECHE	Actual	1212.13333			47273.2
1988	CAMPECHE	Actual	1399.55676			51783.6
1989	CAMPECHE	Actual	1317.96154			51400.5
1990	CAMPECHE	Actual	1213.55588			41260.9
1991	CAMPECHE	Actual	1190.12727			39274.2
1992	CAMPECHE	Actual	1443.91389			51980.9
1993	CAMPECHE	Actual	1153.6175			46144.7
1994	CAMPECHE	Actual	1115.5			35696
1995	CAMPECHE	Actual	1717.55714			60114.5
1996	CAMPECHE	Actual	1223.54884			52612.6
1997	CAMPECHE	Actual	1346.02683			55187.1
1998	CAMPECHE	Actual	1208.44			60422
1999	CAMPECHE	Actual	1401.67111			63075.2
2000	CAMPECHE	Actual	1193.14167			57270.8
2001	CAMPECHE	Actual	1222.51364			53790.6
2002	CAMPECHE	Actual	1473.18723			69239.8
2003	CAMPECHE	Actual	1248.71176			63684.3
2004	CAMPECHE	Actual	1143.9125			54907.8
2005	CAMPECHE	Actual	1517.176			75858.8
2006	CAMPECHE	Actual	1341.53529			68418.3
2007	CAMPECHE	Actual	1216.66875			58400.1
2008	CAMPECHE	Actual	1312.25			57739
2009	CAMPECHE	Actual	1034.11373			52739.8

Año de Fecha	Estado	Indicador de pronóstico	Prom. Precipitación	Intervalo de predicción inferior para Precipitación	Intervalo de predicción superior para Precipitación	Precipitación
2010	CAMPECHE	Actual	1188.2102			58222.3
2011	CAMPECHE	Actual	1117.09608			56971.9
2012	CAMPECHE	Actual	1178.15185			63620.2
2013	CAMPECHE	Actual	1483.2			31147.2
2014	CAMPECHE	Actual	1090.70476			22904.8
2015	CAMPECHE	Actual	990.68381			20804.36

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Apéndice B. Datos trimestrales para la obtención del pronóstico de CLICOM (2017)

Indicador de pronóstico	Trimestre de Fecha	Intervalo de predicción inferior para Prom. Precipitación	Intervalo de predicción superior para Prom. Precipitación	Prom. Precipitación	Intervalo de predicción inferior para Precipitación	Intervalo de predicción superior para Precipitación	Precisión de Precipitación	Calidad de precipitación
Estimación	2016 T4	17.4715109	31.8360667	24.6537888	11719.8396	48614.1757	±18447.168 019282	49.5447856
Estimación	2017 T1	11.7639938	22.4493565	17.1066752	4698.44847	22583.2356	±8942.3935 46261	49.5447856
Estimación	2017 T2	15.1788098	26.6312969	20.9050534	6403.497	23727.7558	±8662.1294 25064	49.5447856
Estimación	2017 T3	14.4805723	27.2844039	20.8824881	10532.2449	48554.217	±19010.986 046301	49.5447856
Estimación	2017 T4	16.9586025	32.8712626	24.9149325	10108.3666	50919.5591	±20405.596 258439	49.5447856
Actual	1921 T1			12.8545455				
Actual	1921 T2			19.4703704				
Actual	1921 T3			11.7733333				
Actual	1921 T4			14.2782609				
Actual	1922 T1			6.4875				
Actual	1922 T2			6.75333333				
Actual	1922 T3			12.6352941				
Actual	1922 T4			24.1277778				
Actual	1923 T1			8.55882353				
Actual	1923 T2			22.5285714				
Actual	1923 T3			13.278481				
Actual	1923 T4			16.5340909				
Actual	1924 T1			21.605				
Actual	1924 T2			19.1058824				
Actual	1924 T3			23.0306306				
Actual	1924 T4			15.06875				
Actual	1925 T1			23.8854839				
Actual	1925 T2			15.5163636				
Actual	1925 T3			13.0448276				
Actual	1925 T4			18.1020619				
Actual	1926 T1			10.335				
Actual	1926 T2			31.6272727				
Actual	1926 T3			17.1123894				
Actual	1926 T4			19.1346774				
Actual	1927 T1			10.7789474				

Indicador de pronóstico	Trimestre de Fecha	Intervalo de predicción inferior para Prom. Precipitación	Intervalo de predicción superior para Prom. Precipitación	Prom. Precipitación	Intervalo de predicción inferior para Precipitación	Intervalo de predicción superior para Precipitación	Precisión de Precipitación	Calidad de precipitación
Actual	1927 T2			15.1307692				
Actual	1927 T3			16.7				
Actual	1927 T4			26.4314516				
Actual	1928 T1			22.4847826				
Actual	1928 T2			9.29452055				
Actual	1928 T3			16.5582822				
Actual	1928 T4			21.4448				
Actual	1929 T1			14.915625				
Actual	1929 T2			15.7021505				
Actual	1929 T3			17.7023392				
Actual	1929 T4			20.1664336				
Actual	1930 T1			17.56				
Actual	1930 T2			21.037				
Actual	1930 T3			15.5144928				
Actual	1930 T4			24.2379562				
Actual	1931 T1			10.3439024				
Actual	1931 T2			21.5390476				
Actual	1931 T3			22.12375				
Actual	1931 T4			20.6243902				
Actual	1932 T1			22.456044				
Actual	1932 T2			15.9882979				
Actual	1932 T3			14.2592593				
Actual	1932 T4			22.7915663				
Actual	1933 T1			16.855102				
Actual	1933 T2			18.9833333				
Actual	1933 T3			18.6957831				
Actual	1933 T4			12.2752212				
Actual	1934 T1			21.8140625				
Actual	1934 T2			17.08375				
Actual	1934 T3			18.0103175				
Actual	1934 T4			23.1504348				
Actual	1935 T1			36.7307692				
Actual	1935 T2			18.8650794				
Actual	1935 T3			14.7339623				
Actual	1935 T4			16.1768293				
Actual	1936 T1			17.2438596				
Actual	1936 T2			19.4188406				
Actual	1936 T3			18.2432203				
Actual	1936 T4			24.8285714				

Indicador de pronóstico	Trimestre de Fecha	Intervalo de predicción inferior para Prom. Precipitación	Intervalo de predicción superior para Prom. Precipitación	Prom. Precipitación	Intervalo de predicción inferior para Precipitación	Intervalo de predicción superior para Precipitación	Precisión de Precipitación	Calidad de precipitación
Actual	1937 T1			23.7354839				
Actual	1937 T2			18.8387755				
Actual	1937 T3			16.8787402				
Actual	1937 T4			20.4581081				
Actual	1938 T1			16.4196078				
Actual	1938 T2			20.7041667				
Actual	1938 T3			19.1592				
Actual	1938 T4			21.025				
Actual	1939 T1			9.82318841				
Actual	1939 T2			17.5923077				
Actual	1939 T3			27.4181818				
Actual	1939 T4			20.46875				
Actual	1940 T1			19.2096774				
Actual	1940 T2			24.4035714				
Actual	1940 T3			20.9741379				
Actual	1940 T4			15.9162791				
Actual	1941 T1			16.302439				
Actual	1941 T2			14.659322				
Actual	1941 T3			18.0232323				
Actual	1941 T4			14.6267327				
Actual	1942 T1			13.6305882				
Actual	1942 T2			11.3376812				
Actual	1942 T3			14.8835749				
Actual	1942 T4			14.2290323				
Actual	1943 T1			23.2094737				
Actual	1943 T2			12.4959459				
Actual	1943 T3			16.473224				
Actual	1943 T4			24.9774194				
Actual	1944 T1			12.3320388				
Actual	1944 T2			17.4285714				
Actual	1944 T3			11.2836431				
Actual	1944 T4			11.1425806				
Actual	1945 T1			16.1268293				
Actual	1945 T2			16.5096774				
Actual	1945 T3			16.3656934				
Actual	1945 T4			16.0255319				
Actual	1946 T1			17.3209677				
Actual	1946 T2			18.2170068				
Actual	1946 T3			14.4608108				

Indicador de pronóstico	Trimestre de Fecha	Intervalo de predicción inferior para Prom. Precipitación	Intervalo de predicción superior para Prom. Precipitación	Prom. Precipitación	Intervalo de predicción inferior para Precipitación	Intervalo de predicción superior para Precipitación	Precisión de Precipitación	Calidad de precipitación
Actual	1946 T4			17.0949239				
Actual	1947 T1			13.497861				
Actual	1947 T2			15.1645833				
Actual	1947 T3			16.2082781				
Actual	1947 T4			20.7705556				
Actual	1948 T1			16.1804511				
Actual	1948 T2			13.7258278				
Actual	1948 T3			15.3874693				
Actual	1948 T4			19.5393321				
Actual	1949 T1			8.40857143				
Actual	1949 T2			11.6613718				
Actual	1949 T3			17.6804124				
Actual	1949 T4			13.1532258				
Actual	1950 T1			12.5985251				
Actual	1950 T2			16.2414773				
Actual	1950 T3			13.6098837				
Actual	1950 T4			12.2073211				
Actual	1951 T1			12.5009009				
Actual	1951 T2			14.744582				
Actual	1951 T3			18.9356069				
Actual	1951 T4			15.0396057				
Actual	1952 T1			6.58068966				
Actual	1952 T2			14.2782918				
Actual	1952 T3			16.6288478				
Actual	1952 T4			16.3821674				
Actual	1953 T1			8.39300912				
Actual	1953 T2			14.2340164				
Actual	1953 T3			14.0760339				
Actual	1953 T4			15.5019305				
Actual	1954 T1			10.1841141				
Actual	1954 T2			18.9859624				
Actual	1954 T3			14.3999086				
Actual	1954 T4			12.8934124				
Actual	1955 T1			11.0144033				
Actual	1955 T2			11.3414634				
Actual	1955 T3			17.0901836				
Actual	1955 T4			18.7666021				
Actual	1956 T1			5.90488372				
Actual	1956 T2			15.3956627				

Indicador de pronóstico	Trimestre de Fecha	Intervalo de predicción inferior para Prom. Precipitación	Intervalo de predicción superior para Prom. Precipitación	Prom. Precipitación	Intervalo de predicción inferior para Precipitación	Intervalo de predicción superior para Precipitación	Precisión de Precipitación	Calidad de precipitación
Actual	1956 T3			13.1105518				
Actual	1956 T4			16.7716233				
Actual	1957 T1			17.5478469				
Actual	1957 T2			16.6344059				
Actual	1957 T3			16.300198				
Actual	1957 T4			13.6949675				
Actual	1958 T1			8.70231092				
Actual	1958 T2			16.4981636				
Actual	1958 T3			14.4543925				
Actual	1958 T4			17.1357215				
Actual	1959 T1			8.67799718				
Actual	1959 T2			20.9712519				
Actual	1959 T3			11.9693548				
Actual	1959 T4			20.9137514				
Actual	1960 T1			8.68282648				
Actual	1960 T2			16.7976059				
Actual	1960 T3			16.061645				
Actual	1960 T4			12.9916579				
Actual	1961 T1			12.2247392				
Actual	1961 T2			14.7315335				
Actual	1961 T3			15.4544828				
Actual	1961 T4			18.6713911				
Actual	1962 T1			11.4324				
Actual	1962 T2			16.0807692				
Actual	1962 T3			16.4123311				
Actual	1962 T4			13.147389				
Actual	1963 T1			17.3063796				
Actual	1963 T2			12.5069474				
Actual	1963 T3			19.4197006				
Actual	1963 T4			14.0863078				
Actual	1964 T1			9.5412114				
Actual	1964 T2			19.3194342				
Actual	1964 T3			13.9430629				
Actual	1964 T4			23.2123616				
Actual	1965 T1			15.5620397				
Actual	1965 T2			17.6032626				
Actual	1965 T3			14.4593369				
Actual	1965 T4			18.9792217				
Actual	1966 T1			10.5832575				

Indicador de pronóstico	Trimestre de Fecha	Intervalo de predicción inferior para Prom. Precipitación	Intervalo de predicción superior para Prom. Precipitación	Prom. Precipitación	Intervalo de predicción inferior para Precipitación	Intervalo de predicción superior para Precipitación	Precisión de Precipitación	Calidad de precipitación
Actual	1966 T2			14.985119				
Actual	1966 T3			18.0196479				
Actual	1966 T4			15.7893581				
Actual	1967 T1			11.8673966				
Actual	1967 T2			17.4724311				
Actual	1967 T3			18.2165685				
Actual	1967 T4			19.5727583				
Actual	1968 T1			14.6068207				
Actual	1968 T2			14.207497				
Actual	1968 T3			12.0905569				
Actual	1968 T4			18.123913				
Actual	1969 T1			11.1567619				
Actual	1969 T2			12.2312907				
Actual	1969 T3			19.2907553				
Actual	1969 T4			18.306386				
Actual	1970 T1			10.8379545				
Actual	1970 T2			18.7360924				
Actual	1970 T3			18.9088222				
Actual	1970 T4			18.634366				
Actual	1971 T1			13.7448529				
Actual	1971 T2			12.2656051				
Actual	1971 T3			15.3950099				
Actual	1971 T4			13.7025599				
Actual	1972 T1			25.1690265				
Actual	1972 T2			22.4072007				
Actual	1972 T3			13.0066146				
Actual	1972 T4			21.018907				
Actual	1973 T1			8.3457523				
Actual	1973 T2			18.1147306				
Actual	1973 T3			20.2623606				
Actual	1973 T4			21.0932844				
Actual	1974 T1			19.4379518				
Actual	1974 T2			20.2395046				
Actual	1974 T3			18.269678				
Actual	1974 T4			17.3449541				
Actual	1975 T1			14.7552266				
Actual	1975 T2			14.0571275				
Actual	1975 T3			16.4815934				
Actual	1975 T4			22.9793659				

Indicador de pronóstico	Trimestre de Fecha	Intervalo de predicción inferior para Prom. Precipitación	Intervalo de predicción superior para Prom. Precipitación	Prom. Precipitación	Intervalo de predicción inferior para Precipitación	Intervalo de predicción superior para Precipitación	Precisión de Precipitación	Calidad de precipitación
Actual	1976 T1			16.2088212				
Actual	1976 T2			16.3470636				
Actual	1976 T3			13.58539				
Actual	1976 T4			21.2328958				
Actual	1977 T1			10.5543129				
Actual	1977 T2			11.8806187				
Actual	1977 T3			14.5511497				
Actual	1977 T4			18.730491				
Actual	1978 T1			14.8846875				
Actual	1978 T2			15.6763318				
Actual	1978 T3			17.0656172				
Actual	1978 T4			20.5907676				
Actual	1979 T1			14.655941				
Actual	1979 T2			22.0078041				
Actual	1979 T3			19.8517363				
Actual	1979 T4			18.2750839				
Actual	1980 T1			14.7105398				
Actual	1980 T2			16.3672727				
Actual	1980 T3			18.4059561				
Actual	1980 T4			27.5386457				
Actual	1981 T1			17.3935409				
Actual	1981 T2			20.5886792				
Actual	1981 T3			19.6049352				
Actual	1981 T4			20.9189024				
Actual	1982 T1			15.7495652				
Actual	1982 T2			18.1713306				
Actual	1982 T3			17.6916667				
Actual	1982 T4			21.3172888				
Actual	1983 T1			11.5066265				
Actual	1983 T2			15.9082418				
Actual	1983 T3			15.4609384				
Actual	1983 T4			19.4790469				
Actual	1984 T1			10.7305333				
Actual	1984 T2			23.0341191				
Actual	1984 T3			17.186596				
Actual	1984 T4			16.6240545				
Actual	1985 T1			13.8911145				
Actual	1985 T2			16.4224888				
Actual	1985 T3			14.8922619				

Indicador de pronóstico	Trimestre de Fecha	Intervalo de predicción inferior para Prom. Precipitación	Intervalo de predicción superior para Prom. Precipitación	Prom. Precipitación	Intervalo de predicción inferior para Precipitación	Intervalo de predicción superior para Precipitación	Precisión de Precipitación	Calidad de precipitación
Actual	1985 T4			17.5022546				
Actual	1986 T1			14.6950249				
Actual	1986 T2			21.3008518				
Actual	1986 T3			13.1911765				
Actual	1986 T4			16.7619394				
Actual	1987 T1			12.9246622				
Actual	1987 T2			18.8401773				
Actual	1987 T3			17.4390794				
Actual	1987 T4			20.1953247				
Actual	1988 T1			13.9199357				
Actual	1988 T2			19.7473759				
Actual	1988 T3			18.0574733				
Actual	1988 T4			21.7411665				
Actual	1989 T1			15.8450727				
Actual	1989 T2			15.1988204				
Actual	1989 T3			18.4066804				
Actual	1989 T4			20.8503139				
Actual	1990 T1			14.5113108				
Actual	1990 T2			16.1703911				
Actual	1990 T3			14.7463898				
Actual	1990 T4			21.6521772				
Actual	1991 T1			18.2660053				
Actual	1991 T2			14.0557143				
Actual	1991 T3			14.9404167				
Actual	1991 T4			20.5460341				
Actual	1992 T1			13.8873767				
Actual	1992 T2			17.0332065				
Actual	1992 T3			19.3366113				
Actual	1992 T4			21.9989292				
Actual	1993 T1			12.966069				
Actual	1993 T2			21.1783516				
Actual	1993 T3			16.6623579				
Actual	1993 T4			18.8544				
Actual	1994 T1			15.2699346				
Actual	1994 T2			15.4612216				
Actual	1994 T3			15.7468602				
Actual	1994 T4			17.443031				
Actual	1995 T1			17.094582				
Actual	1995 T2			20.3255639				

Indicador de pronóstico	Trimestre de Fecha	Intervalo de predicción inferior para Prom. Precipitación	Intervalo de predicción superior para Prom. Precipitación	Prom. Precipitación	Intervalo de predicción inferior para Precipitación	Intervalo de predicción superior para Precipitación	Precisión de Precipitación	Calidad de precipitación
Actual	1995 T3			22.5642332				
Actual	1995 T4			20.0907116				
Actual	1996 T1			11.9418381				
Actual	1996 T2			17.5171053				
Actual	1996 T3			18.4461825				
Actual	1996 T4			18.917696				
Actual	1997 T1			14.9976344				
Actual	1997 T2			16.3349892				
Actual	1997 T3			16.5649848				
Actual	1997 T4			20.0511713				
Actual	1998 T1			7.6477089				
Actual	1998 T2			14.1388571				
Actual	1998 T3			19.4907101				
Actual	1998 T4			19.3325513				
Actual	1999 T1			17.7123116				
Actual	1999 T2			19.9920578				
Actual	1999 T3			21.0602066				
Actual	1999 T4			23.5911901				
Actual	2000 T1			14.3803324				
Actual	2000 T2			19.9834711				
Actual	2000 T3			19.143938				
Actual	2000 T4			21.3810968				
Actual	2001 T1			14.5126739				
Actual	2001 T2			16.3733542				
Actual	2001 T3			17.2858545				
Actual	2001 T4			22.5877295				
Actual	2002 T1			21.6618992				
Actual	2002 T2			20.6689609				
Actual	2002 T3			17.0462931				
Actual	2002 T4			21.9393777				
Actual	2003 T1			12.1836957				
Actual	2003 T2			21.7462236				
Actual	2003 T3			15.4080315				
Actual	2003 T4			22.4139801				
Actual	2004 T1			13.7554745				
Actual	2004 T2			18.8295165				
Actual	2004 T3			16.1169447				
Actual	2004 T4			18.763848				
Actual	2005 T1			11.3773994				

Indicador de pronóstico	Trimestre de Fecha	Intervalo de predicción inferior para Prom. Precipitación	Intervalo de predicción superior para Prom. Precipitación	Prom. Precipitación	Intervalo de predicción inferior para Precipitación	Intervalo de predicción superior para Precipitación	Precisión de Precipitación	Calidad de precipitación
Actual	2005 T2			25.7527697				
Actual	2005 T3			17.5486776				
Actual	2005 T4			18.3000984				
Actual	2006 T1			19.535085				
Actual	2006 T2			19.2963466				
Actual	2006 T3			18.5768961				
Actual	2006 T4			21.3453782				
Actual	2007 T1			22.4888611				
Actual	2007 T2			14.5631179				
Actual	2007 T3			18.8978134				
Actual	2007 T4			27.5402498				
Actual	2008 T1			16.8510888				
Actual	2008 T2			18.9836288				
Actual	2008 T3			21.6179811				
Actual	2008 T4			15.348436				
Actual	2009 T1			14.5824017				
Actual	2009 T2			15.8831325				
Actual	2009 T3			15.842272				
Actual	2009 T4			22.2508555				
Actual	2010 T1			11.28				
Actual	2010 T2			18.6339045				
Actual	2010 T3			22.0122363				
Actual	2010 T4			17.7115752				
Actual	2011 T1			14.9448231				
Actual	2011 T2			15.0141544				
Actual	2011 T3			21.0494639				
Actual	2011 T4			24.8008646				
Actual	2012 T1			18.3508883				
Actual	2012 T2			18.5531873				
Actual	2012 T3			21.2584207				
Actual	2012 T4			16.3542892				
Actual	2013 T1			11.8327511				
Actual	2013 T2			16.479975				
Actual	2013 T3			16.9012934				
Actual	2013 T4			30.3412399				
Actual	2014 T1			15.8440389				
Actual	2014 T2			26.1017401				
Actual	2014 T3			19.3159509				
Actual	2014 T4			27.5373961				

Indicador de pronóstico	Trimestre de Fecha	Intervalo de predicción inferior para Prom. Precipitación	Intervalo de predicción superior para Prom. Precipitación	Prom. Precipitación	Intervalo de predicción inferior para Precipitación	Intervalo de predicción superior para Precipitación	Precisión de Precipitación	Calidad de precipitación
Actual	2015 T1			17.7424219				
Actual	2015 T2			23.9808171				
Actual	2015 T3			16.9717637				
Actual	2015 T4			28.7221014				
Actual	2016 T1			15.205122				
Actual	2016 T2			14.4300153				
Actual	2016 T3			18.6059087				

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Apéndice C. Datos para la obtención del pronóstico de CONAGUA (2017)

Estado	Indicador de pronóstico	Trimestre de Fecha	Intervalo de Predicción inferior para Precipitacion	Intervalo de predicción superior para Precipitacion	Precipitacion
YUCATAN	Estimación	2014 T4	1486.433422	14466.69707	7976.565245
YUCATAN	Estimación	2015 T1	578.4353073	7822.795444	4200.615376
YUCATAN	Estimación	2015 T2	2700.688556	19963.90589	11332.29722
YUCATAN	Estimación	2015 T3	2902.201765	36701.45722	19801.82949
YUCATAN	Estimación	2015 T4	865.5561478	15873.1965	8369.376323
YUCATAN	Actual	2002 T1			6316.35
YUCATAN	Actual	2002 T2			12831.3
YUCATAN	Actual	2002 T3			27333.2
YUCATAN	Actual	2002 T4			6084.8
YUCATAN	Actual	2003 T1			3876.25
YUCATAN	Actual	2003 T2			8097.84
YUCATAN	Actual	2003 T3			16768
YUCATAN	Actual	2003 T4			7011.91
YUCATAN	Actual	2004 T1			2755.5
YUCATAN	Actual	2004 T2			9529.64
YUCATAN	Actual	2004 T3			17456.65
YUCATAN	Actual	2004 T4			5645.79
YUCATAN	Actual	2005 T1			1965.43
YUCATAN	Actual	2005 T2			12399.92
YUCATAN	Actual	2005 T3			17112.4
YUCATAN	Actual	2005 T4			13569.99
YUCATAN	Actual	2006 T1			3965.5
YUCATAN	Actual	2006 T2			10251.15
YUCATAN	Actual	2006 T3			16153.6
YUCATAN	Actual	2006 T4			10435.1
YUCATAN	Actual	2007 T1			6424.6
YUCATAN	Actual	2007 T2			8317.18
YUCATAN	Actual	2007 T3			19676.76

Estado	Indicador de pronóstico	Trimestre de Fecha	Intervalo de Predicción inferior para Precipitación	Intervalo de predicción superior para Precipitación	Precipitación
YUCATAN	Actual	2007 T4			8207.75
YUCATAN	Actual	2008 T1			7672
YUCATAN	Actual	2008 T2			10587.75
YUCATAN	Actual	2008 T3			15967.3
YUCATAN	Actual	2008 T4			5776.71
YUCATAN	Actual	2009 T1			1836
YUCATAN	Actual	2009 T2			6445.89
YUCATAN	Actual	2009 T3			13713.33
YUCATAN	Actual	2009 T4			10302.5
YUCATAN	Actual	2010 T1			2901.8
YUCATAN	Actual	2010 T2			13398.86
YUCATAN	Actual	2010 T3			20281.99
YUCATAN	Actual	2010 T4			2786.59
YUCATAN	Actual	2011 T1			3976.51
YUCATAN	Actual	2011 T2			9751.24
YUCATAN	Actual	2011 T3			19762.9
YUCATAN	Actual	2011 T4			7744.87
YUCATAN	Actual	2012 T1			3179.3
YUCATAN	Actual	2012 T2			14338.545
YUCATAN	Actual	2012 T3			13827.94
YUCATAN	Actual	2012 T4			4060.75
YUCATAN	Actual	2013 T1			2706.18
YUCATAN	Actual	2013 T2			12153.1
YUCATAN	Actual	2013 T3			22588.63
YUCATAN	Actual	2013 T4			14007.05
YUCATAN	Actual	2014 T1			4138.15
YUCATAN	Actual	2014 T2			11974.07
YUCATAN	Actual	2014 T3			16906.54
TABASCO	Estimación	2014 T4	6754.320313	32259.37785	19506.84908
TABASCO	Estimación	2015 T1	2465.293543	13996.97166	8231.132603
TABASCO	Estimación	2015 T2	4467.454693	18709.40592	11588.43031
TABASCO	Estimación	2015 T3	6281.965713	33957.23888	20119.6023
TABASCO	Estimación	2015 T4	5624.164628	33898.80523	19761.48493
TABASCO	Actual	2002 T1			12635.05
TABASCO	Actual	2002 T2			11216.2
TABASCO	Actual	2002 T3			15440.85
TABASCO	Actual	2002 T4			13746.35
TABASCO	Actual	2003 T1			2902.5
TABASCO	Actual	2003 T2			9519.9

Estado	Indicador de pronóstico	Trimestre de Fecha	Intervalo de Predicción inferior para Precipitacion	Intervalo de predicción superior para Precipitacion	Precipitacion
TABASCO	Actual	2003 T3			13794.85
TABASCO	Actual	2003 T4			21615.7
TABASCO	Actual	2004 T1			6793
TABASCO	Actual	2004 T2			11195.05
TABASCO	Actual	2004 T3			13227
TABASCO	Actual	2004 T4			12250.1
TABASCO	Actual	2005 T1			2673.75
TABASCO	Actual	2005 T2			12675.25
TABASCO	Actual	2005 T3			20880.8
TABASCO	Actual	2005 T4			15071.4
TABASCO	Actual	2006 T1			7605.6
TABASCO	Actual	2006 T2			12336.2
TABASCO	Actual	2006 T3			17101.7
TABASCO	Actual	2006 T4			18321.1
TABASCO	Actual	2007 T1			14260.4
TABASCO	Actual	2007 T2			3092.95
TABASCO	Actual	2007 T3			19039.2
TABASCO	Actual	2007 T4			23028.2
TABASCO	Actual	2008 T1			6769
TABASCO	Actual	2008 T2			12258.5
TABASCO	Actual	2008 T3			22489.6
TABASCO	Actual	2008 T4			10823.08
TABASCO	Actual	2009 T1			4517.5
TABASCO	Actual	2009 T2			6562.6
TABASCO	Actual	2009 T3			14056.4
TABASCO	Actual	2009 T4			16707.1
TABASCO	Actual	2010 T1			6136.3
TABASCO	Actual	2010 T2			10203.4
TABASCO	Actual	2010 T3			30329.2
TABASCO	Actual	2010 T4			9357.3
TABASCO	Actual	2011 T1			7236
TABASCO	Actual	2011 T2			5634.2
TABASCO	Actual	2011 T3			22831.45
TABASCO	Actual	2011 T4			18214.75
TABASCO	Actual	2012 T1			7292.5
TABASCO	Actual	2012 T2			10968.3
TABASCO	Actual	2012 T3			18852.7
TABASCO	Actual	2012 T4			7042.25
TABASCO	Actual	2013 T1			6339

Estado	Indicador de pronóstico	Trimestre de Fecha	Intervalo de Predicción inferior para Precipitación	Intervalo de predicción superior para Precipitación	Precipitación
TABASCO	Actual	2013 T2			9180.2
TABASCO	Actual	2013 T3			17443.39
TABASCO	Actual	2013 T4			32024.55
TABASCO	Actual	2014 T1			7715.7
TABASCO	Actual	2014 T2			15501.55
TABASCO	Actual	2014 T3			16335
CAMPECHE	Estimación	2014 T4	3151.697234	14964.39273	9058.044981
CAMPECHE	Estimación	2015 T1	1545.292207	8440.873711	4993.082959
CAMPECHE	Estimación	2015 T2	5218.833698	21584.84656	13401.84013
CAMPECHE	Estimación	2015 T3	6959.807815	37149.20342	22054.50562
CAMPECHE	Estimación	2015 T4	2663.781067	16142.71647	9403.248766
CAMPECHE	Actual	2002 T1			4836.25
CAMPECHE	Actual	2002 T2			8000.85
CAMPECHE	Actual	2002 T3			14765.7
CAMPECHE	Actual	2002 T4			4689.25
CAMPECHE	Actual	2003 T1			1923.4
CAMPECHE	Actual	2003 T2			11515.6
CAMPECHE	Actual	2003 T3			17187.5
CAMPECHE	Actual	2003 T4			9407.4
CAMPECHE	Actual	2004 T1			2640.95
CAMPECHE	Actual	2004 T2			10011.35
CAMPECHE	Actual	2004 T3			18189.9
CAMPECHE	Actual	2004 T4			7142.8
CAMPECHE	Actual	2005 T1			501
CAMPECHE	Actual	2005 T2			14326.4
CAMPECHE	Actual	2005 T3			21986.2
CAMPECHE	Actual	2005 T4			12140.7
CAMPECHE	Actual	2006 T1			1511.9
CAMPECHE	Actual	2006 T2			10487
CAMPECHE	Actual	2006 T3			19404
CAMPECHE	Actual	2006 T4			10561.95
CAMPECHE	Actual	2007 T1			6005
CAMPECHE	Actual	2007 T2			6123.75
CAMPECHE	Actual	2007 T3			19215.2
CAMPECHE	Actual	2007 T4			9916.1
CAMPECHE	Actual	2008 T1			4119.2
CAMPECHE	Actual	2008 T2			11924.9
CAMPECHE	Actual	2008 T3			13019.58
CAMPECHE	Actual	2008 T4			7330.15

Estado	Indicador de pronóstico	Trimestre de Fecha	Intervalo de Predicción inferior para Precipitacion	Intervalo de predicción superior para Precipitacion	Precipitacion
CAMPECHE	Actual	2009 T1			1894.3
CAMPECHE	Actual	2009 T2			6180.6
CAMPECHE	Actual	2009 T3			17712.15
CAMPECHE	Actual	2009 T4			8377.25
CAMPECHE	Actual	2010 T1			1765.2
CAMPECHE	Actual	2010 T2			12535.9
CAMPECHE	Actual	2010 T3			21205.7
CAMPECHE	Actual	2010 T4			3316.85
CAMPECHE	Actual	2011 T1			2065.7
CAMPECHE	Actual	2011 T2			8669.05
CAMPECHE	Actual	2011 T3			20473
CAMPECHE	Actual	2011 T4			8486.75
CAMPECHE	Actual	2012 T1			2674.45
CAMPECHE	Actual	2012 T2			13800.6
CAMPECHE	Actual	2012 T3			18529.5
CAMPECHE	Actual	2012 T4			4182.3
CAMPECHE	Actual	2013 T1			4548.8
CAMPECHE	Actual	2013 T2			14479.15
CAMPECHE	Actual	2013 T3			23380.7
CAMPECHE	Actual	2013 T4			14289.7
CAMPECHE	Actual	2014 T1			3512.1
CAMPECHE	Actual	2014 T2			12734.85
CAMPECHE	Actual	2014 T3			18202.6

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
Mexico.

A N E X O S

Anexo A. Eventos que han generado los mayores
daños por inundación en México (1943-2004)

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Año	Evento	Estado	Muertes	Población Afectada	Daños Totales (Millones de dólares)	Gastos o Invia	Descripción
1943	Lluvias de invierno	Sinaloa	27	600	0.14	14,376 m ³ /s, río Fuerte, estación Huites.	Se desbordaron 11 ríos, los más importantes fueron: el Tamazula, Humaya, Fuerte, Sinaloa y Culiacán. La parte norte del estado quedó aislada por tierra y sin comunicación por vía telefónica y telegráfica. Dos puentes ferroviarios, algunos tramos del ferrocarril Sud-Pacífico, varias carreteras y casas fueron dañadas. Hubo deslizamiento de tierras. Las pérdidas en la agricultura fueron cuantiosas.
1949	Lluvias de invierno	Sinaloa y Sonora	10	159,000	10.20	5,265 m ³ /s, río Yaqui, estación El Águila. 10,000 m ³ /s, río Fuerte, estación Huites. 6,390 m ³ /s, río Mayo, estación Tres Hermanos.	Se desbordaron los ríos Yaqui, Fuerte y Mayo. Más de 35 localidades quedaron inundadas. Al menos 9,000 casas fueron dañadas. Dos puentes y varias carreteras quedaron dañadas. Se perdieron cientos de cabezas de ganado. Muchas localidades quedaron aisladas (se suspendió el servicio de telégrafo y teléfono). El servicio del ferrocarril Sud-Pacífico fue cancelado temporalmente por daños en las líneas férreas. La presa Alvaro Obregón que estaba en construcción fue destruida casi en su totalidad.
1955	Huracanes Gladys, Hilda y Janet	Veracruz, Tamaulipas, San Luis Potosí, Yucatán y Quintana Roo	110		7.5*	4,002 m ³ /s, río Temporal, estación Temporal. 4,810 m ³ /s, río Tampacán, estación Pujal.	Los huracanes afectaron principalmente la cuenca del río Pánuco. Inundaciones en las zonas bajas de la ciudad de Tampico, con una altura de 3.30 m sobre la media marea. La capacidad de la presa San José, en el estado de San Luis Potosí, fue rebazada. No se presentó falla en la cofina. Para de la ciudad de San Luis Potosí se inundó. Un puente que conduce a los poblados de Metzquitic y Ahualulco resultó dañado. El desbordamiento del río Santiago destruyó una gran cantidad de viviendas en el poblado de Soledad Diez Cutiérez.
1959	Ciclón de Manzanillo	Colima y Jalisco	1500	1,600		S/R	En Tampico y Ciudad Madero se contabilizaron cerca de 6,010 casas destruidas o dañadas. El área inundada se estimó en 6,400 km ² aproximadamente. 20,000 cabezas de ganado perdidas. 3 barcos mercantiles se fueron a la deriva con todo y su flota. 25% de las casas fueron totalmente destruidas en Chhuatlán, carreteras dañadas y trenes descarrilados.
1960	Lluvias de invierno	Sonora, Sinaloa y Chihuahua	3	96,000	18.82**	1,397 m ³ /s, río Yaqui, estación La Junta. 4,556 m ³ /s, río Yaqui, estación El Novillo. 15,000 m ³ /s, río Fuerte, estación Huites.	Se desbordaron los ríos Yaqui, Fuerte, Mayo, Bavispe, Humaya, Tamazula, Culiacán y Papigóchic. Cerca de 60 localidades quedaron inundadas, las más importantes fueron Los Mochis, Navojoa, Culiacán y Navolato. El nivel del agua alcanzó 4 metros de altura. 500 casas fueron dañadas en Navojoa. La zona más devastada fue la región del río Fuerte. El ferrocarril Sud-Pacífico sufrió daños, así como 2 puentes y algunas carreteras. 266,550 Ha agrícolas perdidas. En el Valle del Yaqui, Sonora, 15,000 Ha quedaron afectadas.
1967	Huracán Beulah	Tamaulipas, Nuevo León, Yucatán y Quintana R.		25,000	500.00	178 m ³ /s, río Sta. Catarina, estación Monterrey	

Año	Evento	Estado	Muertes	Población Afectada	Daños Totales (Millones de dólares)	Gastos o Lluvia	Descripción
1967	Huracán Katrina	Guerrero, Península de Baja California, Sonora y Nayarit	15	30,000		3,881 m ³ /s, río Balsas, estación Santo Tomás. 1,170 m ³ /s, río Turbio, estación Las Ajujuntas. 1,400 m ³ /s, río La Unión. 3,550 m ³ /s, río Tecpan. 20,000 m ³ /s, río Balsas, presa El Infernillo.	El gasto de 20,000 m ³ /s, registrado en la presa El Infernillo, ha sido el máximo histórico en la República Mexicana.
1968	Huracán Naomi	Colima, Sinaloa, Durango, Coahuila, Sonora y Chihuahua	10	50,000		500 mm, en 24 h, cuenca del río Baluarte 14,140 m ³ /s, río Baluarte, estación Baluarte. 16,000 m ³ /s, río Acaponeta, estación Acaponeta.	Fueron afectados los ríos Presidio, Baluarte, Acaponeta y Nazas. En muchas estaciones hidrométricas sobre estos ríos se registraron gastos máximos históricos, en algunos casos fueron mayores que los correspondientes a la envolvente mundial de Creager. 60,000 Ha de cultivo afectadas Severas inundaciones en Torreón, Cómex Palacio, Chihuahua y ciudades en Jalisco y Sinaloa. Caminos y zonas agrícolas dañadas.
1976	Huracán Liza	Baja California Sur y Sonora	600	10,000	3.10	180 mm, en 4 h 950 m ³ /s, arroyo el Cajoncito.	Se calculó un gasto de 950 m ³ /s con una duración de 7.5 h. Inundación en la Ciudad La Paz debido a la falla de un bordo de protección sobre el arroyo El Cajoncito.
1982	Huracán Paul	Sinaloa	0	256,800	174.60	335 mm en 24 h, Mulegé, B.C.S.	Daños económicos en casas habitación, infraestructura rural, infraestructura carretera, electricidad, telefonía, agricultura, ganadería, avicultura, industria y comercio. Por la relevante participación de Sinaloa en la agricultura nacional, las pérdidas provocadas por el ciclón incidieron negativamente en la producción nacional de varios cultivos.
1985	Lluvias de invierno	Nayarit	0	47,927	16.40	4,497 m ³ /s, río Acaponeta. 2,589 m ³ /s, río San Pedro. 350 mm en 24 h, en Monterrey. 342 mm en 24 h, en San Carlos, Tamaulipas 1,900 m ³ /s, río Santa Catarina, estación Puente Zaragoza.	Las pérdidas se dieron básicamente en viviendas dañadas, afectación de carreteras, bordos y zonas de cultivo.
1988	Huracán Gilbert	Yucatán, Quintana Roo, Campeche, Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila	225	139,374	766.00	5,880 m ³ /s, río San Juan, estación Tepehuaje. 900 m ³ /s, río Pesqueira, estación Los Herrera. 6,900 m ³ /s, río Potosí, estación Cabezones. 730 m ³ /s, río Pabillón, estación Linares Sur. 1,086 m ³ /s, río Camacho, estación Linares Norte. 2,258 m ³ /s, río Camacho, estación San Fernando.	Cilbert tocó suelo mexicano, en Quintana Roo, como categoría 5, provocando vientos de hasta 300 km/h en Cozumel con oleaje de hasta 5m de altura. Posteriormente lo hizo, en Tamaulipas, como categoría 4. Fue en esta parte del país donde se registraron los mayores daños por precipitación pluvial (Nuevo León, Coahuila y Tamaulipas). Este huracán causó el 50% de las pérdidas del sector agrícola del país en ese año. Adicionalmente, resultaron seriamente dañadas amplias zonas turísticas, agrícolas y boscosas. En la cuenca del río Santa Catarina se produjo una inundación súbita. Se calcula que el huracán Gilberto provocó, en paso por la República Mexicana, una precipitación total acumulada de aproximadamente 90,000 millones de m ³ .

Año	Evento	Estado	Muertes	Población Afectada	Daños Totales (Millones de dólares)	Gastos o Lluvia	Descripción
1990	Lluvias de invierno	Baja California Sur, Sonora, Sinaloa y Chihuahua	40.000		\$50,85	11,720 m ³ /s, río Fuerte, estación Huities.	Se desbordaron los ríos Sinaloa, Mayo, Batopilas y Urique. El río Fuerte desalojó 2,150 millones de metros cúbicos en 5 días.
							En Sinaloa 120 comunidades quedaron inundadas.
							En la sierra Tarahumara quedaron inundadas 33 localidades.
1992	Huracán Diana	Veracruz e Hidalgo	139	50.000	\$90,70	400 mm en 24 h, Tantzabaca, S. L. P.	En la Paz, el 40% de las calles fueron destruidas por la lluvia.
							En el estado de Sonora 50,000 Ha cultivadas quedaron totalmente dañadas, mientras que en Sinaloa se perdieron 2,712 millones de dólares en ganado.
1992	Lluvias de invierno	Nayarit	64	100.000,00	\$78,00	10,000 m ³ /s, río Santiago, presa Aguamilpa.	Se desbordaron los ríos Santiago, San Pedro, Acaponeta, y Ameca.
							Se inundaron más de 70 localidades, algunas de las cuales fueron Tecuala y Tuxpan (las más afectadas), Santiago Bucuilla, Bahía de Bandejas y San Blas. 104,000 Ha agrícolas sufrieron daños y varias carreteras fueron destruidas.
							Se desbordaron los ríos Tijuana y Tecate, en Baja California, así como los arroyos El Carrizo y Matahuaco, en Baja California Sur. En el río Tijuana se presentó una inundación súbita.
1993	Lluvias de invierno	Baja California Sur	33	10.000	\$32,00	100 mm en 4 h, cuenca del río Tijuana. 316 mm en 15 horas, cuenca del arroyo Miraflores.	Los sistemas de comunicación y las zonas de agricultura fueron severamente dañadas. Cierre de aeropuertos. 45% de la ciudad inundada.
							Se desbordaron los arroyos Miraflores y El Tule. Asimismo, se produjeron avenidas súbitas en varios ríos.
							Hubo interrupción de servicios públicos y daños en la infraestructura de puentes, carreteras, tuberías y embarcaciones.
1993	Lluvias de invierno	Veracruz, Hidalgo, San Luis Potosí y Tamaulipas	40	97.943	\$63,40	427 mm en 24 h, Tantzabaca, San Luis Potosí	El río Pánuco registró el gasto máximo de los últimos 20 años (hasta ese entonces)
							El estado de Veracruz resultó dañado por inundaciones con un elevado costo económico. No hubo pérdida de vidas.
1993	Huracán Cert	Veracruz, Hidalgo, San Luis Potosí y Tamaulipas	40	97.943	\$63,40	427 mm en 24 h, Tantzabaca, San Luis Potosí	En el estado de Hidalgo: 35 municipios afectados; 4,425 viviendas afectadas; 18 carreteras; 68 caminos; 38 puentes; 35 ríos desbordados; 23 sistemas de agua potable; 67,600 Ha de cultivo y 361 comunidades incomunicadas.
							En el estado de San Luis Potosí se perdió un 80% de las cosechas. Así como una gran cantidad de cabezas de ganado.
							En el estado de Tamaulipas: se inundaron 22 municipios, 17 colonias en la ciudad de Tampico y 11 colonias en Altamira

Año	Evento	Estado	Muertes	Población Afectada	Daños Totales (Millones de dólares)	Gastos o Lluvia	Descripción
1995	Huracán Ismael	Sonora, Sinaloa y Baja California Sur	200	24,111		197 mm en 24 h, A. Ruiz, Sinaloa.	La lluvia provocó la inundación de algunas áreas por espacio de varias semanas. En Sonora resultaron destruidas 6,827 casas por el efecto del viento. 40 embarcaciones fueron hundidas. Se interrumpieron los principales servicios públicos. 26,900 damnificados en Sonora. 4,728 casas destruidas y 21,500 hectáreas de cultivo afectadas. 107 escuelas. 3,646 km de carreteras dañadas.
		Veracruz, Campeche, Tabasco y Quintana Roo	23	26,874	418.40	245 mm en 24 h, en Campeche. 100 mm en 24h, en Tapilulapa, Tabasco. 297 mm en 24 h, en Martínez de la Torre, Veracruz.	Se desbordaron los ríos Cinjilva y Usumachina. En Cd. del Carmen el 90% de las casas fueron dañadas. 300 reses perecieron en Campeche. Se dañaron varios puentes y carreteras. En Yucatán más de 200 embarcaciones sufrieron deterioro.
		Veracruz, Campeche, Tabasco y Quintana Roo		13860*		204 mm en 25 h, en Tapasco. 300 mm en 10 h, en Misantla. 340 m ³ /s, arroyo El Camarón, Acahualco. 411.2 mm en 24 horas, estación Aeropuerto, Acahualco.	Se desbordaron los ríos Nautla, Collipa, Actopan, Misantla y Bobos. Vientos máximos de 185 km/h y ráfagas de 215 km/h. La característica particular de este huracán fue su trayectoria irregular ya que regresó y provocó mayores daños. 331 casas dañadas totalmente.
1997	Huracán Pauline	Guerrero y Oaxaca	228	8,500	447.80	498 mm en 96 h, estación Arriaga, Chiapas. 342 mm en 24 h, estación Margaritas, Chiapas. 220 mm en 24 h, estación Arriaga, Chiapas.	54,000 casas dañadas; 122,282 hectáreas de cultivo dañadas y 80,000 Ha de bosques y selva perdidas en Oaxaca. Hubo 20 puentes y carreteras dañadas. Hubo 350 deslizamientos de tierra e interrupción de los servicios públicos. Se debieron reparar 209 sistemas de abasto de agua potable en comunidades rurales. Igualmente se realizaron trabajos de limpieza y desazolve de alcantarillas en comunidades rurales y cabeceras municipales. Se encauzaron 18 ríos en la región. El 50% de los caminos rurales quedaron afectados. La vía ferroviaria sufrió 47 cortes, 8 puentes colapsaron y 15 km de vía fueron completamente destruidos. 20 colonias inundadas, cierre parcial de carretera Ensenada-Tijuana, parálisis urbana, pérdidas por 600 mdp en el sector industrial.
1998	Lluvias	Baja California	92	3,000	38.78	420 mm en 24 h, estación Tenango, Puebla. 382 mm en 24 h, estación La Laguna, Puebla. 212 mm en 24 h, estación Martínez de la Torre, Veracruz. 102 mm en 24 h, presa La Esperanza, Hidalgo	En el caso de Veracruz, los sectores con mayores afectaciones fueron: agricultura, vivienda, transporte y comunicaciones y agua y saneamiento. Para el caso de Tabasco, los sectores con mayores afectaciones fueron en este orden los siguientes: vivienda, agua y saneamiento, ganadería, transporte y comunicaciones e industria manufacturera.
1999	Depresión Tropical 11	Veracruz, Puebla, Hidalgo y Tabasco	387	1,904,000	807.50		

Año	Evento	Estado	Muertes	Población afectada	Daños totales (Millones de dólares)	Casbs o lluvia	Descripción
2000	Huracán Keith	Quintana Roo, Chiapas, Tamaulipas y Nuevo León	9		38.78	140 mm en 24 h, Chetumal, Q. Roo. 366.5 mm en Sabinas, Tamaulipas	La presa "Las Ánimas" recibió 64.8 millones de m ³
	Huracán Juliette	Sonora y Baja California Sur	9	38,730	184.15	400 mm en 24 h, estación Santa Cruzulid. 392 mm en 24 h, estación San Bartolo. 387 mm en 24 h, estación Capuano. 385 mm en 24 h, estación Santa Anita. 360 mm en 24 h, estación Yéneca. 380 mm en el valle del Yaqui 327 mm en el valle de Cuaymas 1,658 m ³ /s, arroyo Matapé, presa Punta de agua.	Población afectada 22,365; 18,873 viviendas dañadas; 273 escuelas dañadas; 1,451 Ha de cultivo dañadas; 46,506 km de caminos afectados.
2001	Lluvias	Varios estados	95	126,954	42.30	S/R	14,102 viviendas dañadas; 18 escuelas dañadas; 10,000 Ha de cultivo dañadas; 800 km de caminos afectados. En Guerrero 175 mil estudiantes de nivel básico sin clases por un par de días, habilitación de 932 albergues, pérdidas de cosechas no cuantificadas (olátano, maíz y tabaco), deslizos en la carretera Ometepec-Iguala a la altura del km 7. En Jalisco daños en instalaciones de varios hoteles. También se reportaron daños en Michoacán, Veracruz, Chiapas y Guerrero.
2002	Huracán Isidore	Yucatán, Campeche	4	500,000	870.07	250 mm en 24 h, en Becanthen, Yucatán. 236.5 mm en 24 h, en Palizadas, Campeche. 227.7 mm en 24 h, en Campeche, Campeche. 204.5 mm en 24 h, en Cacaluta, Chiapas. 777 mm en 96 h, en Campeche. 680 mm en 96 h, en Chiapas. 504 mm en 96 h, en Yucatán. 381.5 mm en 96 h, en Tabasco.	Los daños causados por el huracán "Isidore" son superiores a los que ocasionó "Cilbert" en 1998. La Comisión Federal de Electricidad (CFE) cuantificó un total de 5,500 postes caídos. La Secretaría de Educación Pública (SEP) estima que más de 536,000 alumnos yucatecos de todos los niveles educativos fueron afectados en un total de 2,254 escuelas. En Campeche, la cifra de alumnos afectados fue de 238,000, correspondientes a 1,240 escuelas de todos los niveles educativos.
	Huracán Kenna	Nayarit, Jalisco	2	374,500	122.15	250 mm en 24 h, estación Cuyután, Colima.	Población afectada 525,952. 33,444 viviendas dañadas; 376 escuelas dañadas; 203,454 Ha de cultivo dañadas; 741 km de caminos afectados.
2003	Lluvias de verano	Quanaajuato, Jalisco, Michoacán, Nayarit y Zacatecas	14	256,301	194.13	125 mm en 24 h, estación Carrillo, Querétaro. 116 mm en 24 h, CRC Higo-Querétaro, Querétaro. 105.5 mm en 24 h, estación El Pueblito, Querétaro. 97.9 mm en 24 h, estación Cortázar, Guanajuato. 93.6 mm en 24 h, estación Pajaritos, Nayarit. 82.2 mm en 24 h, estación Capommal, Nayarit. 79 mm en 24 h, estación P. Caborca, Durango. 78.1 mm en 24 h, estación Peña del Águila.	Aunque se registraron valores de lluvia elevados, el principal problema fue que durante el mes de septiembre la lámina de precipitación acumulada fue muy grande, por lo que la capacidad de los ríos y arroyos fue superada. 256,301 personas afectadas. 18,139 viviendas dañadas. 339 km de caminos afectados. 154,324 hectáreas afectadas.
2004	Frente Frio no. 49	Coahuila	38	6,692	13.60	55.9 mm en 24 h, Piedras Negras	1,673 viviendas dañadas; 11 escuelas afectadas; daños en la distribución de agua potable; 480 vehículos dañados, 1 puente. Daños al sector agrícola y pecuario.

S/R

Sin registros de lluvia ni gasto.

* Cuantificación de daños correspondiente sólo a la ciudad de Tampico.

** Cuantificación de daños correspondiente sólo al estado de Veracruz.

* Sólo en Veracruz.

Fuente: fascículo Inundaciones 1999, revista Prevención, informes de la serie Impacto Socioeconómico de los Principales Desastres Ocurredos en México e Información propia del Área de Estudios Socioeconómicos.