

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

---



**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA  
DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES EN EL ESTADO DE  
CHIHUAHUA.**

POR:

**ING. ROGELIO IVÁN JARA VERA**

TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRO EN INGENIERÍA**

**CHIHUAHUA, CHIH., MÉXICO**

**DICIEMBRE DE 2020**



*Evaluación del efecto del cambio climático en la disponibilidad de aguas superficiales en el estado de Chihuahua.* Tesis presentada por Rogelio Iván Jara Vera como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ingeniería, ha sido aprobada y aceptada por:

\_\_\_\_\_  
**M.I. Javier González Cantú**  
Director de la Facultad de Ingeniería

\_\_\_\_\_  
**Dr. Alejandro Villalobos Aragón**  
Secretario de Investigación y Posgrado

\_\_\_\_\_  
**M.I. Miguel Ángel González Núñez**  
Coordinador Académico

\_\_\_\_\_  
**Dr. Humberto Silva Hidalgo**  
Director(a) de Tesis

**Diciembre 2020**

Fecha

Comité:

**Dr. Humberto Silva Hidalgo**  
**Dr. Alejandro Villalobos Aragón**  
**Dra. Guadalupe Irma Graciela Estada Gutiérrez**  
**M.I. Daniel Sayto Corona**

© Derechos Reservados  
**Rogelio Iván Jara Vera**  
Circuito Universitario No. 1  
Campus Universitario 2  
Chihuahua, Chih. México

**Diciembre 2020**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
CHIHUAHUA

10 de diciembre de 2020

**ING. ROGELIO IVÁN JARA VERA**  
**Presente**

En atención a su solicitud relativa al trabajo de tesis para obtener el grado de maestría en ingeniería en Hidrología, nos es grato transcribirle el tema aprobado por esta dirección, propuesto y dirigido por el director el Dr. Humberto Silva Hidalgo para que lo desarrolle como tesis con el título **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA”**

#### ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.
3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.
4. DIAGNÓSTICO DE LA EVOLUCIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA.
5. CONDICIONES ACTUALES EN TÉRMINOS DE DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA.
6. ANÁLISIS DE LOS POSIBLES EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN TÉRMINOS DE VARIABLES CLIMATOLÓGICAS Y SUS VALORES NORMALES.
7. PRESENTACIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS.
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.
9. REFERENCIAS.  
Curriculum Vitae.

Solicitamos a Usted tomar nota de que el título del trabajo se imprima en lugar visible de los ejemplares de las tesis.

**ATENTAMENTE**  
**“naturam subiecit aliis”**

EL DIRECTOR

M.I. JAVIER GONZÁLEZ CANTÚ

FACULTAD DE  
INGENIERÍA  
U.A.CH.



DIRECCIÓN

EL SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN  
Y POSGRADO

DR. ALEJANDRO VILLALOBOS ARAGÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA  
Circuito No.1, Campus Universitario 2  
Chihuahua, Chih., México. C.P. 31125  
Tel. (614) 442-95-00  
[www.fing.uach.mx](http://www.fing.uach.mx)

*A mi papá:*

*Quien en vida me entregó todo su amor y apoyo incondicional.*

*Tu memoria vivirá en mi para siempre.*

*Esto es por ti y para ti hasta donde estés.*

## **Agradecimientos**

A Dios, por permitirme culminar una etapa más de mi vida.

A mis padres, Rogelio Jara y Norma Vera, por toda una vida de sacrificios, amor y apoyo incondicional. Nunca alcanzarán las palabras, ni una vida entera, para agradecerles todo lo que me han dado.

A mi hermana, Jessica Jara, por estar siempre conmigo, apoyándome y dándome su cariño en cada etapa de mi vida.

A Valeria, por su amor, por acompañarme durante este proceso, por creer en mí, alentarme y motivarme a dar siempre lo mejor de mí.

Al Dr. Humberto Silva, mi director de tesis, quien además de ser un excelente docente y compartir sus amplios conocimientos conmigo, también ha demostrado ser una persona de gran calidad humana y me ha brindado todo su apoyo durante gran parte de mi formación académica y profesional.

A mis asesores, Dr. Alejandro Villalobos, Dra. Guadalupe Estrada y M.I. Daniel Sayto, por sus valiosas sugerencias y apoyo en esta investigación.

A mi padrino, Ing. Samuel Chavarría, por su confianza para permitirme desarrollarme profesionalmente, por compartir sus amplios conocimientos y experiencia conmigo, y por su gran apoyo, comprensión y motivación durante mis estudios de posgrado y durante el desarrollo de esta investigación.

A los docentes y personal administrativo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua, quienes han sido parte de mi formación académica.

## **Resumen**

En 2020, se realizó una estimación del cambio a futuro en la disponibilidad de aguas superficiales en las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua, por los posibles efectos del cambio climático. Por sus condiciones naturales, asociadas a su localización geográfica, el estado de Chihuahua presenta limitaciones en la disponibilidad de agua y según proyecciones del Panel Intergubernamental de Cambio Climático, se espera que esta situación empeore. Por tanto, se realizó una estimación de los posibles cambios con respecto a las condiciones actuales, en las variables climatológicas sensibles al cambio climático-las que dependen de la temperatura y precipitación-, tomando como base Modelos Generales de Circulación de muy alta resolución, desarrollados para México, en los cuales, se proyectan los cambios en los valores medios de precipitación y temperatura, para diferentes horizontes de tiempo y escenarios de mitigación. Mediante la metodología establecida en la NOM-011-CONAGUA-2015 para determinar la disponibilidad media anual de aguas nacionales, se estimaron los posibles valores futuros de disponibilidad media anual de aguas superficiales, obteniendo como resultado cambios en promedio de un rango de -66.75% a +2.07% con respecto a los valores de disponibilidad media anual actual, dependiendo del horizonte de tiempo y el escenario de mitigación.

## **Abstract**

In 2020, an estimate was made of the future change in the availability of surface water in the basins with an impact on the state of Chihuahua, due to the possible effects of climate change. Due to its natural conditions, associated with its geographical location, the state of Chihuahua presents limitations in the availability of water and according to projections of the Intergovernmental Panel on Climate Change, this situation is expected to worsen. Therefore, an estimate of the possible changes with respect to the current conditions was made in the climatological variables sensitive to climate change -those that depend on temperature and precipitation-, considering very high-resolution General Circulation Models developed for Mexico, where the changes in the mean values of precipitation and temperature are projected for different time horizons and mitigation scenarios. Through the methodology established in NOM-011-CONAGUA-2015 to determine the average annual availability of national waters, the possible future values of average annual availability of surface waters were estimated, obtaining as a result changes on average in a range from -66.75% to + 2.07% with respect to the current annual average availability values, depending on the time horizon and the mitigation scenario.

# Índice de Contenido

Índice de Tablas.....	xi
Índice de Figuras.....	xiii
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Objetivos.....	6
1.2.1 <i>Objetivo general.</i> ....	6
1.2.2 <i>Objetivos específicos.</i> ....	6
1.3 Justificación.....	6
1.4 Hipótesis.....	7
1.5 Metodología.....	7
<b>2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....</b>	<b>9</b>
2.1 Disponibilidad media anual de agua superficial.....	9
2.1.1 <i>Variables climatológicas sensibles al cambio climático.</i> .....	10
2.1.1.1 Esgurrimento natural.....	10
2.1.1.2 Evaporación en embalses.....	11
<b>3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>14</b>
3.1 Descripción general: El estado de Chihuahua.....	14
3.1.1 <i>Fisiografía.</i> ....	15
3.1.2 <i>Geología.</i> ....	17
3.1.3 <i>Edafología.</i> ....	18
3.1.4 <i>Usos de suelo y vegetación.</i> .....	19
3.1.5 <i>Clima.</i> ....	20
3.1.5.1 Distribución de la temperatura.....	21
3.1.5.2 Distribución de la precipitación.....	23
3.1.6 <i>Hidrología superficial.</i> ....	24
3.2 Cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua.....	29
<b>4. DIAGNÓSTICO DE LA EVOLUCIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA.....</b>	<b>33</b>

4.1	Evaluación de las cuencas pertenecientes a la Región Hidrológica No. 9 “Sonora Sur”.....	33
4.2	Evaluación de las cuencas pertenecientes a la Región Hidrológica No. 10 “Sinaloa”.....	34
4.3	Evaluación de las cuencas pertenecientes a la Región Hidrológica No. 24 “Bravo-Conchos”.....	35
4.4	Evaluación de las cuencas pertenecientes a la Región Hidrológica No. 34 “Cuencas Cerradas del Norte”.....	37
4.5	Evaluación de las cuencas pertenecientes a la Región Hidrológica No. 35 “Mapimí”.....	39
<b>5.</b>	<b>CONDICIONES ACTUALES EN TÉRMINOS DE DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA.....</b>	<b>41</b>
5.1	Valores normales de variables climatológicas medidas en subcuencas con incidencia en el estado de Chihuahua.....	41
5.1.1	<i>Distribución espacial (Polígonos de Thiessen).....</i>	45
5.1.1.1	Precipitación media anual por cuenca hidrológica.....	46
5.1.1.2	Temperatura media anual por cuenca hidrológica.....	52
5.2	Valores actuales de las variables involucradas en el cálculo de disponibilidad media anual por cuenca hidrológica.....	58
5.3	Estimación de los valores normales de variables climatológicas no medidas.....	61
<b>6.</b>	<b>ANÁLISIS DE LOS POSIBLES EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN TÉRMINOS DE VARIABLES CLIMATOLÓGICAS Y SUS VALORES NORMALES.....</b>	<b>69</b>
6.1	Escenarios de cambio climático global y sus proyecciones.....	69
6.2	Regionalización de escenarios de cambio climático para México.....	71
6.3	Escenarios de temperatura y precipitación en las cuencas hidrológicas con incidencia en el estado de Chihuahua.....	73
6.3.1	<i>Escenarios de temperatura media anual por cuenca hidrológica.....</i>	73
6.3.2	<i>Escenarios de precipitación media anual por cuenca hidrológica.....</i>	85
<b>7.</b>	<b>PRESENTACIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>97</b>

7.1	Cambios estimados en los valores de escurrimiento natural y evaporación en embalses por cuenca hidrológica. ....	97
7.1.1	<i>Cambios estimados para el escenario RCP 4.5 en el futuro cercano. ....</i>	<i>97</i>
7.1.2	<i>Cambios estimados para el escenario RCP 4.5 en el futuro medio. ....</i>	<i>103</i>
7.1.3	<i>Cambios estimados para el escenario RCP 4.5 en el futuro lejano. ....</i>	<i>109</i>
7.1.4	<i>Cambios estimados para el escenario RCP 8.5 en el futuro cercano. ....</i>	<i>115</i>
7.1.5	<i>Cambios estimados para el escenario RCP 8.5 en el futuro medio. ....</i>	<i>121</i>
7.1.6	<i>Cambios estimados para el escenario RCP 8.5 en el futuro lejano. ....</i>	<i>127</i>
7.2	Evaluación de los efectos del cambio climático en términos de disponibilidad de aguas superficiales. ....	133
7.2.1	<i>Evaluación de los efectos del escenario de cambio climático RCP 4.5. ....</i>	<i>133</i>
7.2.2	<i>Evaluación de los efectos del escenario de cambio climático RCP 8.5. ....</i>	<i>140</i>
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....</b>	<b>146</b>
8.1	Conclusiones.....	146
8.2	Recomendaciones. ....	147
<b>9.</b>	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>149</b>
	<b>Curriculum Vitae.....</b>	<b>153</b>

## Índice de Tablas.

Tabla 1. Temperatura media anual de diferentes localidades en el estado de Chihuahua Fuente: (INEGI, 2017).....	22
Tabla 2. Precipitación media anual de diferentes localidades en el estado de Chihuahua. Fuente: (INEGI, 2017).....	23
Tabla 3. Principales cuerpos de agua en el estado de Chihuahua.....	25
Tabla 4. Cobertura de las regiones hidrológicas en el estado de Chihuahua.....	26
Tabla 5. Cuencas hidrológicas con incidencia en el estado de Chihuahua.....	30
Tabla 6. Valores de disponibilidad de aguas superficiales a través del tiempo en las cuencas de la RH09.....	33
Tabla 7. Valores de disponibilidad de aguas superficiales a través del tiempo en las cuencas de la RH10.....	34
Tabla 8. Valores de disponibilidad de aguas superficiales a través del tiempo en las cuencas de la RH24.....	36
Tabla 9. Valores de disponibilidad de aguas superficiales a través del tiempo en las cuencas de la RH34.....	38
Tabla 10. Valores de disponibilidad de aguas superficiales a través del tiempo en las cuencas de la RH35.....	39
Tabla 11. Valores normales de precipitación y temperatura medidas en estaciones climatológicas ubicadas en las cuencas hidrológicas en estudio. ....	41
Tabla 12. Valores de precipitación media anual en las cuencas de la RH09 según las áreas de influencia. ....	46
Tabla 13. Valores de precipitación media anual en las cuencas de la RH10 según las áreas de influencia. ....	47
Tabla 14. Valores de precipitación media anual en las cuencas de la RH24 según las áreas de influencia. ....	48
Tabla 15. Valores de precipitación media anual en las cuencas de la RH34 según las áreas de influencia. ....	50
Tabla 16. Valores de precipitación media anual en las cuencas de la RH35 según las áreas de influencia. ....	51
Tabla 17. Valores de temperatura media anual en las cuencas de la RH09 según las áreas de influencia. ....	52
Tabla 18. Valores de temperatura media anual en las cuencas de la RH10 según las áreas de influencia. ....	53

Tabla 19. Valores de temperatura media anual en las cuencas de la RH24 según las áreas de influencia. ....	54
Tabla 20. Valores de temperatura media anual en las cuencas de la RH34 según las áreas de influencia. ....	56
Tabla 21. Valores de temperatura media anual en las cuencas de la RH35 según las áreas de influencia. ....	57
Tabla 22. Valores actuales de las variables para determinar la disponibilidad de las cuencas hidrológicas. (DOF, 2018b).....	58
Tabla 23. Valores normales de variables climatológicas medidas y no medidas de las cuales es función el escurrimiento natural. ....	62
Tabla 24. Clasificación de zonas áridas y húmedas según el índice de aridez y valores estimados de temperatura de punto de rocío. ....	64
Tabla 25. Valores normales de variables climatológicas medidas y no medidas de las cuales es función el volumen de evaporación en embalses. ....	65
Tabla 26. Proyecciones para el cambio de temperatura media global.....	70
Tabla 27. Modelos de Circulación General considerados en el proyecto “Actualización de los escenarios de cambio climático para estudios de impactos, vulnerabilidad y adaptación” (Fernández et al., 2015a). ....	72
Tabla 28. Valores normales de temperatura por cuenca hidrológica y sus variaciones bajo el escenario RCP 4.5.....	74
Tabla 29. Valores normales de temperatura por cuenca hidrológica y sus variaciones bajo el escenario RCP 8.5.....	78
Tabla 30. Valores normales de temperatura media y mínima por embalse y sus variaciones bajo el escenario RCP 4.5.....	83
Tabla 31. Valores normales de temperatura media y mínima por embalse y sus variaciones bajo el escenario RCP 8.5.....	84
Tabla 32. Valores normales de precipitación por cuenca hidrológica y sus variaciones bajo el escenario RCP 4.5.....	85
Tabla 33. Valores normales de precipitación por cuenca hidrológica y sus variaciones bajo el escenario RCP 8.5.....	90
Tabla 34. Valores normales de precipitación por embalse y sus variaciones bajo los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5. ....	96
Tabla 35. Cambios estimados en los valores medios de escurrimiento natural y evaporación en embalses bajo el escenario RCP 4.5 en el futuro cercano (2015-2039). ....	97

Tabla 36. Cambios estimados en los valores medios de escurrimiento natural y evaporación en embalses bajo el escenario RCP 4.5 en el futuro medio (2045-2069).....	103
Tabla 37. Cambios estimados en los valores medios de escurrimiento natural y evaporación en embalses bajo el escenario RCP 4.5 en el futuro lejano (2075-2099).....	109
Tabla 38. Cambios estimados en los valores medios de escurrimiento natural y evaporación en embalses bajo el escenario RCP 8.5 en el futuro cercano (2015-2039).....	115
Tabla 39. Cambios estimados en los valores medios de escurrimiento natural y evaporación en embalses bajo el escenario RCP 8.5 en el futuro medio (2045-2069).....	121
Tabla 40. Cambios estimados en los valores medios de escurrimiento natural y evaporación en embalses bajo el escenario RCP 8.5 en el futuro lejano (2075-2099).....	127
Tabla 41. Cambios estimados en los valores de Disponibilidad media anual de aguas superficiales bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5.....	133
Tabla 42. Cambios estimados en los valores de Disponibilidad media anual de aguas superficiales bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5.....	140

### **Índice de Figuras.**

Figura 1. Regiones hidrológicas y Regiones hidrológicas-administrativas de México. Fuente: Elaboración propia a partir de datos vectoriales de la CONAGUA.....	2
Figura 2. Distribución espacial y temporal de la precipitación media anual en México (1981-2010). Fuente: CONAGUA (2016).....	3
Figura 3. Distribución espacial de la precipitación media anual y exportaciones e importaciones anuales de agua superficial en el estado de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de información de CONAGUA (2016) y JCAS (2011).....	4
<i>Figura 4. Situación de las subcuencas de las RH con influencia en el estado de Chihuahua.....</i>	<i>5</i>
Figura 5. Metodología de la investigación.....	8
Figura 6. Localización del estado de Chihuahua. Fuente: (INEGI, 2017).....	14
Figura 7. Fisiografía en el estado de Chihuahua. Fuente: (INEGI,2017).....	15
Figura 8. Geología en el estado de Chihuahua. Fuente: (INEGI, 2017).....	17
Figura 9. Edafología en el estado de Chihuahua. Fuente: (INEGI, 2017).....	18
Figura 10. Usos de suelo y vegetación en el estado de Chihuahua. Fuente: (INEGI, 2017).....	19
Figura 11. Climatología del estado de Chihuahua. Fuente: (INEGI, 2017).....	21
Figura 12. Distribución espacial de la temperatura en el estado de Chihuahua. Fuente: (INEGI, 2017).....	22

Figura 13. Distribución espacial de la precipitación en el estado de Chihuahua. Fuente: (INEGI, 2017).	24
Figura 14. Regiones hidrológicas en el estado de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos vectoriales del INEGI.	26
Figura 15. Ubicación de las cuencas hidrológicas con incidencia en el estado de Chihuahua.	32
Figura 16. Evolución de la disponibilidad de aguas superficiales en las cuencas de la RH09.	34
Figura 17. Evolución de la disponibilidad de aguas superficiales en las cuencas de la RH10.	35
Figura 18. Evolución de la disponibilidad de aguas superficiales en las cuencas de la RH24.	37
Figura 19. Evolución de la disponibilidad de aguas superficiales en las cuencas de la RH34.	39
Figura 20. Evolución de la disponibilidad de aguas superficiales en las cuencas de la RH35.	40
Figura 21. Ubicación de las estaciones climatológicas con incidencia en las cuencas hidrológicas en estudio.	44
Figura 22. Polígonos de Thiessen generados para la estimación de valores normales de precipitación y temperatura por cuenca hidrológica.	45
Figura 23. Distribución espacial de la precipitación en la zona de estudio.	51
Figura 24. Distribución espacial de la temperatura en la zona de estudio.	57
Figura 25. Condiciones actuales de la distribución del agua de lluvia en las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua.	68
Figura 26. Cambio en la temperatura media en superficie (a) y cambio en la precipitación media (b) sobre la base de las proyecciones de la media multimodelos para RCP 2.6 y RCP 8.5 (IPCC, 2014b).	71
Figura 27. Distribución espacial de la temperatura en la zona de estudio bajo el escenario RCP 4.5 para los horizontes: A) 2015-2039, B) 2045-2069 y C) 2075-2099.	76
Figura 28. Distribución espacial de la temperatura en la zona de estudio bajo el escenario RCP 8.5 para los horizontes: A) 2015-2039, B) 2045-2069 y C) 2075-2099.	80
Figura 29. Distribución espacial de la precipitación en la zona de estudio bajo el escenario RCP 4.5 para los horizontes: A) 2015-2039, B) 2045-2069 y C) 2075-2099.	87
Figura 30. Distribución espacial de la precipitación en la zona de estudio bajo el escenario RCP 8.5 para los horizontes: A) 2015-2039, B) 2045-2069 y C) 2075-2099.	92
Figura 31. Distribución del agua de lluvia en las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua bajo es escenario RCP 4.5 futuro cercano (2015-2039).	102
Figura 32. Distribución del agua de lluvia en las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua bajo es escenario RCP 4.5 futuro medio (2045-2069).	108

Figura 33. Distribución del agua de lluvia en las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua bajo es escenario RCP 4.5 futuro lejano (2075-2099).....	114
Figura 34. Distribución del agua de lluvia en las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua bajo es escenario RCP 8.5 futuro cercano (2015-2039).....	120
Figura 35. Distribución del agua de lluvia en las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua bajo es escenario RCP 8.5 futuro medio (2045-2069).....	126
Figura 36. Distribución del agua de lluvia en las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua bajo es escenario RCP 8.5 futuro lejano (2075-2099).....	132
Figura 37. Comparación de la situación de las cuencas hidrológicas entre las condiciones actuales y los tres horizontes de tiempo del escenario RCP 4.5.....	139
Figura 38. Comparación de la situación de las cuencas hidrológicas entre las condiciones actuales y los tres horizontes de tiempo del escenario RCP 8.5.....	145

# 1. INTRODUCCIÓN.

## 1.1 Antecedentes.

La evaluación de disponibilidad de agua en el mundo es de suma importancia, ya que, de ésta depende en gran medida, la planificación hídrica que potencia el desarrollo económico y social de una región y consecuentemente el bienestar de sus habitantes.

La cantidad aproximada de agua en el mundo es de 1 386 billones de hectómetros cúbicos, de los cuales, sólo 35 billones de hectómetros cúbicos son agua dulce, y de esta cantidad sólo el 0.77% es accesible para su aprovechamiento (CONAGUA, 2016).

La precipitación pluvial es indispensable para todas las regiones, ya que produce el agua renovable del planeta. En términos de agua dulce, se tiene previsto que, por efectos de la variabilidad climática, durante el siglo XXI el agua renovable superficial y subterránea se reduzca significativamente (CONAGUA, 2016). Lo anterior incide negativamente en la disponibilidad futura de agua subterránea y superficial, lo que constituye un reto de planificación que es deseable prever.

Durante el siglo XX la extracción de agua en el mundo fue seis veces mayor que la del anterior, por lo cual aumentó el grado de presión sobre los recursos hídricos y se prevé que, en el futuro, debido al crecimiento poblacional y los efectos del cambio climático, el grado de presión se incremente aún más (CONAGUA, 2016).

De acuerdo con el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), las modificaciones en los regímenes de precipitaciones, el incremento de la temperatura y el incremento de la evapotranspiración, debidas a los efectos del cambio climático, traerán como consecuencia el incremento de la escasez de agua, principalmente en las zonas áridas y semiáridas (IPCC, 2014a).

En México anualmente se reciben aproximadamente 1'449,471 hectómetros cúbicos en forma de precipitación, de los cuales, se estima que el 72.5% se evapotranspira, mientras que el 21.2% escurre de manera superficial y el 6.3% se infiltra a mayor profundidad, dando lugar a la recarga de acuíferos (CONAGUA, 2016).

Para fines de administración de las aguas nacionales, la Comisión Nacional del Agua ha dividido el territorio mexicano en 757 cuencas organizadas en 37 regiones hidrológicas y estas a su vez se agrupan en 13 regiones hidrológico-administrativas (ver Figura 1).



a) Regiones hidrológicas.



Figura 1. Regiones hidrológicas y Regiones hidrológicas-administrativas de México.  
Fuente: Elaboración propia a partir de datos vectoriales de la CONAGUA.

De acuerdo a la última publicación oficial de disponibilidad de aguas superficiales, de las 757 cuencas hidrológicas, 623 se encuentran en situación de disponibilidad, mientras que el resto se encuentra en situación de déficit o sin disponibilidad (DOF, 2016a).

En lo referente a las aguas subterráneas, el país se encuentra dividido en 653 acuíferos, de los cuales 443 se encuentran en situación de disponibilidad, mientras que el resto se encuentra en situación de equilibrio o sobreexplotados (DOF, 2018a).

Ya que la precipitación pluvial produce el agua renovable de una región, su distribución espacial y temporal está vinculada con la disponibilidad del recurso hídrico. En México existe una gran heterogeneidad y variabilidad en la distribución temporal de la precipitación. La mayor parte de la lluvia ocurre en verano, a excepción de la parte sureste del país donde la precipitación es uniforme durante todo el año. En cuanto a la distribución espacial, en algunas regiones ocurren precipitaciones abundantes y existe una baja densidad de población, mientras que en otras ocurre lo contrario (Figura 2). Consistente con lo anterior, es en las zonas donde ocurre la mayor precipitación, donde la disponibilidad de agua es mucho mayor, siendo ésta la parte sureste del país, es decir, las regiones hidrológico-administrativas: V Pacífico Sur, X Golfo Centro, XI Frontera Sur y XII Península de Yucatán. Por otro lado, las regiones norte, centro y noroeste del país tienen escasa disponibilidad de agua y, paradójicamente, es en estas zonas en donde se asienta el mayor número de habitantes y donde tiene lugar varias de las actividades productivas más significativas del país.

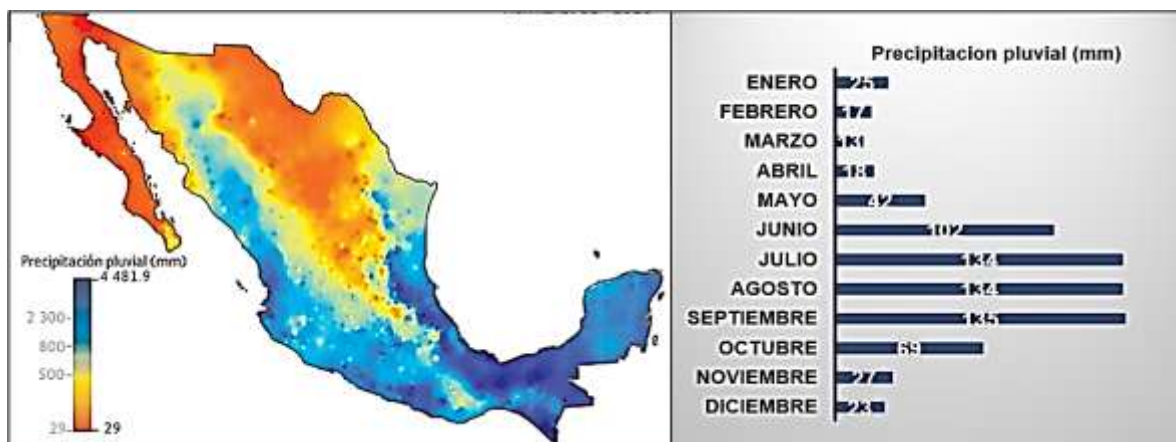


Figura 2. Distribución espacial y temporal de la precipitación media anual en México (1981-2010).  
Fuente: CONAGUA (2016).

Debido a sus condiciones naturales asociadas a su localización geográfica, el estado de Chihuahua presenta limitaciones en la disponibilidad de agua. Aproximadamente el 70% de su territorio presenta un clima árido o semiárido y la precipitación media anual de la región es de 420 milímetros, la cual representa apenas el 54% de lo que llueve en promedio en el país (JCAS, 2011).

Como se puede observar en la Figura 3, del escurrimiento superficial que se genera en el estado de Chihuahua anualmente, sólo el 35.5% permanece en la entidad, ya que el 56.8% se exporta hacia los estados de Sonora y Sinaloa, el 7.7% se exporta a la cuenca media y baja del río Bravo; y en contraste, el 2.4% proviene del estado de Durango y de Estados Unidos de América (JCAS, 2011). Cabe mencionar que todas las cuencas hidrológicas en la entidad pertenecientes a la cuenca del río Bravo, no tienen disponibilidad, ya que, de estas se obtiene un volumen importante del agua que México debe entregar a Estados Unidos de América, conforme al “Tratado de Aguas” de 1944.

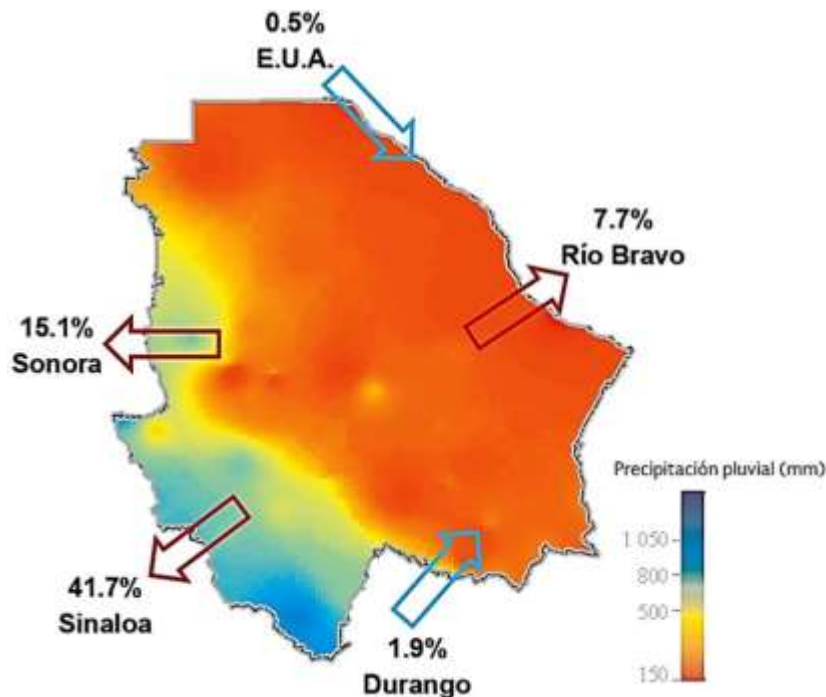


Figura 3. Distribución espacial de la precipitación media anual y exportaciones e importaciones anuales de agua superficial en el estado de Chihuahua.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de CONAGUA (2016) y JCAS (2011).

Por lo mencionado anteriormente, del volumen total de agua que se aprovecha en la entidad, 40.3% proviene de escurrimientos superficiales, mientras que el 59.7% restante proviene de aguas subterráneas (JCAS, 2011).

En lo referente al agua superficial, Chihuahua está comprendido en las siguientes regiones hidrológicas: 9, Sonora Sur; 10, Sinaloa; 24, Bravo-Conchos; 34, Cuencas Cerradas del Norte; y 35, Mapimí, conformadas por un total de 111 subcuencas, de las cuales, 41 no tienen disponibilidad de agua (DOF, 2016). En la Figura 4 se muestra la situación más actualizada de las subcuencas de las regiones hidrológicas con influencia en la entidad.

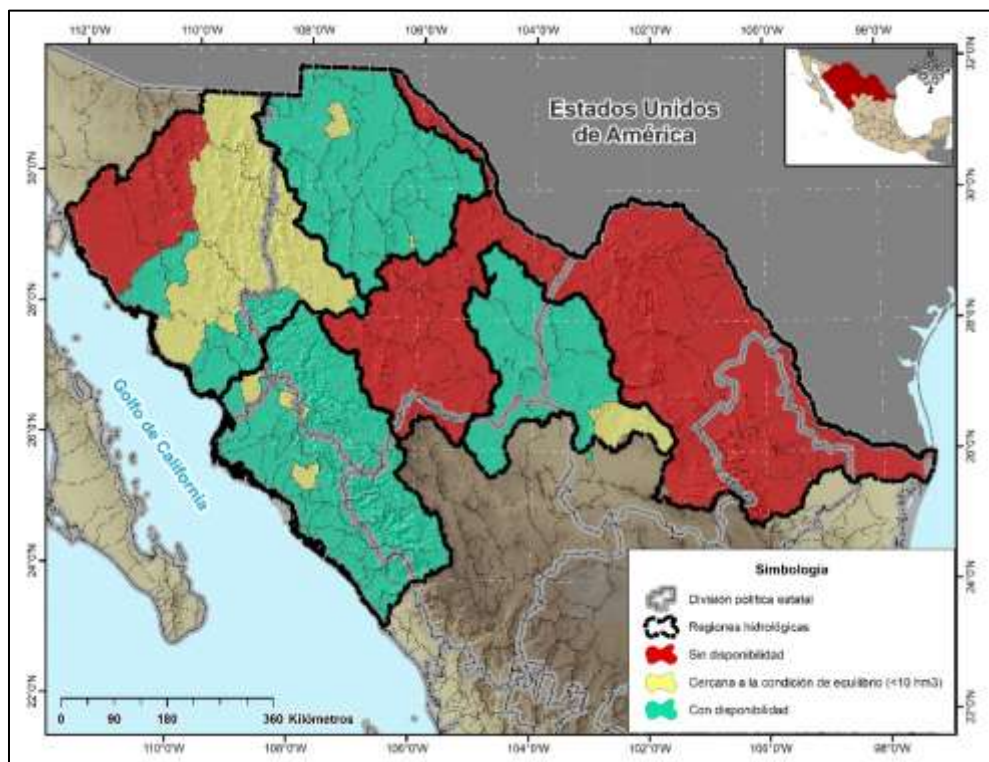


Figura 4. Situación de las subcuencas de las RH con influencia en el estado de Chihuahua.  
Fuente: Elaboración propia a partir de los datos publicados en el Diario Oficial de la Federación el 7 de julio de 2016 (disponibilidad en cuencas).

Es prioritario considerar los efectos negativos del cambio climático, principalmente en las zonas áridas, como sucede en gran parte del estado de Chihuahua, ya que este fenómeno puede incidir directamente en la disponibilidad de agua en la región y poner en un alto grado de presión a las cuencas hidrológicas que tienen un volumen de agua comprometido.

## **1.2 Objetivos.**

### ***1.2.1 Objetivo general.***

Evaluar el impacto que podría llegar a tener el cambio climático en la disponibilidad de agua superficial de las cuencas hidrológicas con incidencia en el estado de Chihuahua, de acuerdo a las posibles modificaciones en las variables climatológicas que son condicionantes en su estimación.

### ***1.2.2 Objetivos específicos.***

- a) Elaborar un diagnóstico de la evolución de la disponibilidad de aguas superficiales en las cuencas que tienen influencia en el estado de Chihuahua.
- b) Identificar los posibles efectos que implica el cambio climático de acuerdo a publicaciones técnicas y científicas.
- c) Recopilar y analizar variables climatológicas e hidrométricas en puntos de control de las subcuencas de estudio.
- d) Evaluar los posibles efectos del cambio climático en términos de precipitación, evapotranspiración, evaporación en cuerpos de agua y escurrimiento natural en las cuencas de interés.
- e) Evaluar los posibles efectos del cambio climático en términos de disponibilidad de agua superficial.
- f) Analizar los diferentes escenarios e identificar medidas que se pueden establecer en políticas públicas hídricas para mitigar los posibles efectos adversos del cambio climático.

## **1.3 Justificación.**

Actualmente 64 de las subcuencas que pertenecen a las regiones hidrológicas con incidencia en el estado de Chihuahua están en condición de veda. A pesar de esto, la situación hídrica de la región no ha mejorado, en su lugar, la disponibilidad de agua superficial ha ido disminuyendo. Es debido a lo anterior, que realizar una evaluación de los posibles efectos del cambio climático en la disponibilidad de aguas superficiales es imprescindible, ya que, este fenómeno puede agravar aún más la situación de las cuencas hidrológicas en la región e incrementar el grado de presión que ya existe.

## **1.4 Hipótesis.**

La disponibilidad de agua superficial de las cuencas hidrológicas con incidencia en el estado de Chihuahua se puede ver disminuida por los efectos adversos del cambio climático.

## **1.5 Metodología.**

A continuación, se describe la metodología de la investigación y en la Figura 4 se presenta de manera esquemática.

### 1) Recopilación y análisis de información.

Conforme a la base de datos de estaciones climatológicas administradas por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), se identificaron aquellas que tienen influencia en las cuencas de interés y un periodo amplio de registro a fin de que sus normales climatológicas, así como sus medidas estadísticas descriptivas sean certeras. Asimismo, se recopiló información de publicaciones técnicas y científicas referentes al cambio climático, se identificaron y analizaron los distintos escenarios proyectados.

### 2) Evaluación del comportamiento de la disponibilidad de aguas superficiales a través del tiempo en el estado de Chihuahua.

A partir de las publicaciones en el Diario Oficial de la Federación (DOF) sobre la actualización de la disponibilidad de agua superficial de las cuencas de estudio, se evaluó la evolución de esta variable, así como de las componentes clave en el balance de cada cuenca, que podrían verse afectadas por el cambio climático.

### 3) Identificación de los posibles efectos del cambio climático en términos de variables climatológicas y sus valores normales.

Según los informes del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) y otras publicaciones técnicas y científicas referentes al tema, se identificaron los posibles cambios proyectados en los valores normales de las variables climatológicas que son condicionantes en el cálculo de disponibilidad de agua superficial en cuencas hidrológicas.

### 4) Análisis de los posibles efectos del cambio climático en términos de la disponibilidad de aguas superficiales en el estado de Chihuahua.

Se estimaron nuevos valores de disponibilidad de agua superficial en las cuencas de interés, considerando distintos escenarios de cambio climático y sus posibles efectos en las variables climatológicas condicionantes.

- 5) Análisis y discusión de resultados obtenidos ante los posibles escenarios de cambio climático e identificación de recomendaciones.

Se efectuó un análisis y comparación de los distintos resultados obtenidos para cada escenario de cambio climático y se identificaron aquellos que resultaron críticos, así como posibles soluciones para la mitigación de los efectos adversos de este fenómeno.

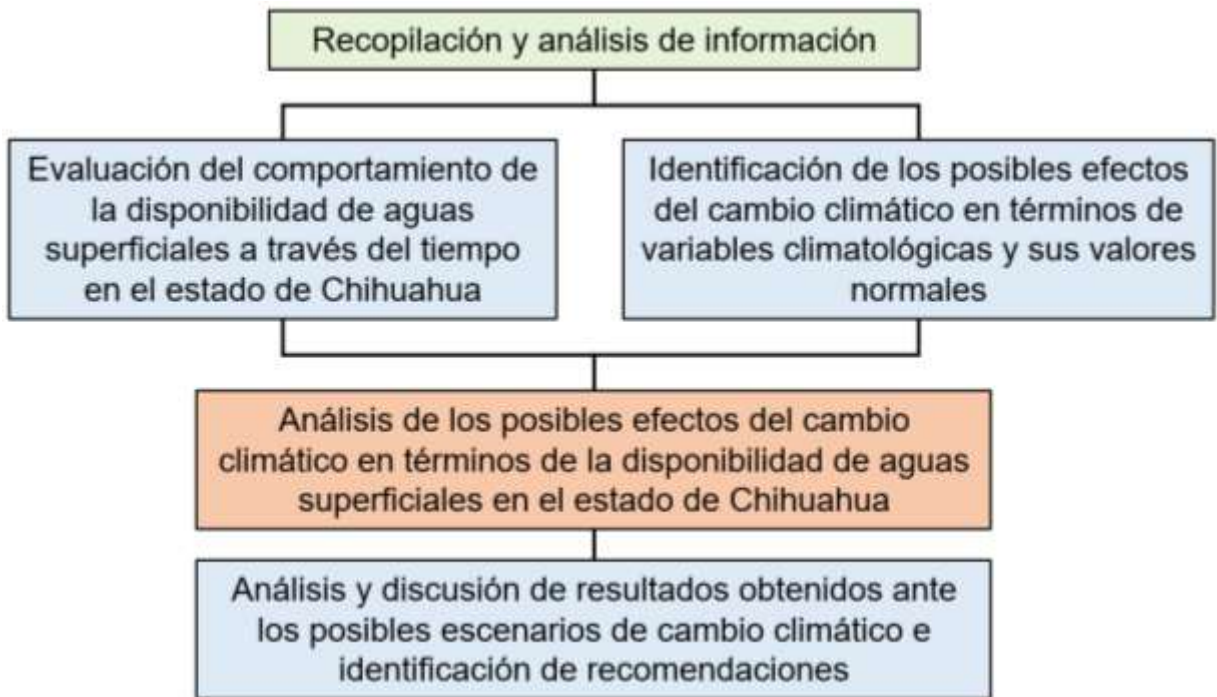


Figura 5. Metodología de la investigación.

## 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

### 2.1 Disponibilidad media anual de agua superficial.

En diversas regiones, entidades federativas y localidades de México, los volúmenes de agua concesionados superan el escurrimiento natural, situación que representa un desbalance hidrológico o déficit, que tiene el potencial de generar conflictos entre los usuarios, así como un alto grado de presión en el recurso (DOF, 2015).

Considerando lo anterior, la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, establece la metodología para determinar la disponibilidad media anual de aguas nacionales, para su explotación, uso y/o aprovechamiento. De acuerdo con la Ley de Aguas Nacionales, las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana mencionada deben ser aplicadas para determinar la disponibilidad media anual de aguas nacionales, y la metodología establecida se considera como un requerimiento técnico mínimo obligatorio, sin excluir la aplicación adicional de métodos complementarios o alternos (DOF, 2015).

La disponibilidad media anual de agua superficial en una cuenca hidrológica se determina en el cauce principal en la salida de la cuenca mediante la siguiente expresión:

$$\begin{array}{l}
 \text{DISPONIBILIDAD MEDIA ANUAL DE} \\
 \text{AGUA SUPERFICIAL EN LA CUENCA} \\
 \text{HIDROLÓGICA (D)}
 \end{array}
 =
 \begin{array}{l}
 \text{VOLUMEN MEDIO ANUAL DE} \\
 \text{ESCURRIMIENTO DE LA CUENCA} \\
 \text{HACIA AGUAS ABAJO (Ab)}
 \end{array}
 -
 \begin{array}{l}
 \text{VOLUMEN ANUAL ACTUAL} \\
 \text{COMPROMETIDO AGUAS ABAJO (Rxy)}
 \end{array}
 \quad (1)$$

El volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo del sitio de interés, se determina aplicando la siguiente expresión:

$$\begin{array}{l}
 \text{VOLUMEN MEDIO ANUAL DE} \\
 \text{ESCURRIMIENTO DE LA} \\
 \text{CUENCA HACIA AGUAS} \\
 \text{ABAJO (Ab)}
 \end{array}
 =
 \begin{array}{l}
 \text{VOLUMEN MEDIO ANUAL} \\
 \text{DE ESCURRIMIENTO} \\
 \text{DESDE LA CUENCA} \\
 \text{AGUAS ARRIBA (Ar)}
 \end{array}
 +
 \begin{array}{l}
 \text{VOLUMEN MEDIO} \\
 \text{ANUAL DE} \\
 \text{ESCURRIMIENTO} \\
 \text{NATURAL (Cp)}
 \end{array}
 +
 \begin{array}{l}
 \text{VOLUMEN ANUAL DE} \\
 \text{RETORNOS (R)}
 \end{array}
 \quad (2)$$

$$\begin{array}{l}
 + \\
 - \\
 -
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \text{VOLUMEN ANUAL DE} \\
 \text{IMPORTACIONES (Im)} \\
 \text{VOLUMEN MEDIO ANUAL} \\
 \text{DE EVAPORACIÓN EN} \\
 \text{EMBALSES (Ev)}
 \end{array}
 -
 \begin{array}{l}
 \text{VOLUMEN ANUAL DE} \\
 \text{EXPORTACIONES (Ex)} \\
 \text{VOLUMEN MEDIO} \\
 \text{ANUAL DE VARIACIÓN} \\
 \text{DE ALMACENAMIENTO} \\
 \text{EN EMBALSES (Δv)}
 \end{array}
 -
 \begin{array}{l}
 \text{VOLUMEN ANUAL DE} \\
 \text{EXTRACCIÓN DE} \\
 \text{AGUA SUPERFICIAL (Uc)}
 \end{array}$$

### 2.1.1 Variables climatológicas sensibles al cambio climático.

Para fines de esta investigación, únicamente se considerarán las variaciones que podrían ocurrir por los posibles efectos del cambio climático de las variables de la Norma: (1) el volumen medio anual de escurrimiento natural ( $Cp$ ), y (2) volumen medio anual de evaporación en embalses ( $Ev$ ); mientras que el resto de las variables se considerarán constantes. En cuanto a la variación de almacenamiento en embalses ( $\Delta v$ ), en periodos extendidos (periodos de largo plazo), comúnmente se asume que el almacenamiento de agua no se incrementa o disminuye significativamente a través del tiempo, por lo que puede considerarse como un valor nulo  $\Delta v \approx 0$  (Silva-Hidalgo, 2010), lo que es válido considerando que se trata de valores medios.

#### 2.1.1.1 Escurrimiento natural.

El volumen medio anual de escurrimiento natural, es función de la precipitación media anual y de las características del medio físico que intervienen en las pérdidas de volumen de agua superficial, de manera que:

$$Cp = P - ET - R_{Asub} \quad (3)$$

Así, el escurrimiento superficial tiene a la precipitación ( $P$ ), a la evapotranspiración ( $ET$ ) y la recarga de agua subterránea ( $R_{Asub}$ ) como condiciones de frontera climáticas.

Turc (1954) propuso una expresión para estimar  $R_{Asub}$ , a partir de  $P$  y la temperatura ( $T$ ), quedando de la siguiente manera:

$$R_{Asub} = P \left( 1 - \left( 0.9 + \frac{P^2}{L^2} \right)^{-0.5} \right) \quad (4)$$

En donde  $R_{Asub}$  y  $P$  están en mm/año y  $L = 300 + 25T + 0.05T^2$ , estando  $T$  en °C.

La evapotranspiración potencial ( $ETP$ ) promedio anual puede determinarse a partir de la temperatura media anual del aire ( $\mathbb{T}$ ), según Gardner (2009).

$$ETP = 1.2 \times 10^{10} \text{Exp} \left( -\frac{4620}{\mathbb{T}} \right) \quad (5)$$

En donde  $ETP$  está en mm/año y  $\mathbb{T}$  en K.

La evapotranspiración real ( $ET$ ) y la  $ETP$  se pueden relacionar mediante la ecuación propuesta por Yang *et al.* (2008), basada en la función,  $f_b(P, ETP)$ , de Budyko (1974):

$$ET = \frac{ETP \cdot P}{(P^w + ETP^w)^{1/w}} ; w > 0 \quad (6)$$

En donde  $w$  es un parámetro que depende de las características de la cuenca. Valores bajos se asocian a cuencas con relativamente bajos almacenamientos (rocosas, pendiente fuerte, generación rápida de escurrimiento ante eventos de precipitación). Valores altos representan cuencas planas con alto almacenamiento subsuperficial.

Con las ecuaciones planteadas, es posible estimar los cambios en el escurrimiento natural de una cuenca a partir de los valores actuales, según las proyecciones de la variación en los valores normales de precipitación y temperatura, provocadas por los efectos del cambio climático.

### **2.1.1.2 Evaporación en embalses.**

La evaporación en cuerpos de agua superficiales es una componente importante del ciclo hidrológico, además, los registros de datos o estimaciones de la tasa de evaporación,  $E$ , son indispensables en proyectos de ingeniería hidráulica e hidrológica, así como en la planificación de los recursos hídricos a distintas escalas espaciales y temporales (Bruton *et al.*, 2000).

La estimación de  $E$  en grandes embalses, se ha llevado a cabo utilizando distintos métodos, los cuales pueden agruparse de la siguiente manera: (1) balance hídrico; (2) balance de energía; (3) método aerodinámico o de transferencia de masa; (4) método combinado (balance hídrico y de energía); y (5) tanque de evaporación.

El *método de transferencia de masa* ha sido el más utilizado por su sencillez, permitiendo derivar varias fórmulas empíricas de tasa de evaporación. La teoría básica de las ecuaciones basadas en este método, es que el transporte de vapor de agua es un proceso turbulento en el que el vapor tenderá a pasar de puntos de mayor contenido de humedad a puntos de menor contenido, ayudado por la turbulencia del aire (Campos, 1984).

Las ecuaciones basadas en el método de transferencia de masa más utilizadas son aquellas que son similares a la ley de Dalton: “*En cualquier caso, la evaporación es proporcional al gradiente de presión de vapor entre la zona de intercambio y la atmosfera*” citada por Aparicio (1992) y se expresa como:

$$E = k(e_s - e_a) \quad (7)$$

En donde  $E$ , es la evaporación en un periodo dado,  $k$  es una constante de proporcionalidad, la cual depende de otros factores como la velocidad del viento y el área de la superficie de agua expuesta; y  $(e_s - e_a)$  es el déficit de presión de vapor para alcanzar la saturación del aire en un periodo dado.

El déficit de presión de vapor, se entiende como la diferencia entre la presión de vapor de saturación para una temperatura dada y la presión de vapor real para esa misma temperatura.

De acuerdo con Harbeck (1962), la tasa de evaporación diaria,  $E$  (mm/día) para una superficie de agua puede ser determinada por la siguiente ecuación, basada en el método de transferencia de masa:

$$E = 1.26A^{-0.05}U(e_s - e_a) \quad (8)$$

Donde  $e_s$  y  $e_a$  son, respectivamente, la presión de vapor de saturación a la temperatura  $T_s$  y la presión de vapor real a la temperatura  $T_s$ , expresadas en kPa;  $A$  es el área expuesta del embalse en  $m^2$ ; y  $U$  es la velocidad del viento a 2 metros sobre la superficie en m/s.

La presión de saturación de vapor para una temperatura  $T_s$  puede ser estimada con la ecuación de Clausius-Clapeyron:

$$e_s = 0.611 \exp \left( \frac{17.27T_s}{T_s + 237.3} \right) \quad (9)$$

Donde  $e_s$  está en kPa y la temperatura  $T_s$  en  $^{\circ}C$ .

A pesar de la importancia que tiene, la presión de vapor real  $e_a$  es escasamente reportada, y a nivel nacional, solo se muestran los valores para calcularla en las normales climatológicas de los observatorios sinópticos (Arteaga-Ramírez *et al.*, 2010).

Se han propuesto diversos modelos para estimar la presión real de vapor, como los expuestos por Allen *et al.* (1998), que plantean el uso de la temperatura de punto de rocío  $T_d$ . Cuando no se tiene el valor de  $T_d$  se puede utilizar la temperatura mínima  $T_{min}$ , ya que la relación  $T_d \approx T_{min}$  se mantiene para regiones húmedas, sin embargo, como mencionan Allen *et al.* (1998), en regiones áridas  $T_{min}$  puede ser mayor que  $T_d$ , por lo que es necesario realizar una calibración.

En el manual 56 de la FAO (Allen et al., 2006), se establece una ecuación para estimar  $T_d$  a partir de  $T_{min}$ :

$$T_d = T_{min} - K_o \quad (10)$$

Donde  $T_d$  y  $T_{min}$  están en °C; y  $K_o$  es igual a 0°C en climas húmedos o subhúmedos y toma un valor de 2°C en climas áridos y semiáridos.

Para definir si una zona es húmeda o árida, es necesario hacer una clasificación mediante la ecuación propuesta por Rivas-Martínez (2008):

$$I_a = \frac{P}{T_s + 10} \quad (11)$$

Donde  $I_a$  es el índice de aridez de Martonne en mm/°C;  $P$  es la precipitación media anual en mm; y  $T_s$  es la temperatura media anual del aire en °C. Si  $I_a > 20$  se considera húmedo asignando un valor de  $K_o = 0^\circ\text{C}$ ; si  $I_a \leq 20$  entonces se considera árido, asignando un valor de  $K_o = 2^\circ\text{C}$ .

De esta manera es posible conocer las variables planteadas para condiciones actuales, según los valores de evaporación en embalses y, estimar los valores de evaporación a futuro según las proyecciones de la variación en los valores normales de la temperatura, provocadas por los efectos del cambio climático.

Considerando lo expuesto en este capítulo, se tiene que, para fines de esta investigación, las variables climatológicas condicionantes en la estimación de la disponibilidad media anual de agua superficial, son la precipitación y la temperatura.

### 3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

#### 3.1 Descripción general: El estado de Chihuahua.

El estado de Chihuahua se localiza al norte de la República Mexicana, entre los paralelos 31° 47' 04" y 25° 33' 32" latitud norte y los meridianos 103° 18' 24" y 109° 04' 30" longitud oeste (Figura 6). Su extensión territorial de 247,456 km<sup>2</sup>, representa el 12.6% de la superficie del país. Geopolíticamente colinda al Norte con los Estados Unidos de América; al Este con los Estados Unidos de América y Coahuila de Zaragoza; al Sur con Durango y Sinaloa; y al Oeste con Sonora.

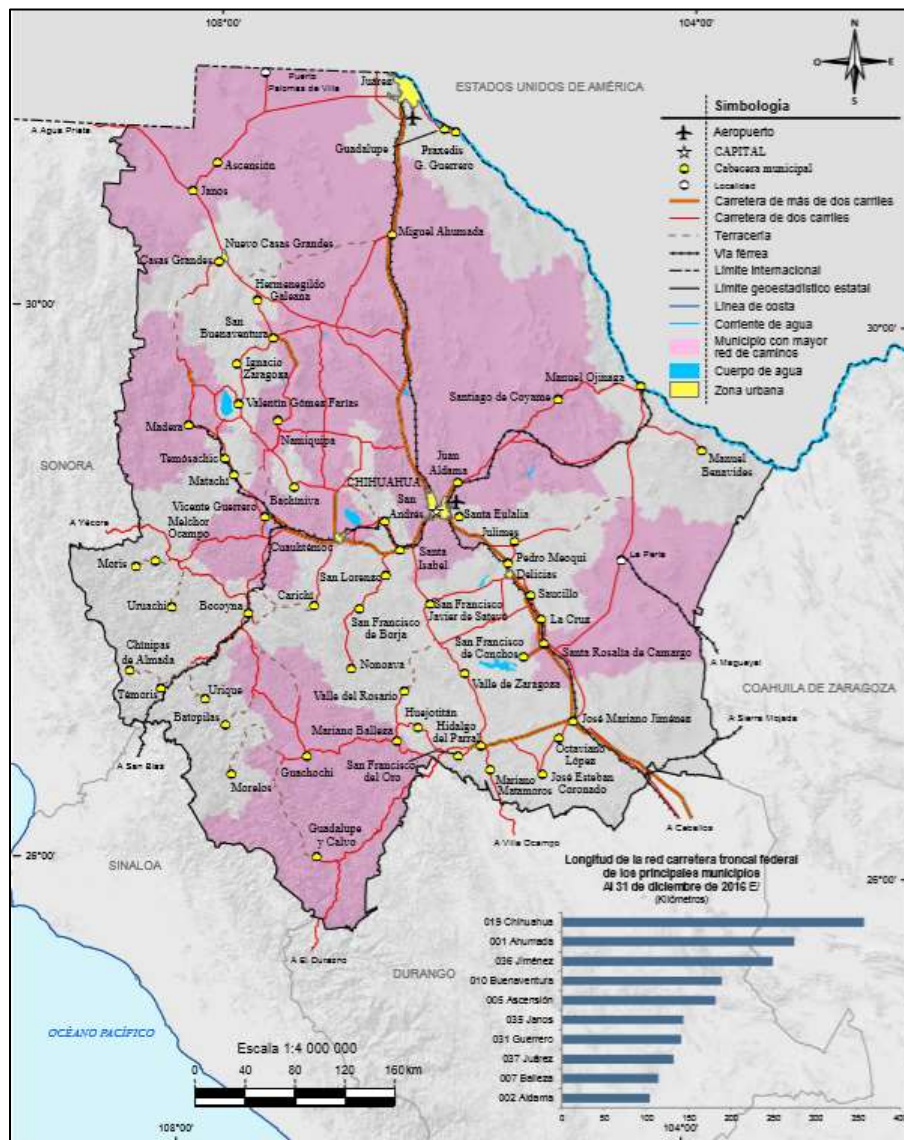


Figura 6. Localización del estado de Chihuahua. Fuente: (INEGI, 2017).

### 3.1.1 Fisiografía.

De acuerdo a los datos vectoriales de la carta fisiográfica, escala 1:1 000 000, publicados por el INEGI (2001) y tal como se muestra en la Figura 7, en la entidad se encuentran parcialmente dos de las 15 Provincias Fisiográficas en que se divide el país, siendo estas: (III) Sierra Madre Occidental, con una cobertura en la entidad de 43.5%; y (IV) Sierras y Llanuras del Norte, abarcando el 56.5% de la superficie estatal (INEGI, 2017).

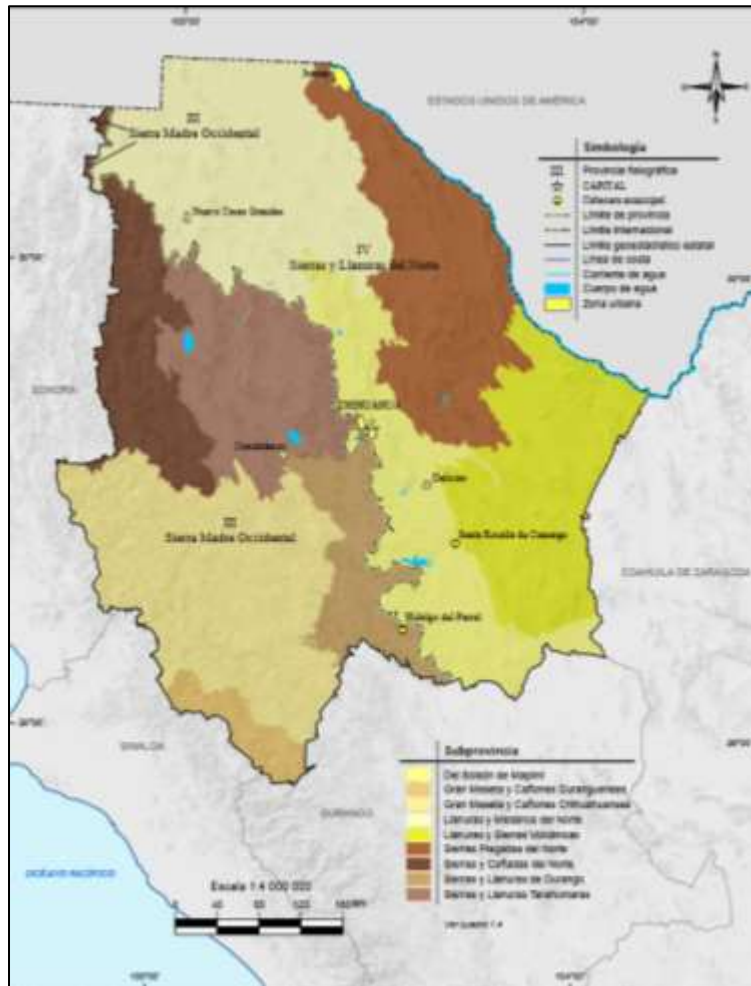


Figura 7. Fisiografía en el estado de Chihuahua. Fuente: (INEGI,2017).

La provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental es el sistema montañoso más largo de México, iniciando en la frontera con los Estados Unidos de América hasta el sureste del país, en donde colinda con la provincia Eje Neovolcánico (INEGI, 2003). Asimismo, esta provincia incluye cinco subprovincias fisiográficas: (10) Sierras y Cañadas del Norte, ubicada en el extremo

noreste, ocupando un 7.33% de la superficie estatal y según su relieve se clasifica como sierra alta con cañadas; (11) Sierras y Llanuras Tarahumara, ubicada en el centro oeste, se encuentra totalmente dentro del territorio estatal, con una cobertura del 10.52% del estado y su relieve incluye grupos de sierras con orientación norte-sur; (13) Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses, ubicada al surponiente del estado, ocupa el 18.12% de la superficie del estado y su relieve se conforma por una gran meseta interrumpida por profundos cañones, en donde se encuentra la Barranca del Cobre; (14) Sierras y Llanuras de Durango, ubicada en el lado oriente de la provincia, abarca el 5.42% de la superficie estatal y su relieve está conformado por pequeños cadenamientos de sierras, mesetas y lomeríos en sentido norte-sur; y (15) Gran Meseta y Cañones Duranguenses, ubicada en el extremo sureste de la entidad, ocupa el 2.11% de la superficie estatal y en ella se encuentra el cerro Mohinora, siendo el de mayor altitud en el estado con una elevación de 3,300 msnm (INEGI, 2003) y (INEGI, 2017).

La Provincia Fisiográfica de Sierras y Llanuras del Norte, abarca la región árida de la entidad, extendiéndose desde la colindancia con el suroeste de los Estados Unidos de América hasta cerca de Nazas de Durango y, esta provincia se divide en cinco subprovincias, de las cuales, las siguientes cuatro se encuentran dentro del territorio estatal: (18) Llanuras y Médanos del Norte, ubicada al noroeste del estado, con una cobertura de 17.42% en territorio estatal y con relieve conformado por llanuras, amplias bajadas, sierras escarpadas pequeñas y campos de dunas; (19) Sierras Plegadas del Norte, ubicada al noreste del estado, abarcando el 13.53% de la superficie estatal y con un relieve de bajada asociada a lomeríos y una zona de llanuras ubicada cerca de la zona urbana de ciudad Juárez; (20) Del Bolsón de Mapimí, se extiende desde el centro-norte hasta centro-sur del estado, ocupa el 12.48% de la superficie estatal y relieve está compuesto por llanuras aluviales y bajas principalmente; y (21) Llanuras y Sierras Volcánicas, ubicada al este de la entidad, con una cobertura de 13.07% en el territorio estatal y un relieve conformado por llanuras interrumpidas en ocasiones por sierras, lomeríos o mesetas (INEGI, 2003) y (INEGI, 2017).

### 3.1.2 Geología.

De acuerdo con los datos vectoriales de la carta geológica, escala 1:250 000 publicada por el INEGI (1988), en la Provincia Fisiográfica Sierra Madre Occidental, principalmente se tiene el afloramiento de rocas ígneas extrusivas félsicas, seguidas de las ígneas extrusivas félsicas y sedimentarias de tipo conglomerado, todas provenientes del periodo Terciario; asimismo, se tiene la presencia de depósitos recientes y materiales ígneos extrusivos básicos provenientes del Cuaternario (INEGI, 2003). En la Provincia Fisiográfica de Sierras y Llanuras del Norte predominan los depósitos del periodo Cuaternario, seguidos por rocas sedimentarias de los periodos Cretácico y Terciario, así como ígneas extrusivas máficas provenientes del Cuaternario; también se tiene en una menor proporción, la presencia de afloramientos de rocas metamórficas del periodo Precámbrico y sedimentarias del Paleozoico (INEGI, 2003). En la Figura 8 se muestra la geología de la entidad.

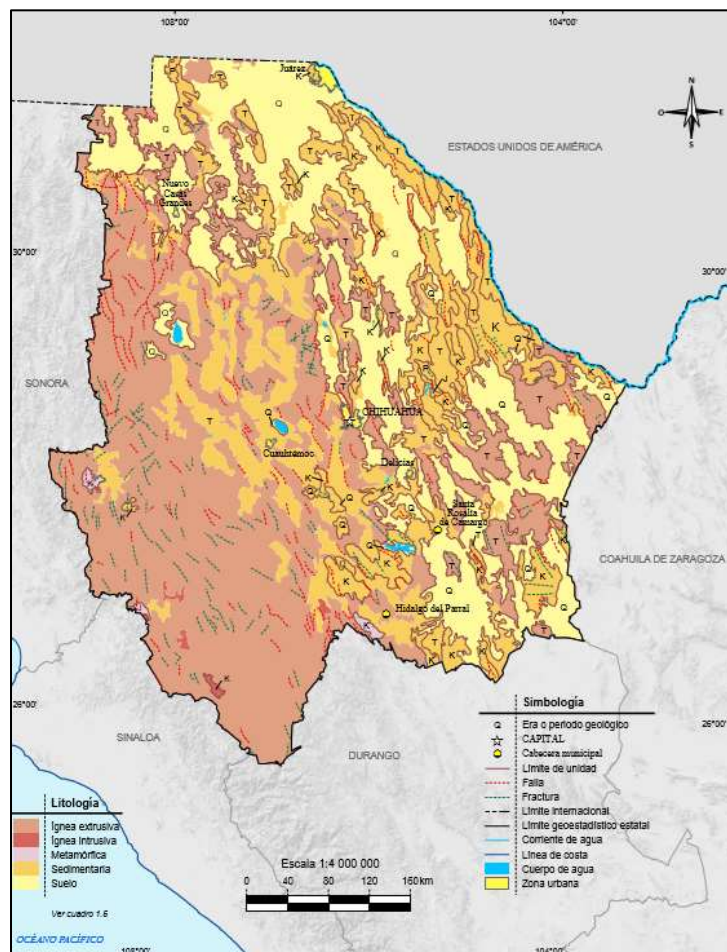


Figura 8. Geología en el estado de Chihuahua. Fuente: (INEGI, 2017).

### 3.1.3 Edafología.

De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales de edafología, escala 1: 250 000 serie II, publicado por el INEGI (2007), y tal como se muestra en la Figura 9, en el estado de Chihuahua se tiene la presencia de 17 unidades de suelo, las cuales, nombrándolas de mayor a menor predominación son: Leptosol (27.44%), Calcisol (20.47%), Regosol (14.38%), Phaeozem (12.56%), Luvisol (7.40%), Cambisol (4.06%), Vertisol (3.02%); los grupos de suelo mencionados son los principales en la entidad y conforman el 89.33% del territorio estatal, mientras que los grupos de suelo restantes con un cobertura del 10.67% y abarcando de manera individual menos del 3% de la superficie del estado, son el Arenosol, Solonetz, Umbrisol, Kastañozem. Solonchak, Chernozem, Durisol, Fluvisol, Gypisol y Planosol (INEGI, 2017). En la entidad dominan los suelos de textura media (aproximadamente 80% del territorio estatal), favoreciendo la infiltración de agua en el estado, y en menor porcentaje las texturas gruesa y fina (INEGI, 2003).

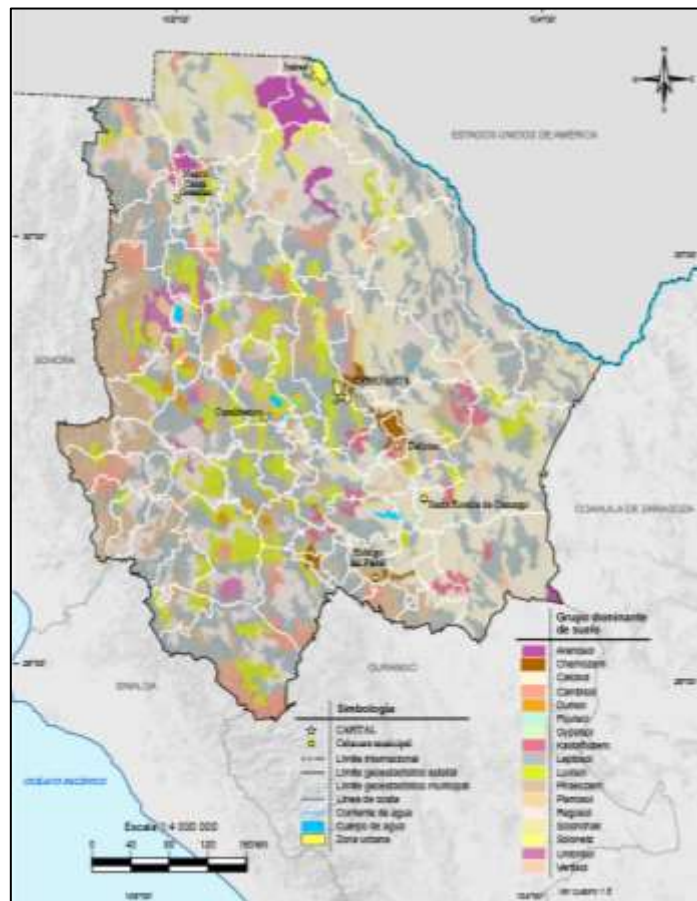


Figura 9. Edafología en el estado de Chihuahua. Fuente: (INEGI, 2017).

### 3.1.4 Usos de suelo y vegetación.

De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación, escala 1: 250 000 serie V, publicado por el INEGI (2015), y como se muestra en la Figura 10, la vegetación existente en el estado de Chihuahua se clasifica en cinco grupos, siendo el matorral desértico el grupo predominante con un 36.58% de cobertura, seguido por los bosques principalmente de pino y encino que abarcan un 28.04% de la superficie estatal, los pastizales representan el 23.68% del territorio del estado, la agricultura de temporal y anual tiene una cobertura de 8.80%, las selvas 2.12% y otros usos, tales como zonas urbanas, cuerpos de agua y zonas desprovistas de vegetación representan el 0.78% de la superficie del estado (INEGI, 2017).

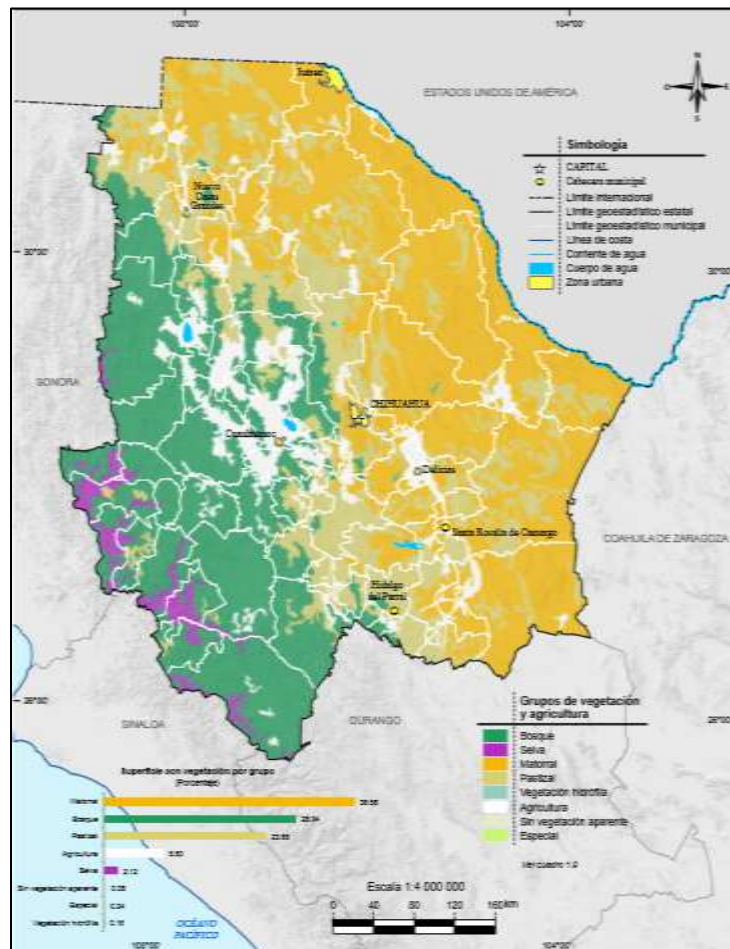


Figura 10. Usos de suelo y vegetación en el estado de Chihuahua.  
Fuente: (INEGI, 2017).

Los matorrales y pastizales se distribuyen principalmente en la zona de llanuras en las región árida y semiárida del estado, los bosques predominan en la región serrana donde los climas se caracterizan por ser templados, mientras que las selvas se distribuyen en los climas cálidos en el extremo sur poniente del estado, y la agricultura a pesar de la escasez de agua en la entidad, se encuentra distribuida en diferentes zonas del estado, principalmente en la porción central.

### ***3.1.5 Clima.***

De acuerdo a los datos vectoriales de la carta climatológica escala 1:1 000 000, publicados por el INEGI (2008), según la clasificación de W. Köppen (1936) modificada para la República Mexicana por García (1964), en el Estado se tiene principalmente la presencia de climas secos, ya que abarcan cerca del 70% de la superficie estatal y se distribuyen en la zona noreste del estado, como los climas áridos templados (BSok, BSokw y BSok(x)) con lluvias de verano, excepto el grupo BSok(x)' que presenta lluvias en invierno; los semiáridos templados BS1hw, BS1kw que presentan lluvias de verano y los BS1h(x'), BS1k(x') con lluvias de verano mayores al 18% anual (INEGI, 2003).

Los climas templados se encuentran distribuidos en la zona sureste del estado en la zona de la Sierra Madre Occidental, como los climas templados subhúmedos con lluvias de verano del 5 a 10.2% anual (C(w1), C(w2)) y mayores al 10.2% anual (C(w1)x', C(w2)x', C(wo)x'). También se tiene la presencia de climas templados semifríos que presentan lluvias de verano del 5 al 10% anual (Cb'(w1)x'), y en ocasiones lluvias de verano mayores al 10.2% anual (Cb'(w2)x') (INEGI, 2003).

En cuanto a los climas cálidos en el estado, estos se localizan en el límite surponiente, en la colindancia con los estados de Sonora y Sinaloa. Se tiene la presencia de climas cálidos subhúmedos (Awo) y climas semicálidos ((A)C(w1), (A)C(wo) y (A)C(wo)x). Todos los anteriores presentan lluvias de verano del 5 a 10.2% anual, a excepción del clima (A)C(wo)x' el cuál presenta lluvias de verano mayores al 10.2% anual (INEGI, 2003).

En la Figura 11 se muestra la distribución de climas en el estado de Chihuahua.

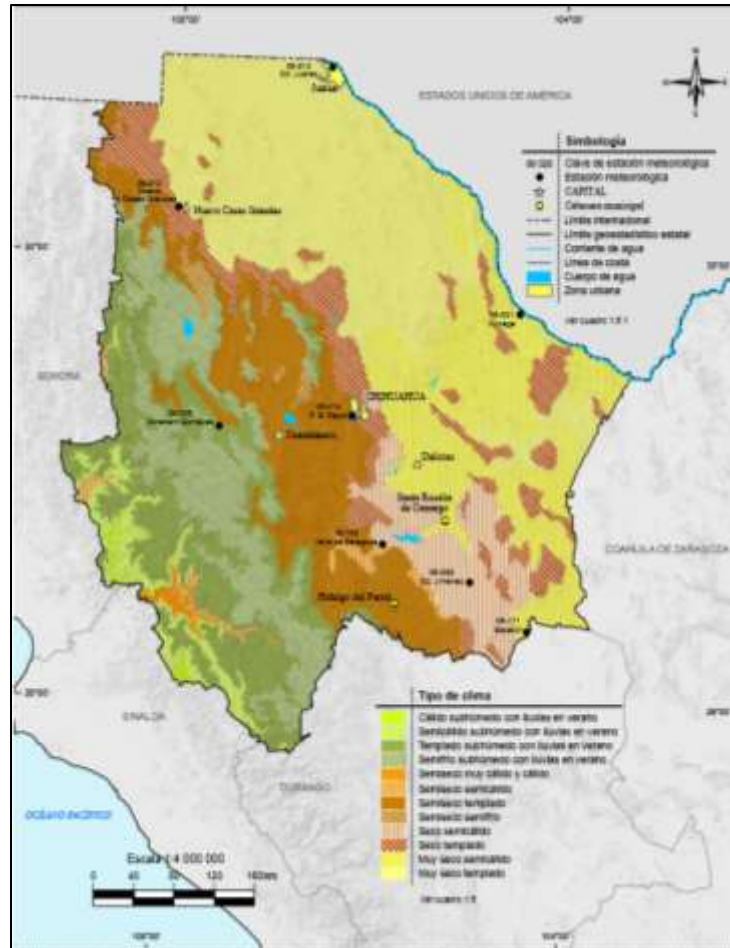


Figura 11. Climatología del estado de Chihuahua. Fuente: (INEGI, 2017).

### 3.1.5.1 Distribución de la temperatura.

Debido a la variabilidad climática del estado, la distribución espacial de la temperatura también es heterogénea, la cual varía desde los 6°C hasta los 26°C. En la región árida y semiárida de la entidad el rango de la temperatura media anual esta entre los 14°C y 22°C; en la región templada donde se encuentra la Sierra Madre Occidental, la temperatura media anual varía entre 6°C y 14°C; y en la región cálida en el extremo surponiente de la entidad, las temperaturas oscilan entre 22°C y 26°C (INEGI, 2017).

En la Tabla 1 se muestran las temperaturas medias anuales de 11 estaciones climatológicas que cuentan con un amplio periodo de registro y se ubican de manera distribuida en la entidad, abarcando cada tipo de clima.

Tabla 1. Temperatura media anual de diferentes localidades en el estado de Chihuahua  
Fuente: (INEGI, 2017).

Estación	Longitud	Latitud Norte	Periodo	Temperatura media anual (°C)
Camargo	-105.172	27.687	1967-2017	19.88
Casas Grandes	-107.932	30.377	1957-2017	16.90
Chínipas	-108.536	27.393	1964-2017	23.69
Ciudad Juárez	-106.420	31.724	1960-2017	18.02
Cauahémoc	-106.839	28.397	1960-2017	14.70
Delicias	-105.467	28.200	1957-2017	19.30
Jiménez	-104.914	27.141	1957-2017	18.75
Ojinaga	-104.411	29.565	1969-2017	21.30
Parral	-105.667	26.917	1957-2017	17.79
Temósachic	-107.817	28.950	1960-2017	13.40
Urique	-107.917	27.167	1964-2017	23.69

En la Figura 12 se muestra la distribución de la temperatura media anual en el estado de Chihuahua y la ubicación de las estaciones consignadas en la Tabla 1.

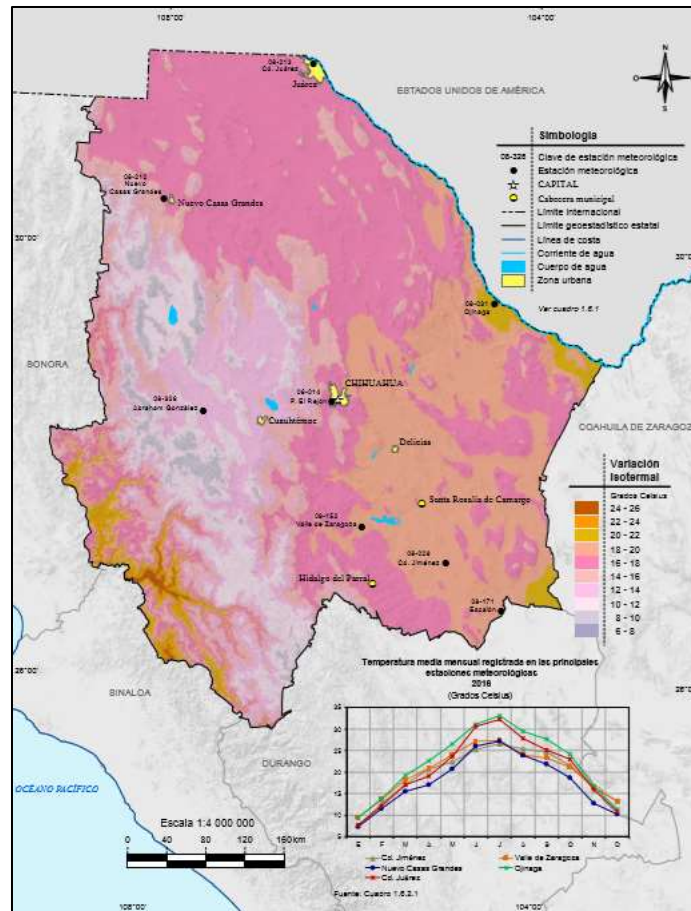


Figura 12. Distribución espacial de la temperatura en el estado de Chihuahua. Fuente: (INEGI, 2017).

### 3.1.5.2 Distribución de la precipitación.

La precipitación media anual en la entidad es del orden de 459 mm, la cual varía desde los 100 mm en la zona de llanuras en la región más árida, hasta los 1,200 mm en las zonas montañosas. En la región árida y semiárida de la entidad, la precipitación oscila entre los 100 y 500 mm anuales, mientras que, en la región de calimas templados y cálidos, la precipitación media anual varía entre 500 y 1,200 mm (INEGI, 2017). En la Tabla 2 se muestran los valores de precipitación media anual de las mismas estaciones presentadas anteriormente y, en la Figura 13, se puede observar la distribución espacial de la precipitación en el estado de Chihuahua.

Tabla 2. Precipitación media anual de diferentes localidades en el estado de Chihuahua.  
Fuente: (INEGI, 2017).

Estación	Longitud	Latitud Norte	Periodo	Precipitación media anual (mm)
Camargo	-105.172	27.687	1960-2013	350.9
Casas Grandes	-107.932	30.377	1960-2017	308.3
Chínipas	-108.536	27.393	1960-2000	883.1
Ciudad Juárez	-106.420	31.724	1957-2016	260.5
Cuauhtémoc	-106.839	28.397	1957-2003	440.9
Delicias	-105.467	28.200	1961-2013	296.1
Jiménez	-104.914	27.141	1957-2016	344.2
Ojinaga	-104.411	29.565	1957-2016	252.7
Parral	-105.667	26.917	1991-2017	357.6
Temósachic	-107.817	28.950	1961-2017	889.5
Urique	-107.917	27.167	1969-2011	784.0

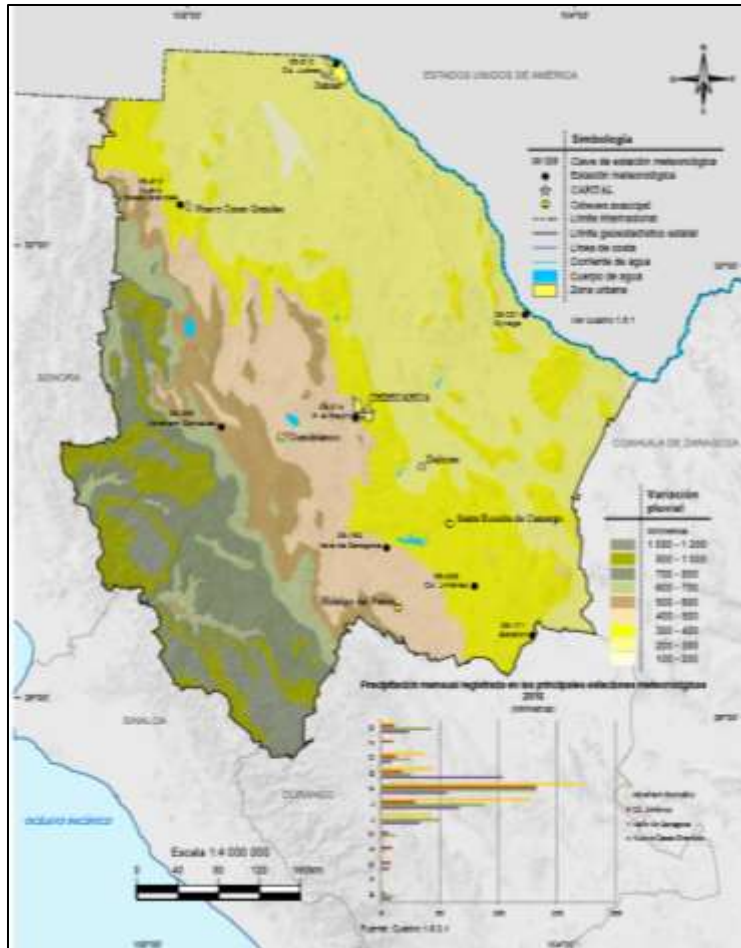


Figura 13. Distribución espacial de la precipitación en el estado de Chihuahua. Fuente: (INEGI, 2017).

### 3.1.6 Hidrología superficial.

En el estado de Chihuahua, la cadena montañosa de la Sierra Madre Occidental divide la hidrología superficial de la entidad en tres vertientes: (1) Vertiente del Pacífico, (2) Vertiente del Golfo de México y (3) Vertiente Interior (INEGI, 1999).

La Vertiente del Pacífico en la entidad está constituida por los afluentes de los ríos Yaqui, Mayo, Fuerte y Sinaloa, siendo estos los ríos de principal aprovechamiento en los estados de Sonora y Sinaloa.

La Vertiente del Golfo de México es considerada la más importante del estado, ya que, a ella pertenece el río Conchos, siendo el río de mayor potencial hidráulico en Chihuahua (Silva-

Hidalgo, 2010), además de ser el mayor afluente del río Bravo procedente del territorio mexicano y en su cuenca se localizan seis de las ocho principales presas de almacenamiento en la entidad.

Los ríos principales de la Vertiente Interior son el Casas Grandes, Santa María y del Carmen, siendo los generadores de las principales lagunas del territorio chihuahuense.

En la Tabla 3 se consignan las principales lagunas y presas de almacenamiento en el estado.

Tabla 3. Principales cuerpos de agua en el estado de Chihuahua.

<b>Cuerpo de agua</b>	<b>Nombre</b>	<b>Río</b>	<b>Vertiente</b>	<b>Región hidrológica</b>
<b>PRESAS</b>	Presa La Boquilla (Lago Toronto)	Conchos	Golfo de México	RH24
	Presa Ing. Luis L. León (El Granero)	Conchos		
	Presa Francisco I. Madero (Las Vírgenes)	San Pedro		
	Presa Pico del Águila	Florido		
	Presa Federalismo Mexicano (San Gabriel)	Florido		
	Presa Chihuahua	Chuvíscar		
	Presa Ing. Andrew Weiss (La Colina)	Conchos		
	Presa El Tintero	Santa María	Interior	RH34
	Presa Las Lajas	Santa Clara		
	Presa Abraham González (Guadalupe)	Papigochic	Pacífico	RH09
<b>LAGUNAS</b>	Laguna de Bustillos	-	Interior	RH34
	Laguna Encinillas	-		
	Laguna de Babícora	-		

De acuerdo a la división del país por regiones hidrológicas, dentro de los límites del estado de Chihuahua se encuentran parcialmente cinco regiones hidrológicas (Figura 14), las cuales son: (1) RH09. Sonora Sur, (2) RH10. Sinaloa, (3) RH24. Bravo-Conchos, (4) RH34. Cuencas Cerradas del Norte y (5) RH 35. Mapimí. En la Tabla 4 se muestra la cobertura de cada región hidrológica dentro del estado de Chihuahua.

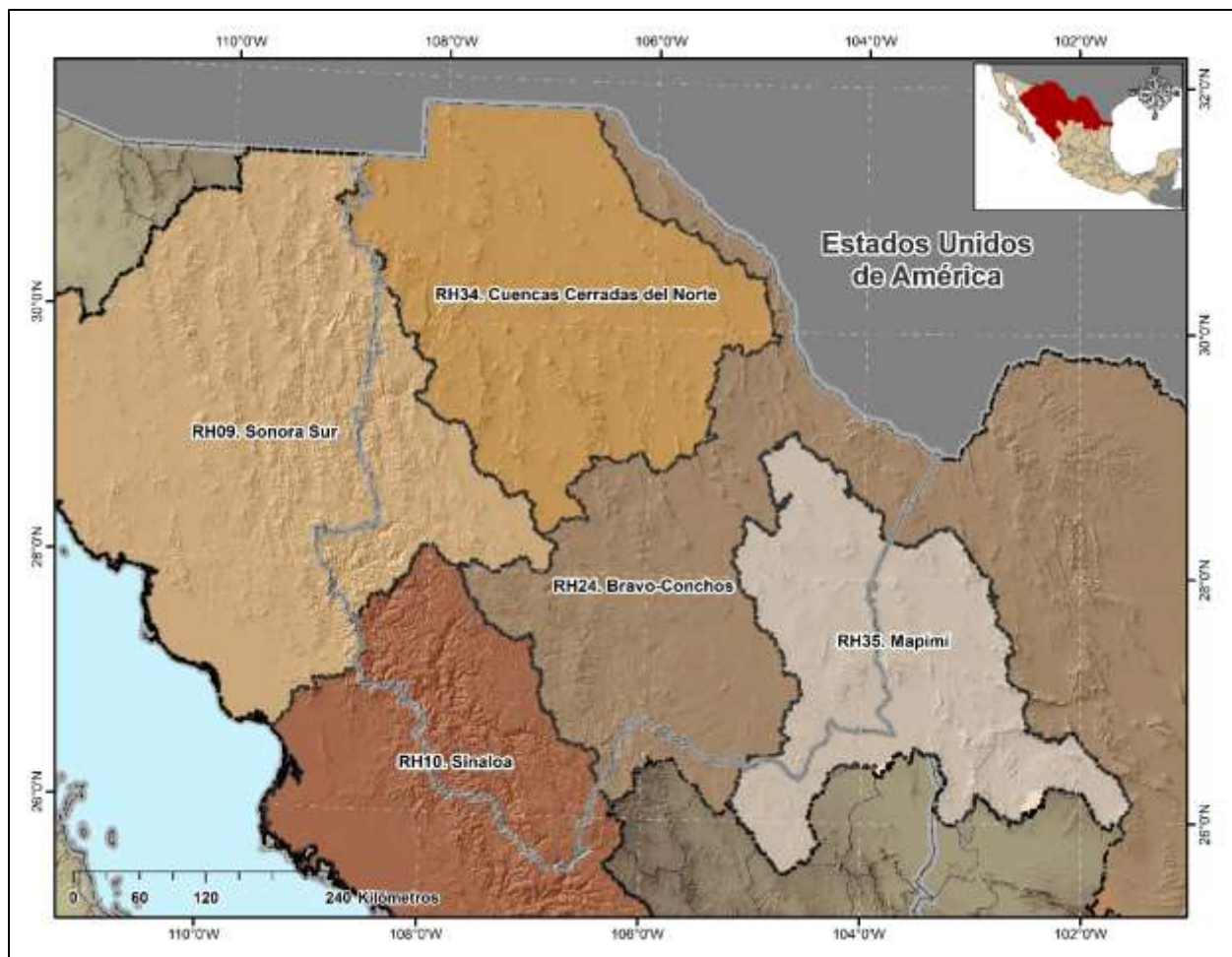


Figura 14. Regiones hidrológicas en el estado de Chihuahua. Fuente: Elaboración propia a partir de los datos vectoriales del INEGI.

Tabla 4. Cobertura de las regiones hidrológicas en el estado de Chihuahua.

Región hidrológica	Área dentro del Estado (km <sup>2</sup> )	Cobertura (%)
RH 9. Sonora Sur	23,734.003	9.59
RH 10. Sinaloa	29,970.676	12.11
RH 24. Bravo – Conchos	78,082.148	31.55
RH 34. Cuencas Cerradas del Norte	89,392.304	36.12
RH 35. Mapimí	26,307.868	10.63

- **RH 9. Sonora Sur.**

Se encuentra ubicada en la porción oeste del estado de Chihuahua, está conformada por 16 subcuencas, de las cuales, tres se encuentran parcialmente dentro del estado: Río Bavispe, Río Yaqui 1 y Río Mayo 1 (DOF, 2016b).

El río Mayo es el más importante de la región, siendo sus principales tributarios los ríos Concheño, Agua Caliente y Los Cedros. En la cuenca del río Yaqui, las corrientes principales son los ríos Papigochic, Tomochi y Tutuaca. Sus principales obras hidráulicas son las presas Abraham González e Independencia. Dentro de esta misma cuenca se ubica el Distrito de riego 083 Papigochic (INEGI, 2003).

- **RH 10. Sinaloa.**

Ocupa la porción suroeste del estado de Chihuahua y en ella se ubican parcialmente cuatro subcuencas: Río Fuerte 1, Río Choix, Río Sinaloa 1 y Río Humaya, de las 30 que pertenecen a toda la región (DOF, 2016b).

La cuenca del río Fuerte, es la de mayor extensión en el estado y es esta la más importante de la región. Como corriente principal en la porción de la cuenca se encuentra el río Fuerte, teniendo un recorrido total de 255.5 km en territorio chihuahuense (INEGI, 2003).

- **RH 24. Bravo – Conchos.**

Es la región hidrológica de mayor relevancia en la entidad y en ella se encuentra la corriente superficial más importante del estado, el río Conchos, el cual, vierte sus aguas al río Bravo, siendo este último el más importante de la región (INEGI, 2003).

La región se divide en 37 subcuencas, de las cuales, dentro del estado se ubican ocho totalmente: Río Bravo 1, Río Bravo 2, Río Bravo 3, Río San Pedro, Río Parral, Río Conchos 2, Río Conchos 3 y Río Conchos 4, y cinco parcialmente: Río Bravo 4, Río Florido 1, Río Florido 3, Río Balleza y Río Conchos 1 (DOF, 2016b).

Las principales obras hidráulicas que almacenan las aguas provenientes del río Conchos son las presas: La Colina, Ing. Luis L. León y La Boquilla, siendo esta última la de mayor importancia en el estado. Adicionalmente en la región se encuentran otras obras hidráulicas importantes que retienen las aguas de ríos afluentes del río Conchos y otros cauces secundarios. Dichas obras hidráulicas son las presas: Pico del Águila y Federalismo

Mexicano, ubicadas sobre el río Florido; Francisco I. Madero, ubicada en el río San Pedro; y Chihuahua, ubicada en el río Chuvíscar (INEGI, 2003).

Dentro de la entidad y pertenecientes a la región RH 24. Se encuentran los distritos de riego 005 Delicias, 009 Valle de Juárez y 090 Bajo Río Conchos (INEGI, 2003).

- **RH 34. Cuencas Cerradas del Norte.**

Es la región que ocupa la mayor superficie del estado. Está conformada por 22 subcuencas, de las cuales, se encuentran dentro del estado, 20 totalmente que corresponden a las subcuencas del Arroyo el Carrizo, Río Del Carmen, Río Santa María, Laguna Bustillos, De Los Mexicanos y Río Casas Grandes; y dos parcialmente: Hacienda San Francisco-Juguete-Madero-Palomas y Río Casas Grandes 2 (DOF, 2016b).

Como obras hidráulicas principales se encuentran las presas Las Lajas y el Tintero, que retienen las aguas de los ríos Santa Clara y Santa María. Debido a la orografía de la región se forman subcuencas cerradas que dan lugar a cuerpos de agua naturales, siendo los principales: Laguna de Bustillos, Laguna de Babícora y Laguna de Encinillas. Dentro de la región también se encuentra el Distrito de riego 089 El Carmen (INEGI, 2003).

- **RH 35. Mapimí.**

Se ubica en el sureste del estado, está conformada por seis cuencas, de las cuales, cuatro se encuentran en la porción perteneciente a la entidad: Laguna del Rey, Polvorillos-Arroyo El Marques, El Llano-Laguna del Milagro y Arroyo La India-Laguna Palomas (DOF, 2016b).

En esta porción de la región, no existen escurrimientos de gran magnitud, existen corrientes que generan arroyos intermitentes de trayectorias cortas y algunos de estos llegan a descargar en depresiones topográficas, formando lagunas intermitentes (INEGI, 2003).

### 3.2 Cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua.

Para la evaluación del efecto del cambio climático en la disponibilidad de aguas superficiales en el estado de Chihuahua, se consideraron como cuencas con incidencia en el Estado, aquellas que se encuentran total o parcialmente dentro del territorio chihuahuense, y debido a su volumen anual comprometido aguas abajo ( $R_{xy}$ ), también se consideraron todas las cuencas subsecuentes que tienen un grado de dependencia del escurrimiento generado en las cuencas ubicadas aguas arriba.

En el caso particular de la RH24 “Bravo-Conchos”, es necesario considerar el Tratado Sobre Distribución de Aguas Internacionales entre Estados Unidos Mexicanos y Estados Unidos de América (CILA, 1944), en el cual se establecen los derechos de asignación del agua para los Estados Unidos, definidos en el artículo 4, el cual se transcribe a continuación:

*“Artículo 4:*

*Las aguas del Río Bravo (Grande) entre Fort Quitman, Texas, y el Golfo de México se asignan a los dos países de la siguiente manera:*

*B.- A los Estados Unidos:*

*c). - Una tercera parte del agua que llegue a la corriente principal del Río Bravo (Grande) procedente de los ríos Conchos, San Diego, San Rodrigo, Escondido, Salado y Arroyo de Las Vacas; tercera parte que no será menor en conjunto, en promedio y en ciclos de cinco años consecutivos, de 431,721,000 metros cúbicos (350,000 acres pies) anuales. Los Estados Unidos no adquirirán ningún derecho por el uso de las aguas de los afluentes mencionados en este inciso en exceso de los citados 431,721,000 metros cúbicos (350,000 acres pies), salvo el derecho a usar de la tercera parte del escurrimiento que llegue al río Bravo (Grande) de dichos afluentes, aunque ella exceda del volumen aludido.”*

Considerando lo establecido en el Tratado de Aguas Internacionales, se definen como subcuencas con incidencia en el estado de Chihuahua de la RH24, las que se encuentran total o parcialmente dentro del territorio chihuahuense, las que pertenecen a la subregión denominada “Seis Tributarios” las cuales, para cumplir con el citado tratado, en conjunto deben cumplir con un  $R_{xy} = 1,295.16 \text{ hm}^3$  anuales, así como las de la subregión denominada “Medio Bravo” por ser cuencas subsecuentes de las cuencas de la subregión “Alto Bravo” ubicadas en el Estado.

En la Figura 15 se muestra el plano donde se delimitan las subcuencas que para fines de esta investigación tienen influencia en la estimación de la disponibilidad de aguas superficiales en el estado de Chihuahua, asimismo, en la Tabla 5 se consignan dichas subcuencas.

Tabla 5. Cuencas hidrológicas con incidencia en el estado de Chihuahua.

Región/Subregión	Clave	Nombre de la cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	
RH09. Sonora Sur	907	Río Bavispe	14566.88	
	908	Río Yaqui 1	39928.81	
	909	Río Yaqui 2	11744.85	
	910	Río Yaqui 3	6278.69	
	913	Río Mayo 1	7658.26	
	914	Arroyo Quiriego	1074.87	
	915	Río Mayo 2	2238.02	
	916	Río Mayo 3	4634.69	
<b>Total RH09</b>			<b>87050.19</b>	
RH10. Sinaloa	1001	Río Fuerte 1	26033.14	
	1002	Río Choix	1487.26	
	1003	Arroyo Álamos	1777.68	
	1004	Río Fuerte 2	5430.81	
	1005	Río Humaya	10899.15	
	1006	Río Tamazula	3275.23	
	1007	Río Culiacán	2596.83	
	1008	Río Sinaloa 1	7366.63	
	1009	Arroyo Ocoroni	1419.64	
	1010	Arroyo Cabrera	627.02	
	1011	Río Sinaloa 2	3738.81	
<b>Total RH10</b>			<b>64652.18</b>	
RH24. Bravo-Conchos	Alto Bravo	2401	Río Bravo 1	3325.11
		2402	Río Bravo 2	3595.13
		<b>Subtotal Alto Bravo</b>		<b>6920.24</b>
	Seis Tributarios	2403	Río Florido 1	1467.99
		2404	Río Florido 2	1279.35
		2405	Río Florido 3	4992.29
		2406	Río Parral	1625.46
		2407	Río Balleza	1188.09
		2408	Río Conchos 1	19626.52
		2409	Río Conchos 2	10855.15
		2410	Río Conchos 3	6565.97
		2411	Río Conchos 4	8726.44
		2412	Río San Pedro	10650.94
		2413	Río Chuviscar	419.54
		2418	Arroyo de las Vacas	868.37
		2419	Río San Diego	2127.59
		2421	Río San Rodrigo	1907.01
		2423	Río Escondido	2870.90
		2426	Río Sabinas	17059.47
		2427	Río Nadadores	21596.50
2428	Río Salado	22927.06		
<b>Subtotal Seis Tributarios</b>			<b>136754.65</b>	

Tabla 5. (Continuación).

Región/Subregión		Clave	Nombre de la cuenca	Área (km <sup>2</sup> )
RH24. Bravo-Conchos	Medio Bravo	2414	Río Bravo 3	12199.12
		2415	Río Bravo 4	29340.35
		2416	Río Bravo 5	6472.99
		2417	Río Bravo 6	220.04
		2420	Río Bravo 7	363.51
		2422	Río Bravo 8	1201.29
		2424	Río Bravo 9	3045.20
		2425	Río Bravo 10	4015.13
		2429	Río Bravo 11	4174.53
		<b>Subtotal Medio Bravo</b>		
<b>Total RH24</b>			<b>204707.05</b>	
RH34. Cuencas Cerradas del Norte		3401	Río Casas Grandes 1	5239.05
		3402	Río Casas Grandes 2	13061.71
		3403	Hacienda San Francisco-Juguete-Madero-Palomas	5345.80
		3404	Laguna de Babícora	1921.38
		3405	Río Santa María 1	3870.44
		3406	Río Santa María 2	5638.36
		3407	Laguna El Sabinal	1885.57
		3408	Desierto de Samalayuca	8358.66
		3409	Laguna La Vieja	1837.88
		3410	Río del Carmen 1	4568.98
		3411	Río del Carmen 2	8749.72
		3412	Rancho El Cuarenta	1023.08
		3413	Arroyo Roma	1782.83
		3414	Félix U. Gómez	2893.27
		3415	Arroyo El Carrizo	3708.85
		3416	Arroyo El Burro	4402.82
		3417	Laguna de Tarabillas	1863.44
		3418	Laguna El Cuervo	6233.89
		3419	Laguna de Encinillas	2883.30
		3420	Rancho Hormigas-El Diablo	196.54
	3421	Laguna de Bustillos	3227.26	
	3422	Laguna Los Mexicanos	767.62	
<b>Total RH34</b>			<b>89460.44</b>	
RH35. Mapimí		3502	Laguna del Rey	16050.43
		3504	Polvorillos- Arroyo El Márquez	12355.61
		3505	El Llano-Laguna del Milagro	10342.00
		3506	Arroyo La India-Laguna Palomas	10978.94
	<b>Total RH35</b>			<b>49726.98</b>

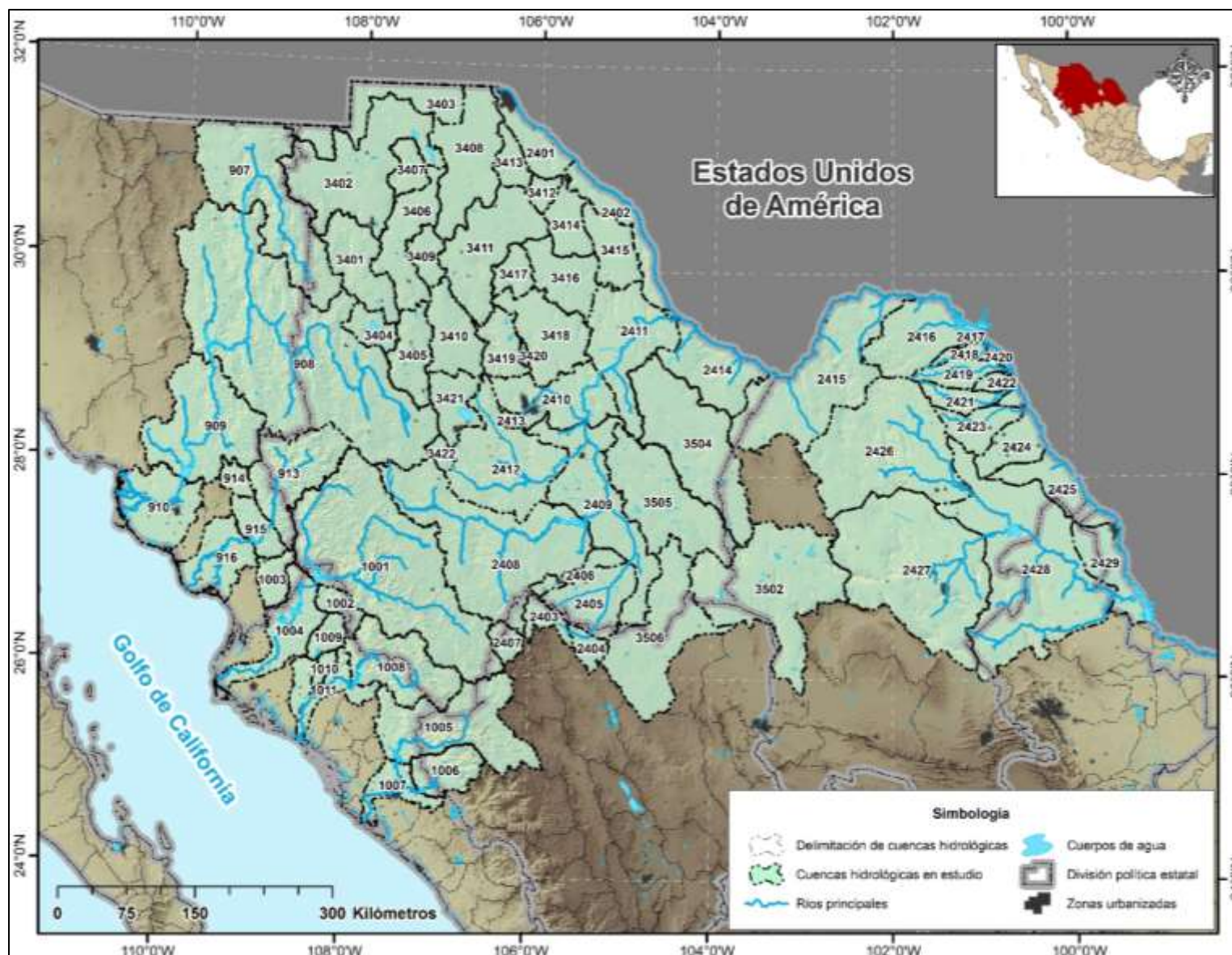


Figura 15. Ubicación de las cuencas hidrológicas con incidencia en el estado de Chihuahua.  
Fuente: elaboración propia a partir de datos vectoriales del INEGI y CONAGUA.

#### 4. DIAGNÓSTICO DE LA EVOLUCIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA.

Con la finalidad de realizar una evaluación de la disponibilidad de aguas superficiales a través del tiempo en las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua, se consultaron las publicaciones del Diario Oficial de la Federación (DOF), en donde se dan a conocer los valores de la disponibilidad para las distintas regiones hidrológicas a las que pertenecen dichas cuencas.

##### 4.1 Evaluación de las cuencas pertenecientes a la Región Hidrológica No. 9 “Sonora Sur”.

En la Tabla 6 se muestran los valores de disponibilidad media anual de aguas superficiales de las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua, que pertenecen a la Región hidrológica No. 9, así como los valores de las variables con sensibilidad al cambio climático, según las publicaciones de los años 2013 y 2016 (DOF, 2018a).

Tabla 6. Valores de disponibilidad de aguas superficiales a través del tiempo en las cuencas de la RH09.

Región	Clave	Nombre de la cuenca	Publicación DOF 30/05/2013			Publicación DOF 07/07/2016		
			<i>Cp</i> ( $\text{hm}^3$ )	<i>Ev</i> ( $\text{hm}^3$ )	<i>D</i> ( $\text{hm}^3$ )	<i>Cp</i> ( $\text{hm}^3$ )	<i>Ev</i> ( $\text{hm}^3$ )	<i>D</i> ( $\text{hm}^3$ )
RH09. Sonora Sur	907	Río Bavispe	548.300	51.850	0.000	535.757	52.614	0.399
	908	Río Yaqui 1	2203.000	128.560	0.040	2186.037	130.550	4.716
	909	Río Yaqui 2	379.430	202.130	0.070	371.842	203.767	7.706
	910	Río Yaqui 3	48.400	0.000	0.070	54.613	0.000	9.885
	913	Río Mayo 1	979.780	0.000	94.590	964.855	0.000	70.744
	914	Arroyo Quiriego	24.770	0.000	2.370	24.556	0.000	1.793
	915	Río Mayo 2	156.010	75.500	168.400	151.605	74.817	159.734
	916	Río Mayo 3	61.310	0.000	177.930	62.587	0.000	169.070
	<b>Total RH09</b>			<b>4401.000</b>	<b>458.040</b>	<b>443.470</b>	<b>4351.852</b>	<b>461.748</b>

El volumen de escurrimiento total en las cuencas de la RH09 tuvo una disminución de 1.12% del año 2013 al 2016, con volúmenes de  $4,401.0 \text{ hm}^3$  y  $4,351.85 \text{ hm}^3$  respectivamente. El volumen de evaporación en embalses aumentó 0.81% en el periodo, siendo de  $458.04 \text{ hm}^3$  en el 2013 y de  $461.75 \text{ hm}^3$  en el año 2016.

En cuanto a los valores de disponibilidad de agua total, según las publicaciones en el DOF en el año 2013 era de  $443.47 \text{ hm}^3$ , mientras que para el año 2016 cambio a  $424.05 \text{ hm}^3$ , lo cual representa una disminución en la disponibilidad de agua de 4.38%. En la Figura 16 se muestran los cambios en los valores de disponibilidad de aguas superficiales en las cuencas de la RH09.



Figura 16. Evolución de la disponibilidad de aguas superficiales en las cuencas de la RH09.

## 4.2 Evaluación de las cuencas pertenecientes a la Región Hidrológica No. 10 “Sinaloa”.

En la Tabla 7 se muestran los valores de disponibilidad media anual de aguas superficiales de las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua que pertenecen a la Región hidrológica No. 10, así como los valores de las variables con sensibilidad al cambio climático, según las publicaciones de los años 2010 y 2016.

Tabla 7. Valores de disponibilidad de aguas superficiales a través del tiempo en las cuencas de la RH10.

Región	Clave	Nombre de la cuenca	Publicación DOF 03/09/2010			Publicación DOF 07/07/2016		
			$C_p$ ( $hm^3$ )	$Ev$ ( $hm^3$ )	$D$ ( $hm^3$ )	$C_p$ ( $hm^3$ )	$Ev$ ( $hm^3$ )	$D$ ( $hm^3$ )
RH10. Sinaloa	1001	Río Fuerte 1	4036.180	63.740	129.240	4024.703	78.187	82.132
	1002	Río Choix	279.180	0.000	9.410	279.179	0.000	5.951
	1003	Arroyo Álamos	93.930	0.000	3.110	94.081	0.000	2.006
	1004	Río Fuerte 2	615.150	200.620	267.920	596.646	199.612	283.311
	1005	Río Humaya	1975.550	110.330	114.150	1907.076	108.445	136.981
	1006	Río Tamazula	770.810	40.890	55.070	755.431	40.311	67.220
	1007	Río Culiacán	375.240	0.000	217.370	466.127	0.000	278.776
	1008	Río Sinaloa 1	1377.310	58.010	340.830	1328.686	58.745	275.078
	1009	Arroyo Ocoroni	158.790	18.590	38.260	153.080	18.175	30.498
	1010	Arroyo Cabrera	80.740	0.000	21.370	75.617	0.000	16.425
	1011	Río Sinaloa 2	482.710	0.000	528.400	506.271	0.000	433.963
<b>Total RH10</b>			<b>10245.590</b>	<b>492.180</b>	<b>1725.130</b>	<b>10186.897</b>	<b>503.475</b>	<b>1612.341</b>

El volumen de escurrimiento total en las cuencas de la RH10 tuvo una disminución de 0.57% del año 2010 al 2016, con volúmenes de 10,245.59  $hm^3$  y 10,186.89  $hm^3$  respectivamente. El volumen de evaporación en embalses aumentó 2.29% en el mismo periodo, siendo de 492.18  $hm^3$  en el 2010 y de 503.48  $hm^3$  en el año 2016.

En cuanto a los valores de disponibilidad de agua total, según las publicaciones en el DOF en el año 2010 era de 1,725.13 hm<sup>3</sup>, mientras que para el año 2016 cambió a 1,612.34 hm<sup>3</sup>, lo cual representa una disminución en la disponibilidad de agua de 6.54%. En la Figura 17 se muestran los cambios en los valores de disponibilidad de aguas superficiales en las cuencas de la RH10.

Figura 17. Evolución de la disponibilidad de aguas superficiales en las cuencas de la RH10.



### 4.3 Evaluación de las cuencas pertenecientes a la Región Hidrológica No. 24 “Bravo-Conchos”.

En la Tabla 8, se muestran los valores de disponibilidad media anual de aguas superficiales de las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua que pertenecen a la Región hidrológica No. 24, así como los valores de las variables con sensibilidad al cambio climático, según las publicaciones de los años 2011 y 2016.

Tabla 8. Valores de disponibilidad de aguas superficiales a través del tiempo en las cuencas de la RH24.

Subregión	Clave	Nombre de la cuenca	Publicación DOF 02/06/2011			Publicación DOF 07/07/2016		
			<i>Cp</i> (hm <sup>3</sup> )	<i>Ev</i> (hm <sup>3</sup> )	<i>D</i> (hm <sup>3</sup> )	<i>Cp</i> (hm <sup>3</sup> )	<i>Ev</i> (hm <sup>3</sup> )	<i>D</i> (hm <sup>3</sup> )
<b>RH24. Alto Bravo</b>	2401	Río Bravo 1	69.900	0.000	-20.100	70.642	0.000	-15.377
	2402	Río Bravo 2	21.000	0.000	-23.400	20.572	0.000	-17.952
	<b>Total Alto Bravo</b>		<b>90.900</b>	<b>0.000</b>	<b>-43.500</b>	<b>91.214</b>	<b>0.000</b>	<b>-33.329</b>
<b>RH24. Seis Tributarios</b>	2403	Río Florido 1	3506.000	473.400	-437.600	3558.853	479.771	-296.423
	2404	Río Florido 2						
	2405	Río Florido 3						
	2406	Río Parral						
	2407	Río Balleza						
	2408	Río Conchos 1						
	2409	Río Conchos 2						
	2410	Río Conchos 3						
	2411	Río Conchos 4						
	2412	Río San Pedro						
	2413	Río Chuvíscar						
	2418	Arroyo de las Vacas						
	2419	Río San Diego						
	2421	Río San Rodrigo						
	2423	Río Escondido						
2426	Río Sabinas							
2427	Río Nadadores							
2428	Río Salado							
<b>Total Seis Tributarios</b>		<b>3506.000</b>	<b>473.400</b>	<b>-437.600</b>	<b>3558.853</b>	<b>479.771</b>	<b>-301.70</b>	
<b>RH24. Medio Bravo</b>	2414	Río Bravo 3	624.400	329.900	-737.800	622.370	323.151	-606.910
	2415	Río Bravo 4						
	2416	Río Bravo 5						
	2417	Río Bravo 6						
	2420	Río Bravo 7						
	2422	Río Bravo 8						
	2424	Río Bravo 9						
	2425	Río Bravo 10						
	2429	Río Bravo 11						
<b>Total Medio Bravo</b>		<b>624.400</b>	<b>329.900</b>	<b>-737.800</b>	<b>622.370</b>	<b>323.151</b>	<b>-606.910</b>	

El volumen de escurrimiento total en las cuencas de la subregión RH24. Alto Bravo, tuvo un aumento de 0.35% del año 2011 al 2016, con volúmenes de 90.90 hm<sup>3</sup> y 91.21 hm<sup>3</sup> respectivamente. El volumen de escurrimiento total en las cuencas de la subregión RH24. Seis Tributarios, tuvo un aumento de 1.51% del año 2011 al 2016, con volúmenes de 3,506.0 hm<sup>3</sup> y 3,558.85 hm<sup>3</sup> respectivamente. El volumen de evaporación en embalses aumentó 1.35% en el mismo periodo, siendo de 473.4 hm<sup>3</sup> en el 2011 y de 479.77 hm<sup>3</sup> en el año 2016. El volumen de escurrimiento total en las cuencas de la subregión RH24. Medio Bravo, tuvo una disminución de 0.33% del año 2011 al 2016, con volúmenes de 624.40 hm<sup>3</sup> y 622.37 hm<sup>3</sup> respectivamente. El

volumen de evaporación en embalses disminuyó 2.05% en el mismo periodo, siendo de 329.90 hm<sup>3</sup> en el 2011 y de 323.15 hm<sup>3</sup> en el año 2016

En cuanto a los valores de disponibilidad de agua total, según las publicaciones en el DOF en el año 2011 en la subregión RH24. Alto Bravo, era de -43.50 hm<sup>3</sup>, mientras que para el año 2016 cambio a -33.33 hm<sup>3</sup>, lo cual representa un aumento en la disponibilidad de agua de 23.38%; en la subregión RH24. Seis Tributarios, la disponibilidad en el año 2011 era de -437.40 hm<sup>3</sup>, mientras que para el año 2016 cambio a -301.70 hm<sup>3</sup>, lo cual representa un aumento en la disponibilidad de agua de 31.02%; por último, en la subregión RH24. Medio Bravo, la disponibilidad en el año 2011 era de -737.80 hm<sup>3</sup>, mientras que para el año 2016 cambio a -606.91 hm<sup>3</sup>, lo cual representa un aumento en la disponibilidad de agua de 17.74%. En la Figura 18 se muestran los cambios en los valores de disponibilidad de aguas superficiales en las subregiones de la RH24.

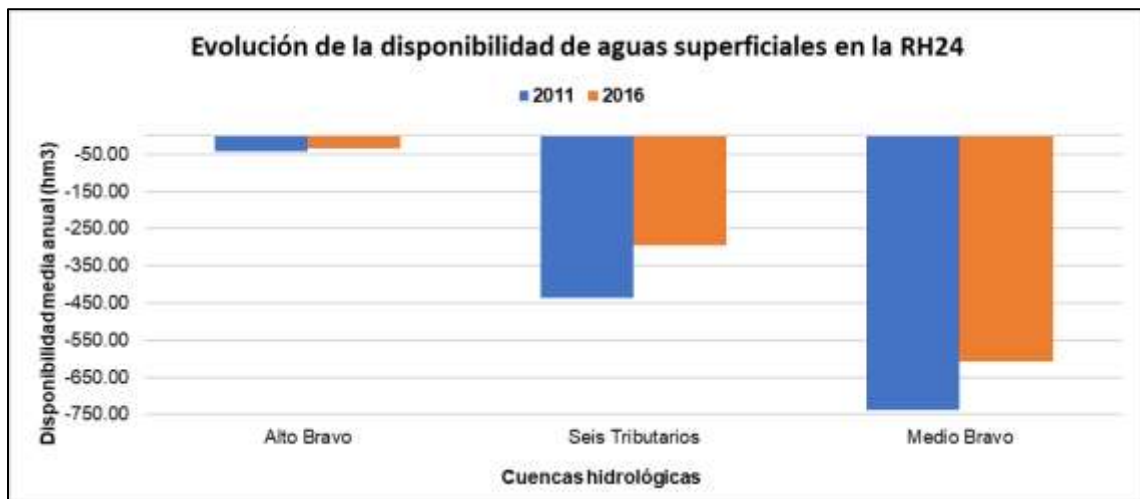


Figura 18. Evolución de la disponibilidad de aguas superficiales en las cuencas de la RH24.

#### 4.4 Evaluación de las cuencas pertenecientes a la Región Hidrológica No. 34 “Cuencas Cerradas del Norte”.

En la Tabla 9, se muestran los valores de disponibilidad media anual de aguas superficiales de las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua que pertenecen a la Región hidrológica No. 34, así como los valores de las variables con sensibilidad al cambio climático, según las publicaciones de los años 2013 y 2016.

Tabla 9. Valores de disponibilidad de aguas superficiales a través del tiempo en las cuencas de la RH34.

Región	Clave	Nombre de la cuenca	Publicación DOF 31/07/2013			Publicación DOF 07/07/2016		
			<i>C<sub>p</sub></i> (hm <sup>3</sup> )	<i>E<sub>v</sub></i> (hm <sup>3</sup> )	<i>D</i> (hm <sup>3</sup> )	<i>C<sub>p</sub></i> (hm <sup>3</sup> )	<i>E<sub>v</sub></i> (hm <sup>3</sup> )	<i>D</i> (hm <sup>3</sup> )
RH34. Cuencas Cerradas del Norte	3401	Río Casas Grandes 1	85.800	0.000	72.060	84.815	0.000	65.746
	3402	Río Casas Grandes 2	146.300	0.000	209.940	139.904	0.000	197.107
	3403	Hacienda San Francisco- Juguete-Madero-Palomas	60.800	0.000	60.790	62.143	0.000	62.135
	3404	Laguna de Babicora	44.570	0.000	44.270	46.123	0.000	45.822
	3405	Río Santa María 1	68.450	10.380	11.760	68.883	10.354	12.733
	3406	Río Santa María 2	67.390	0.000	30.780	69.009	0.000	33.353
	3407	Laguna El Sabinal	23.810	0.000	6.930	22.547	0.000	5.665
	3408	Desierto de Samalayuca	115.360	0.000	115.350	120.361	0.000	120.357
	3409	Laguna La Vieja	28.760	0.000	28.430	30.404	0.000	30.067
	3410	Río del Carmen 1	74.740	5.880	44.910	75.334	5.976	42.621
	3411	Río del Carmen 2	107.400	0.000	117.090	106.244	0.000	113.233
	3412	Rancho El Cuarenta	10.610	0.000	10.610	11.696	0.000	11.696
	3413	Arroyo Roma	23.220	0.000	23.220	22.928	0.000	22.928
	3414	Félix U. Gómez	30.580	0.000	30.580	30.378	0.000	30.378
	3415	Arroyo El Carrizo	42.280	0.000	42.000	41.828	0.000	41.105
	3416	Arroyo El Burro	51.010	0.000	50.710	53.332	0.000	52.924
	3417	Laguna de Tarabillas	26.730	0.000	26.720	26.942	0.000	26.941
	3418	Laguna El Cuervo	98.540	0.000	98.400	93.765	0.000	93.632
	3419	Laguna de Encinillas	50.560	0.000	50.220	49.532	0.000	49.279
	3420	Rancho Hormigas-El Diablo	3.870	0.000	3.870	3.878	0.000	3.878
3421	Laguna de Bustillos	73.980	0.000	67.600	73.321	0.000	64.954	
3422	Laguna Los Mexicanos	25.830	0.000	23.900	21.582	0.000	19.802	
<b>Total RH34</b>			<b>1260.59</b>	<b>16.260</b>	<b>1170.140</b>	<b>1254.949</b>	<b>16.330</b>	<b>1146.356</b>

El volumen de escurrimiento total en las cuencas de la RH34 tuvo una disminución de 0.45% del año 2013 al 2016, con volúmenes de 1,260.59 hm<sup>3</sup> y 1,254.95 hm<sup>3</sup> respectivamente. El volumen de evaporación en embalses aumentó 0.43% en el mismo periodo, siendo de 16.26 hm<sup>3</sup> en el 2013 y de 16.33 hm<sup>3</sup> en el año 2016.

En cuanto a los valores de disponibilidad de agua total, según las publicaciones en el DOF en el año 2013 era de 1,170.14 hm<sup>3</sup>, mientras que para el año 2016 cambio a 1,146.36 hm<sup>3</sup>, lo cual representa una disminución en la disponibilidad de agua de 2.03%. En la Figura 19 se muestran los cambios en los valores de disponibilidad de aguas superficiales en las cuencas de la RH34.

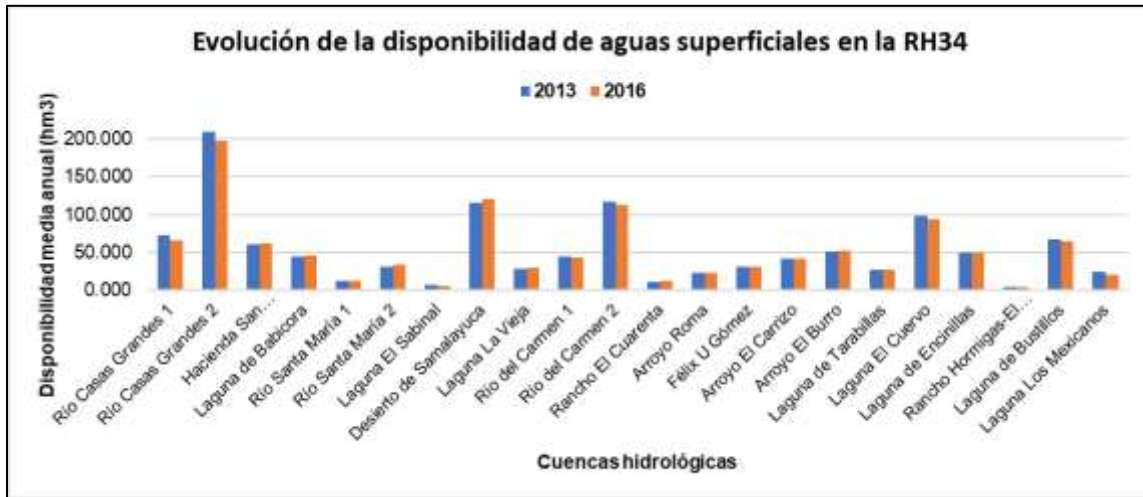


Figura 19. Evolución de la disponibilidad de aguas superficiales en las cuencas de la RH34.

#### 4.5 Evaluación de las cuencas pertenecientes a la Región Hidrológica No. 35 “Mapimí”.

En la Tabla 10, se muestran los valores de disponibilidad media anual de aguas superficiales de las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua que pertenecen a la Región hidrológica No. 34, así como los valores de las variables con sensibilidad al cambio climático, según las publicaciones de los años 2008 y 2016.

Tabla 10. Valores de disponibilidad de aguas superficiales a través del tiempo en las cuencas de la RH35.

Región	Clave	Nombre de la cuenca	Publicación DOF 14/07/2008			Publicación DOF 07/07/2016		
			<i>C<sub>p</sub></i> (hm <sup>3</sup> )	<i>E<sub>v</sub></i> (hm <sup>3</sup> )	<i>D</i> (hm <sup>3</sup> )	<i>C<sub>p</sub></i> (hm <sup>3</sup> )	<i>E<sub>v</sub></i> (hm <sup>3</sup> )	<i>D</i> (hm <sup>3</sup> )
RH35. Mapimí	3502	Laguna del Rey	201.030	0.000	60.290	151.741	0.000	45.503
	3504	Polvorillos- Arroyo El Márquez	229.100	0.000	68.580	137.827	0.000	40.435
	3505	El Llano-Laguna del Milagro	214.490	0.000	64.340	98.398	0.000	29.368
	3506	Arroyo La India-Laguna Palomas	163.330	0.000	40.750	91.651	0.000	17.036
	<b>Total RH35</b>		<b>807.950</b>	<b>0.000</b>	<b>233.960</b>	<b>479.617</b>	<b>0.000</b>	<b>132.342</b>

El volumen de escurrimiento total en las cuencas de la RH35 tuvo una disminución de 40.64% del año 2012 al 2016, con volúmenes de 807.95 hm<sup>3</sup> y 479.62 hm<sup>3</sup> respectivamente.

En cuanto a los valores de disponibilidad de agua total, según las publicaciones en el DOF en el año 2012 era de 233.96 hm<sup>3</sup>, mientras que para el año 2016 cambio a 132.34 hm<sup>3</sup>, lo cual representa una disminución en la disponibilidad de agua de 43.43%. En la Figura 20 se muestran los cambios en los valores de disponibilidad de aguas superficiales en las cuencas de la RH35.

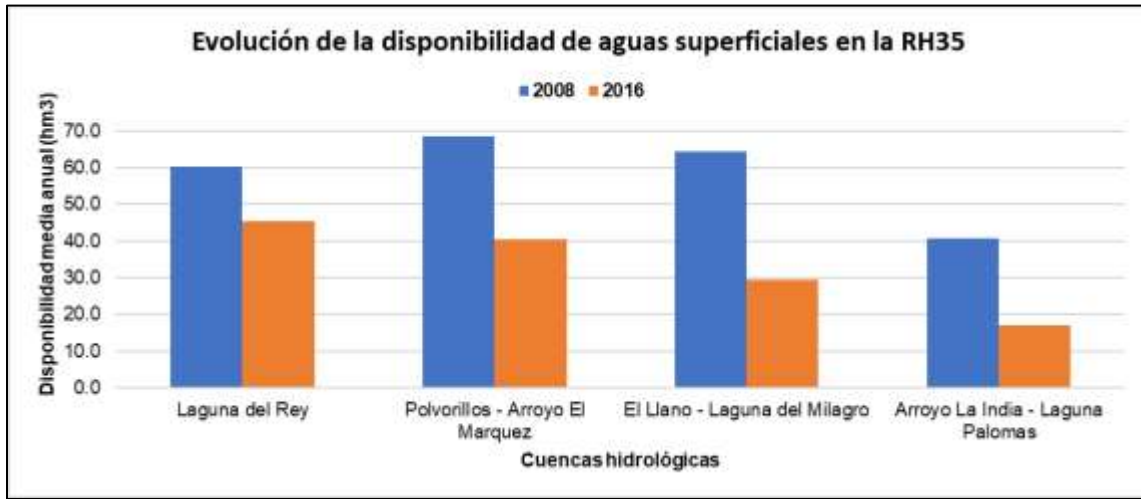


Figura 20. Evolución de la disponibilidad de aguas superficiales en las cuencas de la RH35.

## 5. CONDICIONES ACTUALES EN TÉRMINOS DE DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA.

### 5.1 Valores normales de variables climatológicas medidas en subcuencas con incidencia en el estado de Chihuahua.

Se consultó la información climatológica nacional, en la cual se dispone de información actualizada por los Organismos de Cuenca y Direcciones Locales de la CONAGUA. De esta base de datos, se recopiló la información de 106 estaciones climatológicas con incidencia en la zona de estudio, como puede observarse en la Figura 21. La información obtenida comprende los valores normales de precipitación y temperatura de cada estación climatológica en el periodo de 1981-2010. En la Tabla 11 se muestra la información de cada estación climatológica.

Tabla 11. Valores normales de precipitación y temperatura medidas en estaciones climatológicas ubicadas en las cuencas hidrológicas en estudio.

CLAVE	NOMBRE	ENTIDAD	LONG.	LAT. NORTE	ALT. (msnm)	TEMP. (°C)	PRECIP. (mm)
5002	ALLENDE (SMN)	COAHUILA	-100.83	28.33	374.00	21.80	461.00
5011	EJIDO REATA		-101.08	26.13	936.00	20.40	269.10
5013	EJIDO SAN MIGUEL		-102.95	28.64	1060.00	21.60	254.70
5020	MÚZQUIZ (DGE)		-101.52	27.87	490.00	20.80	584.10
5022	OCAMPO		-102.40	27.31	1100.00	19.00	364.70
5025	PIEDRAS NEGRAS (OBS)		-100.52	28.70	249.70	23.30	489.20
5030	PRESA VENUSTIANO CARRANZA		-100.62	27.52	272.00	22.20	353.10
5031	PROGRESO		-101.00	27.42	360.00	21.80	395.10
5033	SABINAS (DGE)		-101.12	27.85	339.00	22.70	494.60
5036	SAN PEDRO		-103.00	25.76	1100.00	21.30	187.50
5038	SANTA TERESA		-101.35	26.39	1010.00	20.20	322.90
5039	SIERRA MOJADA		-103.70	27.29	1256.00	17.20	339.90
5044	CUATRO CIENEGAS (SMN)		-102.07	26.99	740.00	21.90	225.10
5085	PRESA CENTENARIO		-100.95	29.21	325.00	21.60	500.40
5086	PRESA SAN MIGUEL		-100.96	29.04	340.00	22.50	602.50
5135	EL GUAJE		-103.29	28.09	1080.00	18.80	234.20
5144	SANTA TERESA DE SOFÍA		-102.27	26.61	800.00	20.90	164.40
5153	CASTAÑOS (DGE)		-101.42	26.77	743.00	19.20	450.00
5171	SACRAMENTO		-101.72	27.00	1275.00	19.00	339.70

Tabla 11. (Continuación).

CLAVE	NOMBRE	ENTIDAD	LONG.	LAT. NORTE	ALT. (msnm)	TEMP. (°C)	PRECIP. (mm)
8004	BACHÍNIVA	CHIHUAHUA	-107.26	28.77	2017.00	13.50	391.00
8038	CREEL (CFE)		-107.64	27.75	2348.00	11.50	694.30
8049	LUIS L. LEÓN		-105.31	28.98	1080.00	20.40	308.90
8059	EL TINTERO		-107.46	29.26	2450.00	17.10	344.10
8077	GUZMÁN		-107.45	31.22	1200.00	17.00	272.70
8081	JIMÉNEZ (DGE)		-104.92	27.13	1370.00	19.10	337.50
8084	ASCENSIÓN (DGE)		-108.01	31.10	1290.00	17.70	175.80
8106	NOROGACHI (CFE)		-107.13	27.29	2088.00	12.70	528.90
8142	TEMÓSACHI (OBS)		-107.82	28.95	1932.00	13.50	445.40
8167	CHÍNIPAS (DGE)		-108.54	27.39	440.00	23.50	770.20
8171	ESCALÓN (DGE)		-104.35	26.75	1263.00	19.20	331.90
8172	GUADALUPE Y CALVO (DGE)		-106.98	26.11	2279.00	13.10	1014.50
8182	MORIS		-108.52	28.15	754.00	20.80	434.00
8185	PRESA CHIHUAHUA (DGE)		-106.17	28.58	1548.00	17.20	406.30
8202	PRESA FRANCISCO I. MADERO		-105.63	28.17	1242.00	19.80	301.20
8213	JUÁREZ (DGE)		-106.49	31.74	1135.00	19.20	253.60
8219	PEÑITAS		-108.09	29.25	2135.00	11.30	541.50
8247	COYAME (DGE)		-105.25	29.45	1220.00	19.00	192.40
8254	OJINAGA (DGE)		-104.40	29.55	800.00	21.70	232.40
8267	EL VERGEL		-106.39	26.48	2740.00	10.80	645.40
8270	LA MESA		-105.96	28.77	1250.00	14.80	298.00
8298	DUBLÁN		-107.93	30.47	1440.00	16.80	311.50
8305	PARRAL (OBS)		-105.67	26.92	1720.00	17.80	512.70
8311	COLINA		-105.37	27.58	1214.00	19.40	342.20
8326	PRESA ABRAHAM GONZÁLEZ		-107.47	28.50	2000.00	13.30	344.30
8332	LAS LAJAS		-106.91	30.05	1450.00	16.90	290.90
8341	BATOPILAS II (DGE)		-107.74	27.03	570.00	25.20	680.50
10005	CEBALLOS		DURANGO	-104.35	26.32	1188.00	20.20
10006	CENDRADILLAS	-106.01		26.28	2270.00	11.90	635.70
10008	CINCO DE MAYO	-104.29		25.77	1700.00	18.00	310.80
10021	EL PALMITO	-105.00		25.61	1538.00	20.20	378.00
10026	EL TARAHUMAR	-106.32		25.62	2534.00	10.00	937.90
10037	LA HUERTA	-106.70		25.36	670.00	24.90	810.00
10061	ROSARIO	-105.64		26.51	1800.00	15.00	399.80
10075	SANTA MARÍA DEL ORO	-105.37		25.95	1700.00	15.70	534.70
10082	TAMAZULA DE VICTORIA	-106.98		24.94	250.00	24.90	1025.10
10085	TLAHUALILO	-103.44		26.11	1100.00	20.80	253.30
10087	VASCOGIL	-106.36		25.13	2400.00	11.80	1446.80
10121	LOS ALTARES	-105.89		24.99	2490.00	10.50	821.10
10128	VILLA HIDALGO (DGE)	-104.92		26.25	1700.00	15.60	419.80
10141	CANUTILLO	-105.37		26.53	1700.00	19.40	480.80
10165	LABORATORIO DEL DESIERTO	-103.75		26.69	1160.00	20.00	257.70
10188	CEVAG	-103.75		26.69	1929.00	17.00	474.60

Tabla 11. (Continuación).

CLAVE	NOMBRE	ENTIDAD	LONG.	LAT. NORTE	ALT. (msnm)	TEMP. (°C)	PRECIP. (mm)
19021	GARZA AYALA	NUEVO LEON	-100.06	26.49	257.00	22.90	550.80
19024	ANÁHUAC		-100.13	27.24	194.00	23.10	503.30
19028	LAMPAZOS (SMN)		-100.49	27.08	285.00	22.90	423.30
19119	ESPINAZO		-100.61	26.27	954.00	20.80	336.90
19141	VILLALDAMA		-100.42	26.50	420.00	22.30	517.20
25009	BOCATOMA SUFRAGIO	SINALOA	-108.78	26.07	31.00	25.30	476.50
25015	CULIACÁN (DGE)		-107.40	24.79	60.00	25.70	666.10
25019	CHOIX II (DGE)		-108.33	26.71	239.00	24.60	795.50
25025	PRESA MIGUEL HIDALGO Y COSTILLA		-108.60	26.52	144.00	25.20	636.00
25033	EL VAREJONAL		-107.39	25.09	119.00	26.10	914.50
25041	GUATENIPA		-107.22	25.34	512.00	26.10	1014.30
25044	HUITES		-108.35	26.89	269.00	25.60	858.40
25046	JAINA		-108.03	25.89	130.00	24.70	896.80
25080	RUÍZ CORTÍNEZ		-108.72	25.70	20.00	25.30	448.30
25100	YECORATO (CFE)		-108.22	26.43	400.00	24.20	839.30
25110	BARIRAGUATO (DGE)		-107.54	25.34	191.00	24.60	951.20
25116	LOS MOCHIS		-109.04	25.80	11.00	25.90	357.40
25178	ZOPILOTE		-108.35	25.73	37.00	24.30	525.80
25183	COMEDERO		-106.82	24.62	310.00	25.40	989.00
26001	AGUA PRIETA		SONORA	-109.55	31.33	1210.00	19.90
26005	ARIZPE	-110.17		30.34	836.00	19.70	471.20
26006	BACADÉHUACHI	-109.14		29.81	695.00	20.90	486.50
26008	BANÁMICHÍ	-110.22		30.00	675.00	22.10	469.70
26010	VILLA JUÁREZ	-109.84		27.13	17.00	23.90	343.00
26022	COLONIA MORELOS	-109.22		30.83	837.00	19.90	339.70
26024	PRESA ADOLFO RUÍZ CORTÍNEZ	-109.06		27.25	144.00	24.80	556.30
26053	MINAS NUEVAS	-109.01		27.06	480.00	23.10	734.60
26059	NACUZARI (SMN)	-109.69		30.37	1100.00	20.20	578.80
26061	NAVOJOA	-109.44		27.07	48.00	24.60	435.10
26068	PRESA ÁLVARO OBREGÓN	-109.89		27.82	87.00	26.10	410.80
26069	PRESA LA ANGOSTURA	-109.39		30.44	925.00	21.00	421.60
26073	PUNTA DE AGUA I	-110.37		28.44	245.00	24.20	440.80
26077	SAHUARIPA	-109.23		29.06	432.00	22.90	720.50
26099	TESOCOMA	-109.21		27.66	291.00	23.60	762.20
26109	YÉCORA (SMN)	-108.93		28.37	1544.00	12.80	580.80
26178	ARROYO HONDO	-108.78		26.76	224.00	24.50	602.90
26193	SINAHUISA	-109.45		26.92	33.00	24.00	383.70
26198	MAZOCAHUI	-110.12		29.54	499.00	21.30	557.80
26205	BACERAC	-108.93		30.36	1038.00	19.80	467.10
26245	REBEIQUITO	-109.75		28.93	444.00	22.60	690.80
26251	TERAPA	-109.65		29.68	605.00	21.70	559.90
26265	ONAVAS	-109.53		28.46	175.00	24.10	608.70
26292	GUAYMAS 4-P-6	-110.50		27.55	13.00	24.00	270.40
26298	CALLE SEISCIENTOS	-110.04		27.41	20.00	24.00	313.60



Figura 21. Ubicación de las estaciones climatológicas con incidencia en las cuencas hidrológicas en estudio.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI y CONAGUA.

### 5.1.1 Distribución espacial (Polígonos de Thiessen).

A partir de la ubicación geográfica de las estaciones climatológicas, se generaron polígonos de Thiessen que cubren en su totalidad la zona de estudio (Figura 22) y mediante una ponderación según las áreas de influencia de las estaciones climatológicas, se estimaron los valores normales de precipitación y temperatura representativos de cada cuenca hidrológica.



Figura 22. Polígonos de Thiessen generados para la estimación de valores normales de precipitación y temperatura por cuenca hidrológica.

### 5.1.1.1 Precipitación media anual por cuenca hidrológica.

De la Tabla 12 a la Tabla 16, se muestran los valores normales de precipitación de las cuencas de cada región hidrológica y en la Figura 23, se muestra la distribución espacial de la precipitación en la zona de estudio.

Tabla 12. Valores de precipitación media anual en las cuencas de la RH09 según las áreas de influencia.

CLAVE CUENCA	NOMBRE CUENCA	CLAVE ESTACIÓN	NOMBRE ESTACIÓN	PRECIP. (mm/año)	ÁREA DE INFLUENCIA (km <sup>2</sup> )	COBERTURA %	PRECIP. PONDERADA (mm/año)
907	Río Bavispe	8219	PEÑITAS	541.50	909.0983	6.2409%	421.21
		8298	DUBLÁN	311.50	30.0682	0.2064%	
		26001	AGUA PRIETA	365.80	2885.8551	19.8111%	
		26006	BACADÉHUACHI	486.50	986.3467	6.7712%	
		26022	COLONIA MORELOS	339.70	3991.8363	27.4035%	
		26059	NACUZARI (SMN)	578.80	774.9496	5.3199%	
		26069	PRESA LA ANGOSTURA	421.60	797.8099	5.4769%	
		26205	BACERAC	467.10	4190.9031	28.7701%	
908	Río Yaqui 1	8004	BACHÍNIVA	391.00	387.7207	0.9709%	531.79
		8038	CREEL (CFE)	694.30	729.2815	1.8262%	
		8142	TEMÓSACHI (OBS)	445.40	3501.3539	8.7678%	
		8182	MORIS	434.00	1940.6628	4.8597%	
		8219	PEÑITAS	541.50	5085.0717	12.7336%	
		8326	PRESA ABRAHAM GONZÁLEZ	344.30	4537.6457	11.3628%	
		26005	ARIZPE	471.20	284.7867	0.7131%	
		26006	BACADÉHUACHI	486.50	4702.4668	11.7756%	
		26008	BANÁMICHÍ	469.70	569.1881	1.4253%	
		26059	NACUZARI (SMN)	578.80	2070.3528	5.1844%	
		26069	PRESA LA ANGOSTURA	421.60	1442.9507	3.6133%	
		26077	SAHUARIPA	720.50	5821.1905	14.5770%	
		26109	YECORA (SMN)	580.80	3021.4811	7.5662%	
		26198	MAZOCAHUI	557.80	629.7205	1.5769%	
		26205	BACERAC	467.10	174.2534	0.4364%	
26245	REBEIQUITO	690.80	1193.3602	2.9883%			
26251	TERAPA	559.90	3691.1321	9.2430%			
26265	ONAVAS	608.70	151.5346	0.3795%			
909	Río Yaqui 2	26068	PRESA ÁLVARO OBREGÓN	410.80	2589.7796	22.0503%	562.37
		26073	PUNTA DE AGUA I	440.80	1391.6331	11.8489%	
		26077	SAHUARIPA	720.50	6.3813	0.0543%	
		26099	TESOCOMA	762.20	393.3305	3.3490%	
		26109	YECORA (SMN)	580.80	1020.5214	8.6891%	
		26245	REBEIQUITO	690.80	2063.1557	17.5665%	
		26265	ONAVAS	608.70	4280.0074	36.4416%	
910	Río Yaqui 3	26292	GUAYMAS 4-P-6	270.40	0.0388	0.0003%	324.95
		26010	VILLA JUÁREZ	343.00	437.8297	6.9733%	
		26068	PRESA ÁLVARO OBREGÓN	410.80	1484.5850	23.6448%	
913	Río Mayo 1	26292	GUAYMAS 4-P-6	270.40	1989.2383	31.6824%	570.24
		26298	CALLE SEISCIENTOS	313.60	2367.0381	37.6995%	
		8167	CHÍNIPAS (DGE)	770.20	1282.9381	16.7523%	
		8182	MORIS	434.00	3885.9724	50.7422%	
		26024	PRESA ADOLFO RUÍZ CORTÍNEZ	556.30	177.7486	2.3210%	
914	Arroyo Quiriego	26099	TESOCOMA	762.20	1383.6196	18.0670%	761.13
		26109	YECORA (SMN)	580.80	927.9857	12.1174%	
915	Río Mayo 2	26265	ONAVAS	608.70	7.4631	0.6943%	652.09
		8167	CHÍNIPAS (DGE)	770.20	37.3326	1.6681%	
		26024	PRESA ADOLFO RUÍZ CORTÍNEZ	556.30	1144.7955	51.1522%	
		26053	MINAS NUEVAS	734.60	399.1482	17.8349%	
916	Río Mayo 3	26099	TESOCOMA	762.20	656.7398	29.3447%	448.76
		26010	VILLA JUÁREZ	343.00	533.9487	11.5207%	
		26024	PRESA ADOLFO RUÍZ CORTÍNEZ	556.30	390.6202	8.4282%	
		26053	MINAS NUEVAS	734.60	368.1653	7.9437%	
		26061	NAVOJOA	435.10	1560.5706	33.6715%	
		26099	TESOCOMA	762.20	122.6574	2.6465%	
		26193	SINAHUISA	383.70	1658.7280	35.7894%	

Tabla 13. Valores de precipitación media anual en las cuencas de la RH10 según las áreas de influencia.

CLAVE CUENCA	NOMBRE CUENCA	CLAVE ESTACIÓN	NOMBRE ESTACIÓN	PRECIP. (mm/año)	ÁREA DE INFLUENCIA (km <sup>2</sup> )	COBERTURA %	PRECIP. PONDERADA (mm/año)
1001	Río Fuerte 1	8038	CREEL (CFE)	694.30	3803.9750	14.6121%	729.61
		8106	NOROGACHI (CFE)	528.90	3623.0837	13.9172%	
		8167	CHÍNIPAS (DGE)	770.20	3360.2471	12.9076%	
		8172	GUADALUPE Y CALVO (DGE)	1014.50	3922.1038	15.0658%	
		8182	MORIS	434.00	646.4227	2.4831%	
		8267	EL VERGEL	645.40	2081.5003	7.9956%	
		8341	BATOPILAS II (DGE)	680.50	6281.5084	24.1289%	
		10006	CENDRADILLAS	635.70	94.8884	0.3645%	
		10026	EL TARAHUMAR	937.90	185.4987	0.7125%	
		25019	CHOIX II (DGE)	795.50	110.2785	0.4236%	
1002	Río Choix	25044	HUITES	858.40	14.4753	0.9733%	818.64
		25100	YECORATO (CFE)	839.30	765.0628	51.4412%	
1003	Arroyo Álamos	8167	CHÍNIPAS (DGE)	770.20	74.2770	4.1783%	648.35
		25025	PRESA MIGUEL HIDALGO Y	636.00	0.6423	0.0361%	
		25044	HUITES	858.40	15.5230	0.8732%	
		26053	MINAS NUEVAS	734.60	488.8325	27.4984%	
1004	Río Fuerte 2	26178	ARROYO HONDO	602.90	1198.4030	67.4140%	595.29
		25009	BOCATOMA SUFRAGIO	476.50	1236.8236	22.7742%	
		25019	CHOIX II (DGE)	795.50	420.7323	7.7471%	
		25025	PRESA MIGUEL HIDALGO Y	636.00	1705.7845	31.4094%	
		25044	HUITES	858.40	371.9529	6.8489%	
		25100	YECORATO (CFE)	839.30	394.1159	7.2570%	
1005	Río Humaya	25116	LOS MOCHIS	357.40	858.2999	15.8043%	985.92
		26178	ARROYO HONDO	602.90	443.0996	8.1590%	
		8172	GUADALUPE Y CALVO (DGE)	1014.50	171.3713	1.5723%	
		10006	CENDRADILLAS	635.70	38.6435	0.3546%	
		10026	EL TARAHUMAR	937.90	2603.6299	23.8884%	
		10037	LA HUERTA	810.00	2089.2635	19.1691%	
		10082	TAMAZULA DE VICTORIA	1025.10	18.6426	0.1710%	
		10087	VASCOGIL	1446.80	1316.2696	12.0768%	
		10121	LOS ALTARES	821.10	537.3903	4.9306%	
1006	Río Tamazula	25033	EL VAREJONAL	914.50	355.4753	3.2615%	1032.89
		25041	GUATENIPA	1014.30	2256.9500	20.7076%	
		25046	JAINA	896.80	70.3302	0.6453%	
		25110	BARIRAGUATO (DGE)	951.20	1441.1828	13.2229%	
		10037	LA HUERTA	810.00	658.1454	20.0946%	
		10082	TAMAZULA DE VICTORIA	1025.10	1881.1561	57.4358%	
		10087	VASCOGIL	1446.80	442.1347	13.4993%	
1007	Río Culiacán	25015	CULIACÁN (DGE)	666.10	1.6895	0.0516%	776.59
		25033	EL VAREJONAL	914.50	135.9697	4.1515%	
		25041	GUATENIPA	1014.30	75.9654	2.3194%	
		25183	COMEDERO	989.00	80.1725	2.4478%	
1008	Río Sinaloa 1	10082	TAMAZULA DE VICTORIA	1025.10	190.1306	7.3217%	957.94
		25015	CULIACÁN (DGE)	666.10	1581.9701	60.9194%	
		25033	EL VAREJONAL	914.50	639.2541	24.6167%	
		25183	COMEDERO	989.00	185.4710	7.1422%	
		8172	GUADALUPE Y CALVO (DGE)	1014.50	3968.9928	53.8780%	
		8341	BATOPILAS II (DGE)	680.50	32.3646	0.4393%	
1009	Arroyo Ocoroni	10037	LA HUERTA	810.00	95.5355	1.2969%	835.83
		25041	GUATENIPA	1014.30	280.7123	3.8106%	
		25046	JAINA	896.80	2020.2362	27.4242%	
1010	Arroyo Cabrera	25100	YECORATO (CFE)	839.30	778.8061	10.5721%	770.41
		25110	BARIRAGUATO (DGE)	951.20	189.9808	2.5789%	
1011	Río Sinaloa 2	25009	BOCATOMA SUFRAGIO	476.50	6.0335	0.4250%	680.36
		25046	JAINA	896.80	1404.8607	98.9588%	
		25100	YECORATO (CFE)	839.30	8.7475	0.6162%	
		25178	ZOPILOTE	525.80	356.3670	56.8354%	
1011	Río Sinaloa 2	25080	RUIZ CORTINEZ	448.30	67.5026	10.7657%	680.36
		25100	YECORATO (CFE)	839.30	203.1461	32.3989%	
		25009	BOCATOMA SUFRAGIO	476.50	195.5322	5.2298%	
		25178	ZOPILOTE	525.80	1728.1214	46.2212%	

Tabla 14. Valores de precipitación media anual en las cuencas de la RH24 según las áreas de influencia.

CLAVE CUENCA	NOMBRE CUENCA	CLAVE ESTACIÓN	NOMBRE ESTACIÓN	PRECIP. (mm/año)	ÁREA DE INFLUENCIA (km <sup>2</sup> )	COBERTURA %	PRECIP. PONDERADA (mm/año)
2401	Río Bravo 1	8213	JUÁREZ (DGE)	253.60	3325.1084	100.0000%	253.60
2402	Río Bravo 2	8213	JUÁREZ (DGE)	253.60	647.8850	18.0212%	221.03
		8247	COYAME (DGE)	192.40	1365.6719	37.9867%	
		8254	OJINAGA (DGE)	232.40	1581.5717	43.9921%	
2403	Río Florido 1	8267	EL VERGEL	645.40	9.4724	0.6453%	477.45
		8305	PARRAL (OBS)	512.70	177.2606	12.0751%	
		10006	CENDRADILLAS	635.70	388.5321	26.4669%	
		10061	ROSARIO	399.80	892.7254	60.8127%	
		10061	ROSARIO	399.80	134.5015	10.5132%	
2404	Río Florido 2	10075	SANTA MARÍA DEL ORO	534.70	376.0752	29.3957%	482.47
		10128	VILLA HIDALGO (DGE)	419.80	118.6214	9.2720%	
		10141	CANUTILLO	480.80	650.1557	50.8191%	
		8081	JIMÉNEZ (DGE)	337.50	1441.3894	28.8723%	
2405	Río Florido 3	8305	PARRAL (OBS)	512.70	1030.7537	20.6469%	439.04
		10061	ROSARIO	399.80	359.0676	7.1924%	
		10128	VILLA HIDALGO (DGE)	419.80	93.7801	1.8785%	
		10141	CANUTILLO	480.80	2067.3021	41.4099%	
		8081	JIMÉNEZ (DGE)	337.50	561.1650	34.5234%	
2406	Río Parral	8305	PARRAL (OBS)	512.70	977.9421	60.1639%	443.16
		8311	COLINA	342.20	86.3560	5.3127%	
		8267	EL VERGEL	645.40	661.6116	55.6869%	
2407	Río Balleza	10006	CENDRADILLAS	635.70	526.4798	44.3131%	641.10
2408	Río Conchos 1	8038	CREEL (CFE)	694.30	2418.4807	12.3225%	543.89
		8106	NOROGACHI (CFE)	528.90	6219.3756	31.6886%	
		8202	PRESA FRANCISCO I. MADERO	301.20	79.2726	0.4039%	
		8267	EL VERGEL	645.40	3836.8097	19.5491%	
		8305	PARRAL (OBS)	512.70	4352.2435	22.1753%	
		8311	COLINA	342.20	2442.4926	12.4449%	
		8326	PRESA ABRAHAM GONZÁLEZ	344.30	130.4199	0.6645%	
		10006	CENDRADILLAS	635.70	147.4285	0.7512%	
2409	Río Conchos 2	8049	LUIS L. LEÓN	308.90	255.5857	2.3545%	330.65
		8081	JIMÉNEZ (DGE)	337.50	2533.1318	23.3358%	
		8171	ESCALON (DGE)	331.90	132.6790	1.2223%	
		8185	PRESA CHIHUAHUA (DGE)	406.30	262.7025	2.4201%	
		8202	PRESA FRANCISCO I. MADERO	301.20	3806.7144	35.0683%	
		8270	LA MESA	298.00	77.5037	0.7140%	
		8311	COLINA	342.20	3302.4234	30.4226%	
		10128	VILLA HIDALGO (DGE)	419.80	461.0093	4.2469%	
		10141	CANUTILLO	480.80	23.3999	0.2156%	
2410	Río Conchos 3	8049	LUIS L. LEÓN	308.90	2479.4050	37.7615%	325.29
		8185	PRESA CHIHUAHUA (DGE)	406.30	1392.0977	21.2017%	
		8202	PRESA FRANCISCO I. MADERO	301.20	444.1443	6.7643%	
		8270	LA MESA	298.00	2250.3196	34.2725%	
2411	Río Conchos 4	8049	LUIS L. LEÓN	308.90	2700.9432	30.9513%	237.09
		8247	COYAME (DGE)	192.40	4142.3006	47.4684%	
		8254	OJINAGA (DGE)	232.40	1883.1960	21.5803%	
2412	Río San Pedro	8004	BACHÍNIVA	391.00	201.0909	1.8880%	389.37
		8038	CREEL (CFE)	694.30	3.6612	0.0344%	
		8106	NOROGACHI (CFE)	528.90	1472.2582	13.8228%	
		8185	PRESA CHIHUAHUA (DGE)	406.30	5396.9766	50.6714%	
		8202	PRESA FRANCISCO I. MADERO	301.20	3214.1708	30.1773%	
		8305	PARRAL (OBS)	512.70	10.7651	0.1011%	
		8311	COLINA	342.20	122.4789	1.1499%	
8326	PRESA ABRAHAM GONZÁLEZ	344.30	229.5389	2.1551%			
2413	Río Chuviscar	8185	PRESA CHIHUAHUA (DGE)	406.30	419.5354	100.0000%	406.30
2414	Río Bravo 3	5013	EJIDO SAN MIGUEL	254.70	1879.3725	15.4058%	235.97
		5135	EL GUAJE	234.20	903.1690	7.4036%	
		8254	OJINAGA (DGE)	232.40	9416.5762	77.1906%	
2415	Río Bravo 4	5013	EJIDO SAN MIGUEL	254.70	24602.7334	83.8529%	262.26
		5085	PRESA CENTENARIO	500.40	1198.5037	4.0848%	
		5135	EL GUAJE	234.20	3539.1107	12.0623%	
2416	Río Bravo 5	5013	EJIDO SAN MIGUEL	254.70	1025.3421	15.8403%	472.10
		5085	PRESA CENTENARIO	500.40	4774.6440	73.7626%	
		5086	PRESA SAN MIGUEL	602.50	673.0016	10.3971%	
2417	Río Bravo 6	5085	PRESA CENTENARIO	500.40	220.0390	100.0000%	500.40

Tabla 14. (Continuación).

CLAVE CUENCA	NOMBRE CUENCA	CLAVE ESTACIÓN	NOMBRE ESTACIÓN	PRECIP. (mm/año)	ÁREA DE INFLUENCIA (km <sup>2</sup> )	COBERTURA %	PRECIP. PONDERADA (mm/año)
2418	Arroyo de las Vacas	5085	PRESA CENTENARIO	500.40	789.2498	90.8882%	509.70
		5086	PRESA SAN MIGUEL	602.50	79.1248	9.1118%	
2419	Río San Diego	5085	PRESA CENTENARIO	500.40	212.6347	9.9942%	592.30
		5086	PRESA SAN MIGUEL	602.50	1914.9551	90.0058%	
2420	Río Bravo 7	5085	PRESA CENTENARIO	500.40	272.1013	74.8531%	526.07
		5086	PRESA SAN MIGUEL	602.50	91.4124	25.1469%	
2421	Río San Rodrigo	5002	ALLENDE (SMN)	461.00	14.6154	0.7664%	598.10
		5025	PIEDRAS NEGRAS (OBS)	489.20	55.7900	2.9255%	
		5086	PRESA SAN MIGUEL	602.50	1836.6076	96.3081%	
2422	Río Bravo 8	5025	PIEDRAS NEGRAS (OBS)	489.20	510.8104	42.5218%	554.32
		5086	PRESA SAN MIGUEL	602.50	690.4813	57.4782%	
2423	Río Escondido	5002	ALLENDE (SMN)	461.00	2186.0855	76.1461%	478.98
		5020	MUZQUIZ (DGE)	584.10	0.1071	0.0037%	
		5025	PIEDRAS NEGRAS (OBS)	489.20	399.5813	13.9183%	
		5086	PRESA SAN MIGUEL	602.50	285.1372	9.9319%	
2424	Río Bravo 9	5002	ALLENDE (SMN)	461.00	2045.3874	67.1677%	470.54
		5025	PIEDRAS NEGRAS (OBS)	489.20	839.5723	27.5704%	
		5033	SABINAS (DGE)	494.60	160.2331	5.2618%	
2425	Río Bravo 10	5002	ALLENDE (SMN)	461.00	1121.9849	27.9439%	455.29
		5025	PIEDRAS NEGRAS (OBS)	489.20	230.8644	5.7498%	
		5030	PRES VENUSTIANO CARRANZA	353.10	941.7120	23.4540%	
		5033	SABINAS (DGE)	494.60	69.5873	1.7331%	
		19024	ANÁHUAC	503.30	1650.9912	41.1191%	
2426	Río Sabinas	5002	ALLENDE (SMN)	461.00	34.4017	0.2017%	436.26
		5013	EJIDO SAN MIGUEL	254.70	5260.6008	30.8368%	
		5020	MUZQUIZ (DGE)	584.10	7459.9504	43.7291%	
		5022	OCAMPO	364.70	1975.6769	11.5811%	
		5033	SABINAS (DGE)	494.60	378.0888	2.2163%	
		5086	PRESA SAN MIGUEL	602.50	990.4845	5.8061%	
		5135	EL GUAJE	234.20	960.2609	5.6289%	
2427	Río Nadadores	5011	EJIDO REATA	269.10	328.0670	1.5191%	372.50
		5020	MUZQUIZ (DGE)	584.10	2369.0630	10.9697%	
		5022	OCAMPO	364.70	4496.1479	20.8189%	
		5031	PROGRESO	395.10	2068.7572	9.5791%	
		5033	SABINAS (DGE)	494.60	19.1657	0.0887%	
		5038	SANTA TERESA	322.90	1960.3972	9.0774%	
		5044	CUATRO CIÉNEGAS (SMN)	225.10	2485.6458	11.5095%	
		5144	SANTA TERESA DE SOFIA	164.40	844.3981	3.9099%	
		5153	CASTAÑOS (DGE)	450.00	3502.6105	16.2184%	
		5171	SACRAMENTO	339.70	3498.3111	16.1985%	
2428	Río Salado	19028	LAMPAZOS (SMN)	423.30	23.9301	0.1108%	442.12
		5002	ALLENDE (SMN)	461.00	197.1990	0.8601%	
		5011	EJIDO REATA	269.10	1022.2465	4.4587%	
		5020	MUZQUIZ (DGE)	584.10	400.7083	1.7478%	
		5030	PRES VENUSTIANO CARRANZA	353.10	3576.5788	15.5998%	
		5031	PROGRESO	395.10	1574.5133	6.8675%	
		5033	SABINAS (DGE)	494.60	2269.5007	9.8988%	
		5038	SANTA TERESA	322.90	416.3617	1.8160%	
		5153	CASTAÑOS (DGE)	450.00	133.5970	0.5827%	
		19021	GARZA AYALA	550.80	2755.7616	12.0197%	
		19024	ANÁHUAC	503.30	3225.2264	14.0673%	
		19028	LAMPAZOS (SMN)	423.30	3390.5266	14.7883%	
		19119	ESPIAZO	336.90	1622.7281	7.0778%	
19141	VILLALDAMA	517.20	2342.1129	10.2155%			
2429	Río Bravo 11	19021	GARZA AYALA	550.80	1210.0181	28.9857%	517.07
		19024	ANÁHUAC	503.30	2964.5121	71.0143%	

Tabla 15. Valores de precipitación media anual en las cuencas de la RH34 según las áreas de influencia.

CLAVE CUENCA	NOMBRE CUENCA	CLAVE ESTACIÓN	NOMBRE ESTACIÓN	PRECIP. (mm/año)	ÁREA DE INFLUENCIA (km <sup>2</sup> )	COBERTURA %	PRECIP. PONDERADA (mm/año)
3401	Río Casas Grandes 1	8059	EL TINTERO	344.10	762.3155	14.5507%	366.17
		8219	PEÑITAS	541.50	1089.9380	20.8041%	
		8298	DUBLÁN	311.50	3316.8395	63.3100%	
		26205	BACERAC	467.10	69.9530	1.3352%	
3402	Río Casas Grandes 2	8077	GUZMÁN	272.70	2660.2844	20.3670%	274.07
		8084	ASCENSIÓN (DGE)	175.80	4784.8322	36.6325%	
		8298	DUBLÁN	311.50	2980.0585	22.8152%	
		26022	COLONIA MORELOS	339.70	1150.4537	8.8078%	
		26205	BACERAC	467.10	1486.0835	11.3774%	
		8077	GUZMÁN	272.70	2078.0000	38.8729%	
3403	Hacienda San Francisco-Juguete-Madero-Palomas	8084	ASCENSIÓN (DGE)	175.80	2523.2284	47.2017%	229.10
		8213	JUÁREZ (DGE)	253.60	446.6755	8.3559%	
		26022	COLONIA MORELOS	339.70	297.7287	5.5696%	
		8059	EL TINTERO	344.10	594.8772	30.9610%	
3404	Laguna de Babícora	8142	TEMÓSACHI (OBS)	445.40	70.0035	3.6434%	476.88
		8219	PEÑITAS	541.50	1256.4960	65.3956%	
		8004	BACHINIVA	391.00	1178.7133	30.4542%	
3405	Río Santa María 1	8059	EL TINTERO	344.10	2382.4963	61.5562%	366.48
		8142	TEMÓSACHI (OBS)	445.40	309.2337	7.9896%	
		8059	EL TINTERO	344.10	965.2110	17.1186%	
3406	Río Santa María 2	8077	GUZMÁN	272.70	793.7892	14.0784%	308.19
		8298	DUBLÁN	311.50	2941.5128	52.1696%	
		8332	LAS LAJAS	290.90	937.8482	16.6333%	
		8077	GUZMÁN	272.70	1606.4801	85.1989%	
3407	Laguna El Sabinal	8084	ASCENSIÓN (DGE)	175.80	75.7985	4.0199%	272.99
		8298	DUBLÁN	311.50	203.2866	10.7812%	
		8077	GUZMÁN	272.70	2995.8173	35.8409%	
3408	Desierto de Samalayuca	8213	JUÁREZ (DGE)	253.60	3217.9353	38.4982%	270.02
		8332	LAS LAJAS	290.90	2144.9104	25.6609%	
		8298	DUBLÁN	311.50	88.4938	4.8150%	
3409	Laguna La Vieja	8332	LAS LAJAS	290.90	1749.3826	95.1850%	291.89
		8004	BACHINIVA	391.00	1463.1953	32.0246%	
3410	Río del Carmen 1	8059	EL TINTERO	344.10	1713.2574	37.4976%	346.65
		8185	PRESA CHIHUAHUA (DGE)	406.30	147.5089	3.2285%	
		8270	LA MESA	298.00	15.2581	0.3340%	
		8332	LAS LAJAS	290.90	1229.7580	26.9154%	
		8213	JUÁREZ (DGE)	253.60	51.0245	0.5832%	
3411	Río del Carmen 2	8332	LAS LAJAS	290.90	8698.6966	99.4168%	290.68
		8213	JUÁREZ (DGE)	253.60	697.9588	68.2215%	
3412	Rancho El Cuarenta	8332	LAS LAJAS	290.90	325.1179	31.7785%	265.45
		8213	JUÁREZ (DGE)	253.60	1768.4830	99.1951%	
3413	Arroyo Roma	8332	LAS LAJAS	290.90	14.3499	0.8049%	253.90
		8213	JUÁREZ (DGE)	253.60	359.6375	12.4301%	
3414	Félix U. Gómez	8247	COYAME (DGE)	192.40	2122.8330	73.3713%	213.99
		8332	LAS LAJAS	290.90	410.8029	14.1986%	
		8247	COYAME (DGE)	192.40	3619.1721	97.5821%	
3415	Arroyo El Carrizo	8254	OJINAGA (DGE)	232.40	89.6760	2.4179%	193.37
		8247	COYAME (DGE)	192.40	3645.0577	82.7891%	
3416	Arroyo El Burro	8332	LAS LAJAS	290.90	757.7654	17.2109%	209.35
		8332	LAS LAJAS	290.90	1863.4399	100.0000%	
3417	Laguna de Tarabillas	8332	LAS LAJAS	290.90	1863.4399	100.0000%	290.90
3418	Laguna El Cuervo	8049	LUIS L. LEÓN	308.90	649.3538	10.4165%	260.24
		8247	COYAME (DGE)	192.40	2246.9855	36.0447%	
		8270	LA MESA	298.00	2609.5285	41.8604%	
		8332	LAS LAJAS	290.90	728.0218	11.6785%	
3419	Laguna de Encinillas	8185	PRESA CHIHUAHUA (DGE)	406.30	508.9923	17.6531%	315.32
		8270	LA MESA	298.00	1644.0151	57.0186%	
		8332	LAS LAJAS	290.90	730.2911	25.3283%	
3420	Rancho Hormigas-El Diablo	8270	LA MESA	298.00	196.5362	100.0000%	298.00
3421	Laguna de Bustillos	8004	BACHINIVA	391.00	2746.9846	85.1182%	391.48
		8185	PRESA CHIHUAHUA (DGE)	406.30	386.7582	11.9841%	
		8326	PRESA ABRAHAM GONZÁLEZ	344.30	93.5148	2.8977%	
3422	Laguna Los Mexicanos	8038	CREEL (CFE)	694.30	1.0274	0.1338%	344.77
		8326	PRESA ABRAHAM GONZÁLEZ	344.30	766.5905	99.8662%	

Tabla 16. Valores de precipitación media anual en las cuencas de la RH35 según las áreas de influencia.

CLAVE CUENCA	NOMBRE CUENCA	CLAVE ESTACIÓN	NOMBRE ESTACIÓN	PRECIP. (mm/año)	ÁREA DE INFLUENCIA (km <sup>2</sup> )	COBERTURA %	PRECIP. PONDERADA (mm/año)
3502	Laguna del Rey	5022	OCAMPO	364.70	2873.0486	17.9001%	297.94
		5036	SAN PEDRO	187.50	438.5400	2.7323%	
		5039	SIERRA MOJADA	339.90	4704.0649	29.3080%	
		5135	EL GUAJE	234.20	53.1463	0.3311%	
		5144	SANTA TERESA DE SOFÍA	164.40	765.8736	4.7717%	
		8171	ESCALÓN (DGE)	331.90	857.0995	5.3400%	
		10085	TLAHUALILO	253.30	1903.2197	11.8577%	
10165	LABORATORIO DEL DESIERTO	257.70	4455.4416	27.7590%			
3504	Polvorillos-Arroyo El Marquez	5039	SIERRA MOJADA	339.90	2758.8058	22.3284%	276.98
		5135	EL GUAJE	234.20	4235.1849	34.2774%	
		8049	LUIS L. LEÓN	308.90	3060.5838	24.7708%	
		8081	JIMÉNEZ (DGE)	337.50	0.5973	0.0048%	
		8202	PRESA FRANCISCO I. MADERO	301.20	14.1677	0.1147%	
		8254	OJINAGA (DGE)	232.40	2182.4534	17.6637%	
		8311	COLINA	342.20	103.8144	0.8402%	
3505	El Llano-Laguna del Milagro	5039	SIERRA MOJADA	339.90	3127.2557	30.2384%	334.57
		8049	LUIS L. LEÓN	308.90	264.9996	2.5624%	
		8081	JIMÉNEZ (DGE)	337.50	2837.1272	27.4331%	
		8171	ESCALÓN (DGE)	331.90	198.4757	1.9191%	
		8202	PRESA FRANCISCO I. MADERO	301.20	1158.7968	11.2048%	
		8311	COLINA	342.20	2755.3446	26.6423%	
3506	Arroyo La India-Laguna Palomas	8081	JIMÉNEZ (DGE)	337.50	452.2548	4.1193%	346.52
		8171	ESCALÓN (DGE)	331.90	3444.1316	31.3704%	
		10005	CEBALLOS	262.90	1835.8754	16.7218%	
		10008	CINCO DE MAYO	310.80	951.8444	8.6697%	
		10021	EL PALMITO	378.00	754.1695	6.8692%	
		10075	SANTA MARÍA DEL ORO	534.70	48.4078	0.4409%	
		10128	VILLA HIDALGO (DGE)	419.80	3203.7228	29.1806%	
		10165	LABORATORIO DEL DESIERTO	257.70	288.5305	2.6280%	

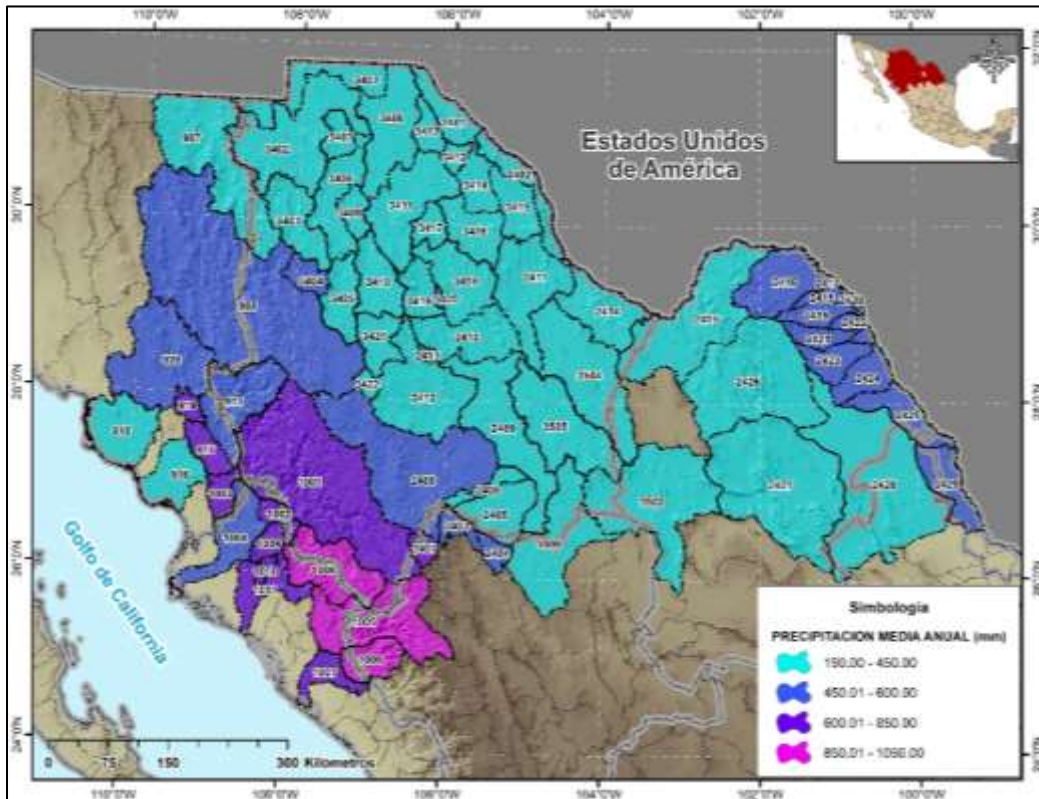


Figura 23. Distribución espacial de la precipitación en la zona de estudio.

### 5.1.1.2 Temperatura media anual por cuenca hidrológica.

De la Tabla 17 a la Tabla 21, se muestran los valores normales de temperatura de las cuencas de cada región hidrológica y en la Figura 24, se muestra la distribución espacial de la temperatura en la zona de estudio.

Tabla 17. Valores de temperatura media anual en las cuencas de la RH09 según las áreas de influencia.

CLAVE CUENCA	NOMBRE CUENCA	CLAVE ESTACIÓN	NOMBRE ESTACIÓN	TEMP. (°C)	ÁREA DE INFLUENCIA (km <sup>2</sup> )	COBERTUR A %	TEMP. PONDERADA (°C)
907	Río Bavispe	8219	PEÑITAS	11.30	909.0983	6.2409%	19.47
		8298	DUBLÁN	16.80	30.0682	0.2064%	
		26001	AGUA PRIETA	19.90	2885.8551	19.8111%	
		26006	BACADÉHUACHI	20.90	986.3467	6.7712%	
		26022	COLONIA MORELOS	19.90	3991.8363	27.4035%	
		26059	NACUZARI (SMN)	20.20	774.9496	5.3199%	
		26069	PRESA LA ANGOSTURA	21.00	797.8099	5.4769%	
		26205	BACERAC	19.80	4190.9031	28.7701%	
908	Río Yaqui 1	8004	BACHÍNIVA	13.50	387.7207	0.9709%	17.71
		8038	CREEL (CFE)	11.50	729.2815	1.8262%	
		8142	TEMÓSACHI (OBS)	13.50	3501.3539	8.7678%	
		8182	MORIS	20.80	1940.6628	4.8597%	
		8219	PEÑITAS	11.30	5085.0717	12.7336%	
		8326	PRESA ABRAHAM GONZÁLEZ	13.30	4537.6457	11.3628%	
		26005	ARIZPE	19.70	284.7867	0.7131%	
		26006	BACADÉHUACHI	20.90	4702.4668	11.7756%	
		26008	BANÁMICHÍ	22.10	569.1881	1.4253%	
		26059	NACUZARI (SMN)	20.20	2070.3528	5.1844%	
		26069	PRESA LA ANGOSTURA	21.00	1442.9507	3.6133%	
		26077	SAHUARIPA	22.90	5821.1905	14.5770%	
		26109	YECORA (SMN)	12.80	3021.4811	7.5662%	
		26198	MAZOCAHUI	21.30	629.7205	1.5769%	
		26205	BACERAC	19.80	174.2534	0.4364%	
26245	REBEIQUITO	22.60	1193.3602	2.9883%			
26251	TERAPA	21.70	3691.1321	9.2430%			
26265	ONAVAS	24.10	151.5346	0.3795%			
909	Río Yaqui 2	26068	PRESA ÁLVARO OBREGÓN	26.10	2589.7796	22.0503%	23.29
		26073	PUNTA DE AGUA I	24.20	1391.6331	11.8489%	
		26077	SAHUARIPA	22.90	6.3813	0.0543%	
		26099	TESOCOMA	23.60	393.3305	3.3490%	
		26109	YECORA (SMN)	12.80	1020.5214	8.6891%	
		26245	REBEIQUITO	22.60	2063.1557	17.5665%	
		26265	ONAVAS	24.10	4280.0074	36.4416%	
		26292	GUAYMAS 4-P-6	24.00	0.0388	0.0003%	
910	Río Yaqui 3	26010	VILLA JUÁREZ	23.90	437.8297	6.9733%	24.49
		26068	PRESA ÁLVARO OBREGÓN	26.10	1484.5850	23.6448%	
		26292	GUAYMAS 4-P-6	24.00	1989.2383	31.6824%	
		26298	CALLE SEISCIENTOS	24.00	2367.0381	37.6995%	
913	Río Mayo 1	8167	CHÍNIPAS (DGE)	23.50	1282.9381	16.7523%	20.88
		8182	MORIS	20.80	3885.9724	50.7422%	
		26024	PRESA ADOLFO RUÍZ CORTÍNEZ	24.80	177.7486	2.3210%	
		26099	TESOCOMA	23.60	1383.6196	18.0670%	
		26109	YECORA (SMN)	12.80	927.9857	12.1174%	
914	Arroyo Quiriego	26099	TESOCOMA	23.60	1067.4098	99.3057%	23.60
		26265	ONAVAS	24.10	7.4631	0.6943%	
915	Río Mayo 2	8167	CHÍNIPAS (DGE)	23.50	37.3326	1.6681%	24.12
		26024	PRESA ADOLFO RUÍZ CORTÍNEZ	24.80	1144.7955	51.1522%	
		26053	MINAS NUEVAS	23.10	399.1482	17.8349%	
		26099	TESOCOMA	23.60	656.7398	29.3447%	
916	Río Mayo 3	26010	VILLA JUÁREZ	23.90	533.9487	11.5207%	24.18
		26024	PRESA ADOLFO RUÍZ CORTÍNEZ	24.80	390.6202	8.4282%	
		26053	MINAS NUEVAS	23.10	368.1653	7.9437%	
		26061	NAVOJOA	24.60	1560.5706	33.6715%	
		26099	TESOCOMA	23.60	122.6574	2.6465%	
		26193	SINAHUISA	24.00	1658.7280	35.7894%	

Tabla 18. Valores de temperatura media anual en las cuencas de la RH10 según las áreas de influencia.

CLAVE CUENCA	NOMBRE CUENCA	CLAVE ESTACIÓN	NOMBRE ESTACIÓN	TEMP. (°C)	ÁREA DE INFLUENCIA (km <sup>2</sup> )	COBERTURA %	TEMP. PONDERADA (°C)
1001	Río Fuerte 1	8038	CREEL (CFE)	11.50	3803.9750	14.6121%	18.02
		8106	NOROGACHI (CFE)	12.70	3623.0837	13.9172%	
		8167	CHÍNIPAS (DGE)	23.50	3360.2471	12.9076%	
		8172	GUADALUPE Y CALVO (DGE)	13.10	3922.1038	15.0658%	
		8182	MORIS	20.80	646.4227	2.4831%	
		8267	EL VERGEL	10.80	2081.5003	7.9956%	
		8341	BATOPILAS II (DGE)	25.20	6281.5084	24.1289%	
		10006	CENDRADILLAS	11.90	94.8884	0.3645%	
		10026	EL TARAHUMAR	10.00	185.4987	0.7125%	
		25019	CHOIX II (DGE)	24.60	110.2785	0.4236%	
1002	Río Choix	25044	HUITES	25.60	1805.6390	6.9359%	24.40
		25100	YECORATO (CFE)	24.20	117.9913	0.4532%	
		25019	CHOIX II (DGE)	24.60	707.7177	47.5855%	
1003	Arroyo Álamos	25044	HUITES	25.60	14.4753	0.9733%	24.08
		25100	YECORATO (CFE)	24.20	765.0628	51.4412%	
		8167	CHÍNIPAS (DGE)	23.50	74.2770	4.1783%	
		25025	PRESA MIGUEL HIDALGO Y	25.20	0.6423	0.0361%	
1004	Río Fuerte 2	25044	HUITES	25.60	15.5230	0.8732%	25.18
		26053	MINAS NUEVAS	23.10	488.8325	27.4984%	
		26178	ARROYO HONDO	24.50	1198.4030	67.4140%	
		25009	BOCATOMA SUFRAGIO	25.30	1236.8236	22.7742%	
		25019	CHOIX II (DGE)	24.60	420.7323	7.7471%	
		25025	PRESA MIGUEL HIDALGO Y	25.20	1705.7845	31.4094%	
		25044	HUITES	25.60	371.9529	6.8489%	
1005	Río Humaya	25100	YECORATO (CFE)	24.20	394.1159	7.2570%	19.06
		25116	LOS MOCHIS	25.90	858.2999	15.8043%	
		26178	ARROYO HONDO	24.50	443.0996	8.1590%	
		8172	GUADALUPE Y CALVO (DGE)	13.10	171.3713	1.5723%	
		10006	CENDRADILLAS	11.90	38.6435	0.3546%	
		10026	EL TARAHUMAR	10.00	2603.6299	23.8884%	
		10037	LA HUERTA	24.90	2089.2635	19.1691%	
		10082	TAMAZULA DE VICTORIA	24.90	18.6426	0.1710%	
		10087	VASCOGIL	11.80	1316.2696	12.0768%	
1006	Río Tamazula	10121	LOS ALTARES	10.50	537.3903	4.9306%	23.22
		25033	EL VAREJONAL	26.10	355.4753	3.2615%	
		25041	GUATENIPA	26.10	2256.9500	20.7076%	
		25046	JAINA	24.70	70.3302	0.6453%	
		25110	BARIRAGUATO (DGE)	24.60	1441.1828	13.2229%	
		10037	LA HUERTA	24.90	658.1454	20.0946%	
		10082	TAMAZULA DE VICTORIA	24.90	1881.1561	57.4358%	
1007	Río Culiacán	10087	VASCOGIL	11.80	442.1347	13.4993%	25.72
		25015	CULIACAN (DGE)	25.70	1581.9701	60.9194%	
		25033	EL VAREJONAL	26.10	639.2541	24.6167%	
		25183	COMEDERO	25.40	80.1725	2.4478%	
1008	Río Sinaloa 1	10082	TAMAZULA DE VICTORIA	24.90	190.1306	7.3217%	18.45
		8172	GUADALUPE Y CALVO (DGE)	13.10	3968.9928	53.8780%	
		8341	BATOPILAS II (DGE)	25.20	32.3646	0.4393%	
		10037	LA HUERTA	24.90	95.5355	1.2969%	
		25041	GUATENIPA	26.10	280.7123	3.8106%	
		25046	JAINA	24.70	2020.2362	27.4242%	
		25100	YECORATO (CFE)	24.20	778.8061	10.5721%	
1009	Arroyo Ocoroni	25110	BARIRAGUATO (DGE)	24.60	189.9808	2.5789%	24.21
		25009	BOCATOMA SUFRAGIO	25.30	6.0335	0.4250%	
		25100	YECORATO (CFE)	24.20	1404.8607	98.9588%	
1010	Arroyo Cabrera	25178	ZOPILOTE	24.30	8.7475	0.6162%	24.52
		25046	JAINA	24.70	356.3670	56.8354%	
		25100	YECORATO (CFE)	24.20	67.5026	10.7657%	
1011	Río Sinaloa 2	25178	ZOPILOTE	24.30	203.1461	32.3989%	24.57
		25009	BOCATOMA SUFRAGIO	25.30	195.5322	5.2298%	
		25046	JAINA	24.70	1594.0068	42.6341%	
		25080	RUIZ CORTINEZ	25.30	187.1651	5.0060%	
		25100	YECORATO (CFE)	24.20	33.9839	0.9090%	
		25178	ZOPILOTE	24.30	1728.1214	46.2212%	

Tabla 19. Valores de temperatura media anual en las cuencas de la RH24 según las áreas de influencia.

CLAVE CUENCA	NOMBRE CUENCA	CLAVE ESTACIÓN	NOMBRE ESTACIÓN	TEMP. (°C)	ÁREA DE INFLUENCIA (km <sup>2</sup> )	COBERTURA %	TEMP. PONDERADA (°C)
2401	Río Bravo 1	8213	JUÁREZ (DGE)	19.20	3325.1084	100.0000%	19.20
2402	Río Bravo 2	8213	JUÁREZ (DGE)	19.20	647.8850	18.0212%	20.22
		8247	COYAME (DGE)	19.00	1365.6719	37.9867%	
		8254	OJINAGA (DGE)	21.70	1581.5717	43.9921%	
2403	Río Florido 1	8267	EL VERGEL	10.80	9.4724	0.6453%	14.49
		8305	PARRAL (OBS)	17.80	177.2606	12.0751%	
		10006	CENDRADILLAS	11.90	388.5321	26.4669%	
		10061	ROSARIO	15.00	892.7254	60.8127%	
		10061	ROSARIO	15.00	134.5015	10.5132%	
2404	Río Florido 2	10075	SANTA MARÍA DEL ORO	15.70	376.0752	29.3957%	17.50
		10128	VILLA HIDALGO (DGE)	15.60	118.6214	9.2720%	
		10141	CANUTILLO	19.40	650.1557	50.8191%	
		8081	JIMÉNEZ (DGE)	19.10	1441.3894	28.8723%	
2405	Río Florido 3	8305	PARRAL (OBS)	17.80	1030.7537	20.6469%	18.60
		10061	ROSARIO	15.00	359.0676	7.1924%	
		10128	VILLA HIDALGO (DGE)	15.60	93.7801	1.8785%	
		10141	CANUTILLO	19.40	2067.3021	41.4099%	
		8081	JIMÉNEZ (DGE)	19.10	561.1650	34.5234%	
2406	Río Parral	8305	PARRAL (OBS)	17.80	977.9421	60.1639%	18.33
		8311	COLINA	19.40	86.3560	5.3127%	
		8267	EL VERGEL	10.80	661.6116	55.6869%	
2407	Río Balleza	10006	CENDRADILLAS	11.90	526.4798	44.3131%	11.29
2408	Río Conchos 1	8038	CREEL (CFE)	11.50	2418.4807	12.3225%	14.17
		8106	NOROGACHI (CFE)	12.70	6219.3756	31.6886%	
		8202	PRESA FRANCISCO I. MADERO	19.80	79.2726	0.4039%	
		8267	EL VERGEL	10.80	3836.8097	19.5491%	
		8305	PARRAL (OBS)	17.80	4352.2435	22.1753%	
		8311	COLINA	19.40	2442.4926	12.4449%	
		8326	PRESA ABRAHAM GONZÁLEZ	13.30	130.4199	0.6645%	
		10006	CENDRADILLAS	11.90	147.4285	0.7512%	
2409	Río Conchos 2	8049	LUIS L. LEÓN	20.40	255.5857	2.3545%	19.24
		8081	JIMÉNEZ (DGE)	19.10	2533.1318	23.3358%	
		8171	ESCALON (DGE)	19.20	132.6790	1.2223%	
		8185	PRESA CHIHUAHUA (DGE)	17.20	262.7025	2.4201%	
		8202	PRESA FRANCISCO I. MADERO	19.80	3806.7144	35.0683%	
		8270	LA MESA	14.80	77.5037	0.7140%	
		8311	COLINA	19.40	3302.4234	30.4226%	
		10128	VILLA HIDALGO (DGE)	15.60	461.0093	4.2469%	
		10141	CANUTILLO	19.40	23.3999	0.2156%	
2410	Río Conchos 3	8049	LUIS L. LEÓN	20.40	2479.4050	37.7615%	17.76
		8185	PRESA CHIHUAHUA (DGE)	17.20	1392.0977	21.2017%	
		8202	PRESA FRANCISCO I. MADERO	19.80	444.1443	6.7643%	
		8270	LA MESA	14.80	2250.3196	34.2725%	
2411	Río Conchos 4	8049	LUIS L. LEÓN	20.40	2700.9432	30.9513%	20.02
		8247	COYAME (DGE)	19.00	4142.3006	47.4684%	
		8254	OJINAGA (DGE)	21.70	1883.1960	21.5803%	
2412	Río San Pedro	8004	BACHÍNIVA	13.50	201.0909	1.8880%	17.23
		8038	CREEL (CFE)	11.50	3.6612	0.0344%	
		8106	NOROGACHI (CFE)	12.70	1472.2582	13.8228%	
		8185	PRESA CHIHUAHUA (DGE)	17.20	5396.9766	50.6714%	
		8202	PRESA FRANCISCO I. MADERO	19.80	3214.1708	30.1773%	
		8305	PARRAL (OBS)	17.80	10.7651	0.1011%	
		8311	COLINA	19.40	122.4789	1.1499%	
8326	PRESA ABRAHAM GONZÁLEZ	13.30	229.5389	2.1551%			
2413	Río Chuviscar	8185	PRESA CHIHUAHUA (DGE)	17.20	419.5354	100.0000%	17.20
2414	Río Bravo 3	5013	EJIDO SAN MIGUEL	21.60	1879.3725	15.4058%	21.47
		5135	EL GUAJE	18.80	903.1690	7.4036%	
		8254	OJINAGA (DGE)	21.70	9416.5762	77.1906%	
2415	Río Bravo 4	5013	EJIDO SAN MIGUEL	21.60	24602.7334	83.8529%	21.26
		5085	PRESA CENTENARIO	21.60	1198.5037	4.0848%	
		5135	EL GUAJE	18.80	3539.1107	12.0623%	
2416	Río Bravo 5	5013	EJIDO SAN MIGUEL	21.60	1025.3421	15.8403%	21.69
		5085	PRESA CENTENARIO	21.60	4774.6440	73.7626%	
		5086	PRESA SAN MIGUEL	22.50	673.0016	10.3971%	
2417	Río Bravo 6	5085	PRESA CENTENARIO	21.60	220.0390	100.0000%	21.60

Tabla 19. (Continuación).

CLAVE CUENCA	NOMBRE CUENCA	CLAVE ESTACIÓN	NOMBRE ESTACIÓN	PRECIP. (mm/año)	ÁREA DE INFLUENCIA (km <sup>2</sup> )	COBERTURA %	PRECIP. PONDERADA (mm/año)
2418	Arroyo de las Vacas	5085	PRESA CENTENARIO	21.60	789.2498	90.8882%	21.68
		5086	PRESA SAN MIGUEL	22.50	79.1248	9.1118%	
2419	Río San Diego	5085	PRESA CENTENARIO	21.60	212.6347	9.9942%	22.41
		5086	PRESA SAN MIGUEL	22.50	1914.9551	90.0058%	
2420	Río Bravo 7	5085	PRESA CENTENARIO	21.60	272.1013	74.8531%	21.83
		5086	PRESA SAN MIGUEL	22.50	91.4124	25.1469%	
2421	Río San Rodrigo	5002	ALLENDE (SMN)	21.80	14.6154	0.7664%	22.52
		5025	PIEDRAS NEGRAS (OBS)	23.30	55.7900	2.9255%	
		5086	PRESA SAN MIGUEL	22.50	1836.6076	96.3081%	
2422	Río Bravo 8	5025	PIEDRAS NEGRAS (OBS)	23.30	510.8104	42.5218%	22.84
		5086	PRESA SAN MIGUEL	22.50	690.4813	57.4782%	
2423	Río Escondido	5002	ALLENDE (SMN)	21.80	2186.0855	76.1461%	22.08
		5020	MUZQUIZ (DGE)	20.80	0.1071	0.0037%	
		5025	PIEDRAS NEGRAS (OBS)	23.30	399.5813	13.9183%	
		5086	PRESA SAN MIGUEL	22.50	285.1372	9.9319%	
2424	Río Bravo 9	5002	ALLENDE (SMN)	21.80	2045.3874	67.1677%	22.26
		5025	PIEDRAS NEGRAS (OBS)	23.30	839.5723	27.5704%	
		5033	SABINAS (DGE)	22.70	160.2331	5.2618%	
2425	Río Bravo 10	5002	ALLENDE (SMN)	21.80	1121.9849	27.9439%	22.53
		5025	PIEDRAS NEGRAS (OBS)	23.30	230.8644	5.7498%	
		5030	PRES VENUSTIANO CARRANZA	22.20	941.7120	23.4540%	
		5033	SABINAS (DGE)	22.70	69.5873	1.7331%	
		19024	ANÁHUAC	23.10	1650.9912	41.1191%	
2426	Río Sabinas	5002	ALLENDE (SMN)	21.80	34.4017	0.2017%	20.87
		5013	EJIDO SAN MIGUEL	21.60	5260.6008	30.8368%	
		5020	MUZQUIZ (DGE)	20.80	7459.9504	43.7291%	
		5022	OCAMPO	19.00	1975.6769	11.5811%	
		5033	SABINAS (DGE)	22.70	378.0888	2.2163%	
		5086	PRESA SAN MIGUEL	22.50	990.4845	5.8061%	
		5135	EL GUAJE	18.80	960.2609	5.6289%	
2427	Río Nadadores	5011	EJIDO REATA	20.40	328.0670	1.5191%	20.04
		5020	MUZQUIZ (DGE)	20.80	2369.0630	10.9697%	
		5022	OCAMPO	19.00	4496.1479	20.8189%	
		5031	PROGRESO	21.80	2068.7572	9.5791%	
		5033	SABINAS (DGE)	22.70	19.1657	0.0887%	
		5038	SANTA TERESA	20.20	1960.3972	9.0774%	
		5044	CUATRO CIÉNEGAS (SMN)	21.90	2485.6458	11.5095%	
		5144	SANTA TERESA DE SOFIA	20.90	844.3981	3.9099%	
		5153	CASTAÑOS (DGE)	19.20	3502.6105	16.2184%	
		5171	SACRAMENTO	19.00	3498.3111	16.1985%	
2428	Río Salado	19028	LAMPAZOS (SMN)	22.90	23.9301	0.1108%	22.29
		5002	ALLENDE (SMN)	21.80	197.1990	0.8601%	
		5011	EJIDO REATA	20.40	1022.2465	4.4587%	
		5020	MUZQUIZ (DGE)	20.80	400.7083	1.7478%	
		5030	PRES VENUSTIANO CARRANZA	22.20	3576.5788	15.5998%	
		5031	PROGRESO	21.80	1574.5133	6.8675%	
		5033	SABINAS (DGE)	22.70	2269.5007	9.8988%	
		5038	SANTA TERESA	20.20	416.3617	1.8160%	
		5153	CASTAÑOS (DGE)	19.20	133.5970	0.5827%	
		19021	GARZA AYALA	22.90	2755.7616	12.0197%	
		19024	ANÁHUAC	23.10	3225.2264	14.0673%	
		19028	LAMPAZOS (SMN)	22.90	3390.5266	14.7883%	
		19119	ESPINAZO	20.80	1622.7281	7.0778%	
19141	VILLALDAMA	22.30	2342.1129	10.2155%			
2429	Río Bravo 11	19021	GARZA AYALA	22.90	1210.0181	28.9857%	23.04

Tabla 20. Valores de temperatura media anual en las cuencas de la RH34 según las áreas de influencia.

CLAVE CUENCA	NOMBRE CUENCA	CLAVE ESTACIÓN	NOMBRE ESTACIÓN	TEMP. (°C)	ÁREA DE INFLUENCIA (km²)	COBERTURA %	TEMP. PONDERADA (°C)
3401	Río Casas Grandes 1	8059	EL TINTERO	17.10	762.3155	14.5507%	15.74
		8219	PEÑITAS	11.30	1089.9380	20.8041%	
		8298	DUBLÁN	16.80	3316.8395	63.3100%	
		26205	BACERAC	19.80	69.9530	1.3352%	
3402	Río Casas Grandes 2	8077	GUZMÁN	17.00	2660.2844	20.3670%	17.78
		8084	ASCENSIÓN (DGE)	17.70	4784.8322	36.6325%	
		8298	DUBLÁN	16.80	2980.0585	22.8152%	
		26022	COLONIA MORELOS	19.90	1150.4537	8.8078%	
		26205	BACERAC	19.80	1486.0835	11.3774%	
3403	Hacienda San Francisco-Juguete-Madero-Palomas	8077	GUZMÁN	17.00	2078.0000	38.8729%	17.68
		8084	ASCENSIÓN (DGE)	17.70	2523.2284	47.2017%	
		8213	JUÁREZ (DGE)	19.20	446.6755	8.3559%	
		26022	COLONIA MORELOS	19.90	297.7287	5.5696%	
3404	Laguna de Babícora	8059	EL TINTERO	17.10	594.8772	30.9610%	13.18
		8142	TEMÓSACHI (OBS)	13.50	70.0035	3.6434%	
		8219	PEÑITAS	11.30	1256.4960	65.3956%	
3405	Río Santa María 1	8004	BACHÍNIVA	13.50	1178.7133	30.4542%	15.72
		8059	EL TINTERO	17.10	2382.4963	61.5562%	
		8142	TEMÓSACHI (OBS)	13.50	309.2337	7.9896%	
3406	Río Santa María 2	8059	EL TINTERO	17.10	965.2110	17.1186%	16.90
		8077	GUZMÁN	17.00	793.7892	14.0784%	
		8298	DUBLÁN	16.80	2941.5128	52.1696%	
		8332	LAS LAJAS	16.90	937.8482	16.6333%	
3407	Laguna El Sabinal	8077	GUZMÁN	17.00	1606.4801	85.1989%	17.01
		8084	ASCENSIÓN (DGE)	17.70	75.7985	4.0199%	
		8298	DUBLÁN	16.80	203.2866	10.7812%	
3408	Desierto de Samalayuca	8077	GUZMÁN	17.00	2995.8173	35.8409%	17.82
		8213	JUÁREZ (DGE)	19.20	3217.9353	38.4982%	
		8332	LAS LAJAS	16.90	2144.9104	25.6609%	
3409	Laguna La Vieja	8298	DUBLÁN	16.80	88.4938	4.8150%	16.90
		8332	LAS LAJAS	16.90	1749.3826	95.1850%	
3410	Río del Carmen 1	8004	BACHÍNIVA	13.50	1463.1953	32.0246%	15.89
		8059	EL TINTERO	17.10	1713.2574	37.4976%	
		8185	PRESA CHIHUAHUA (DGE)	17.20	147.5089	3.2285%	
		8270	LA MESA	14.80	15.2581	0.3340%	
		8332	LAS LAJAS	16.90	1229.7580	26.9154%	
3411	Río del Carmen 2	8213	JUÁREZ (DGE)	19.20	51.0245	0.5832%	16.91
		8332	LAS LAJAS	16.90	8698.6966	99.4168%	
3412	Rancho El Cuarenta	8213	JUÁREZ (DGE)	19.20	697.9588	68.2215%	18.47
		8332	LAS LAJAS	16.90	325.1179	31.7785%	
3413	Arroyo Roma	8213	JUÁREZ (DGE)	19.20	1768.4830	99.1951%	19.18
		8332	LAS LAJAS	16.90	14.3499	0.8049%	
3414	Félix U. Gómez	8213	JUÁREZ (DGE)	19.20	359.6375	12.4301%	18.73
		8247	COYAME (DGE)	19.00	2122.8330	73.3713%	
		8332	LAS LAJAS	16.90	410.8029	14.1986%	
3415	Arroyo El Carrizo	8247	COYAME (DGE)	19.00	3619.1721	97.5821%	19.07
		8254	OJINAGA (DGE)	21.70	89.6760	2.4179%	
3416	Arroyo El Burro	8247	COYAME (DGE)	19.00	3645.0577	82.7891%	18.64
		8332	LAS LAJAS	16.90	757.7654	17.2109%	
3417	Laguna de Tarabillas	8332	LAS LAJAS	16.90	1863.4399	100.0000%	16.90
3418	Laguna El Cuervo	8049	LUIS L. LEÓN	20.40	649.3538	10.4165%	17.14
		8247	COYAME (DGE)	19.00	2246.9855	36.0447%	
		8270	LA MESA	14.80	2609.5285	41.8604%	
		8332	LAS LAJAS	16.90	728.0218	11.6785%	
3419	Laguna de Encinillas	8185	PRESA CHIHUAHUA (DGE)	17.20	508.9923	17.6531%	15.76
		8270	LA MESA	14.80	1644.0151	57.0186%	
		8332	LAS LAJAS	16.90	730.2911	25.3283%	
3420	Rancho Hormigas-El Diablo	8270	LA MESA	14.80	196.5362	100.0000%	14.80
3421	Laguna de Bustillos	8004	BACHÍNIVA	13.50	2746.9846	85.1182%	13.94
		8185	PRESA CHIHUAHUA (DGE)	17.20	386.7582	11.9841%	
		8326	PRESA ABRAHAM GONZÁLEZ	13.30	93.5148	2.8977%	
3422	Laguna Los Mexicanos	8038	CREEL (CFE)	11.50	1.0274	0.1338%	13.30
		8326	PRESA ABRAHAM GONZÁLEZ	13.30	766.5905	99.8662%	

Tabla 21. Valores de temperatura media anual en las cuencas de la RH35 según las áreas de influencia.

CLAVE CUENCA	NOMBRE CUENCA	CLAVE ESTACIÓN	NOMBRE ESTACIÓN	TEMP. (°C)	ÁREA DE INFLUENCIA (km <sup>2</sup> )	COBERTURA %	TEMP. PONDERADA (°C)
3502	Laguna del Rey	5022	OCAMPO	19.00	2873.0486	17.9001%	19.13
		5036	SAN PEDRO	21.30	438.5400	2.7323%	
		5039	SIERRA MOJADA	17.20	4704.0649	29.3080%	
		5135	EL GUAJE	18.80	53.1463	0.3311%	
		5144	SANTA TERESA DE SOFÍA	20.90	765.8736	4.7717%	
		8171	ESCALÓN (DGE)	19.20	857.0995	5.3400%	
		10085	TLAHUALILO	20.80	1903.2197	11.8577%	
		10165	LABORATORIO DEL DESIERTO	20.00	4455.4416	27.7590%	
3504	Polvorillos-Arroyo El Marquez	5039	SIERRA MOJADA	17.20	2758.8058	22.3284%	19.36
		5135	EL GUAJE	18.80	4235.1849	34.2774%	
		8049	LUIS L. LEÓN	20.40	3060.5838	24.7708%	
		8081	JIMÉNEZ (DGE)	19.10	0.5973	0.0048%	
		8202	PRESA FRANCISCO I. MADERO	19.80	14.1677	0.1147%	
		8254	OJINAGA (DGE)	21.70	2182.4534	17.6637%	
		8311	COLINA	19.40	103.8144	0.8402%	
3505	El Llano-Laguna del Milagro	5039	SIERRA MOJADA	17.20	3127.2557	30.2384%	18.72
		8049	LUIS L. LEÓN	20.40	264.9996	2.5624%	
		8081	JIMÉNEZ (DGE)	19.10	2837.1272	27.4331%	
		8171	ESCALÓN (DGE)	19.20	198.4757	1.9191%	
		8202	PRESA FRANCISCO I. MADERO	19.80	1158.7968	11.2048%	
		8311	COLINA	19.40	2755.3446	26.6423%	
3506	Arroyo La India-Laguna Palomas	8081	JIMÉNEZ (DGE)	19.10	452.2548	4.1193%	18.28
		8171	ESCALÓN (DGE)	19.20	3444.1316	31.3704%	
		10005	CEBALLOS	20.20	1835.8754	16.7218%	
		10008	CINCO DE MAYO	18.00	951.8444	8.6697%	
		10021	EL PALMITO	20.20	754.1695	6.8692%	
		10075	SANTA MARÍA DEL ORO	15.70	48.4078	0.4409%	
		10128	VILLA HIDALGO (DGE)	15.60	3203.7228	29.1806%	
		10165	LABORATORIO DEL DESIERTO	20.00	288.5305	2.6280%	

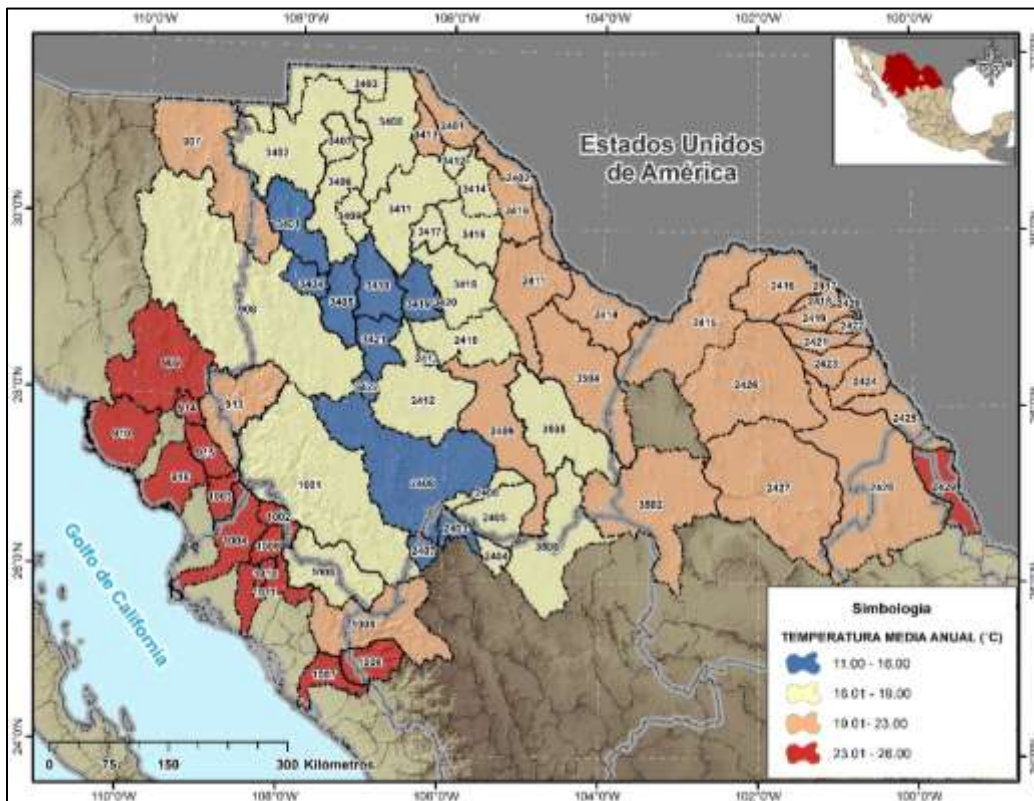


Figura 24. Distribución espacial de la temperatura en la zona de estudio.

## 5.2 Valores actuales de las variables involucradas en el cálculo de disponibilidad media anual por cuenca hidrológica.

El 8 de febrero de 2018 se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el acuerdo por el que se dieron a conocer los valores de las variables que integran las fórmulas para determinar la disponibilidad de las 757 cuencas hidrológicas en que se encuentra dividido el país. En la Tabla 22 se muestran los valores de dichas variables de las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua, por región hidrológica.

Tabla 22. Valores actuales de las variables para determinar la disponibilidad de las cuencas hidrológicas. (DOF, 2018b).

Clave	Nombre de la cuenca	<i>Cp</i>	<i>Ar</i>	<i>Uc</i>	<i>R</i>	<i>Im</i>	<i>Ex</i>	<i>Ev</i>	<i>Av</i>
		(hm <sup>3</sup> )							
07	Río Bavispe	535.76	0.00	457.26	420.21	0.00	0.00	52.61	0.88
908	Río Yaqui 1	2186.04	445.21	2700.16	2630.60	0.00	60.49	130.55	48.21
909	Río Yaqui 2	371.84	2322.45	1103.06	1100.27	0.00	0.00	203.77	1.20
910	Río Yaqui 3	54.61	2486.53	3179.89	648.63	0.00	0.00	0.00	0.00
913	Río Mayo 1	964.86	0.00	3.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
914	Arroyo Quiriego	24.56	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
915	Río Mayo 2	151.61	985.97	1033.71	1033.64	0.00	0.00	74.82	-8.15
916	Río Mayo 3	62.59	1070.83	875.55	0.00	0.00	88.80	0.00	0.00
<b>Total RH09</b>		4351.85	-	9353.06	5833.34	0.00	149.29	461.75	42.15
1001	Río Fuerte 1	4024.70	0.00	3724.20	3703.59	0.00	0.00	78.19	83.80
1002	Río Choix	279.18	0.00	0.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1003	Arroyo Álamos	94.08	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1004	Río Fuerte 2	596.65	4214.35	7423.71	3118.64	0.00	0.00	199.61	23.00
1005	Río Humaya	1907.08	0.00	1889.34	1883.27	0.00	351.55	108.45	10.35
1006	Río Tamazula	755.43	0.00	530.14	526.50	0.00	0.00	40.31	9.43
1007	Río Culiacán	466.13	2132.71	2632.80	0.00	312.74	0.00	0.00	0.00
1008	Río Sinaloa 1	1328.69	0.00	1058.61	1054.68	0.00	0.00	58.75	22.16
1009	Arroyo Ocoroni	153.08	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	18.18	-3.11
1010	Arroyo Cabrera	75.62	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1011	Río Sinaloa 2	506.27	1456.03	1528.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Total RH10</b>		10186.90	-	18789.60	10286.68	312.74	351.55	503.48	145.64
2401	Río Bravo 1	70.64	0.00	125.45	99.39	78.30	0.00	0.00	0.00
2402	Río Bravo 2	20.57	122.88	1.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Total RH24 Alto Bravo</b>		91.21	-	126.69	99.39	78.30	0.00	0.00	0.00

Tabla 22. (Continuación).

Clave	Nombre de la cuenca	<i>Cp</i>	<i>Ar</i>	<i>Uc</i>	<i>R</i>	<i>Im</i>	<i>Ex</i>	<i>Ev</i>	<i>Av</i>
		(hm <sup>3</sup> )							
2403	Río Florido 1	122.93	0.00	21.82	0.00	0.00	0.00	18.24	0.00
2404	Río Florido 2	55.42	0.00	3.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2405	Río Florido 3	17.05	0.00	177.70	0.00	0.00	0.00	3.14	0.00
2406	Río Parral	56.03	0.00	15.83	11.15	0.00	0.00	0.00	0.00
2407	Río Balleza	86.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2408	Río Conchos 1	1001.88	0.00	871.34	958.81	0.00	0.00	194.38	0.00
2409	Río Conchos 2	406.23	0.00	2383.64	1018.33	0.00	0.00	0.00	0.00
2410	Río Conchos 3	75.72	0.00	60.59	77.53	0.00	0.00	52.70	0.00
2411	Río Conchos 4	94.10	0.00	154.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2412	Río San Pedro	75.72	0.00	304.88	330.26	0.00	0.00	43.98	0.00
2413	Río Chuvíscar	6.19	0.00	1.92	0.00	0.00	0.00	2.63	0.00
2418	Arroyo de las Vacas	17.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2419	Río San Diego	212.96	0.00	51.89	0.00	0.00	0.00	2.53	0.00
2421	Río San Rodrigo	123.23	0.00	1.70	0.00	0.00	0.00	2.94	0.00
2423	Río Escondido	62.33	0.00	1.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2426	Río Sabinas	380.65	0.00	32.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2427	Río Nadadores	119.58	0.00	60.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2428	Río Salado	353.55	0.00	349.87	12.23	0.00	0.00	159.21	0.00
<b>Total RH24 Seis Tributarios</b>		<b>3558.85</b>	<b>0.00</b>	<b>4493.83</b>	<b>2408.31</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>479.77</b>	<b>0.00</b>
2414	Río Bravo 3	26.21	1140.95	19.09	1.70	0.00	431.72	0.00	0.00
2415	Río Bravo 4	195.96	1140.95	0.30	0.00	0.00	431.72	0.00	0.00
2416	Río Bravo 5	200.75	1140.95	1463.76	1464.56	0.00	431.72	163.49	0.00
2417	Río Bravo 6	2.79	1140.95	6.60	0.00	0.00	431.72	0.00	0.00
2420	Río Bravo 7	39.57	1140.95	7.30	0.00	0.00	431.72	0.00	0.00
2422	Río Bravo 8	11.66	1140.95	19.99	0.00	0.00	431.72	0.00	0.00
2424	Río Bravo 9	16.45	1140.95	56.27	0.00	0.00	431.72	0.00	0.00
2425	Río Bravo 10	84.13	1140.95	59.07	0.00	0.00	431.72	0.00	0.00
2429	Río Bravo 11	44.85	1140.95	1660.56	1624.36	0.00	431.72	159.67	0.00
<b>Total RH24 Medio Bravo</b>		<b>622.37</b>	<b>1140.95</b>	<b>3292.93</b>	<b>3090.62</b>	<b>0.00</b>	<b>431.72</b>	<b>323.15</b>	<b>0.00</b>

Tabla 22. (Continuación).

Clave	Nombre de la cuenca	<i>Cp</i>	<i>Ar</i>	<i>Uc</i>	<i>R</i>	<i>Im</i>	<i>Ex</i>	<i>Ev</i>	<i>Av</i>
		(hm <sup>3</sup> )							
3401	Río Casas Grandes 1	84.82	0.00	14.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3402	Río Casas Grandes 2	139.90	70.02	12.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3403	Hacienda San Francisco-Juguete-Madero-Palomas	62.14	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3404	Laguna de Babicora	46.12	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3405	Río Santa María 1	68.88	0.00	16.46	0.00	0.00	0.00	10.35	-0.55
3406	Río Santa María 2	69.01	42.61	78.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3407	Laguna El Sabinal	22.55	0.00	16.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3408	Desierto de Samalayuca	120.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3409	Laguna La Vieja	30.40	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3410	Río del Carmen 1	75.33	0.00	4.46	0.00	0.00	0.00	5.98	0.77
3411	Río del Carmen 2	106.24	64.13	57.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3412	Rancho El Cuarenta	11.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3413	Arroyo Roma	22.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3414	Félix U. Gómez	30.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3415	Arroyo El Carrizo	41.83	0.00	0.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3416	Arroyo El Burro	53.33	0.00	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3417	Laguna de Tarabillas	26.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3418	Laguna El Cuervo	93.77	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3419	Laguna de Encinillas	49.53	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3420	Rancho Hormigas-El Diablo	3.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3421	Laguna de Bustillos	73.32	0.00	8.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3422	Laguna Los Mexicanos	21.58	0.00	1.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Total RH34</b>		<b>1254.95</b>	<b>-</b>	<b>213.14</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>16.33</b>	<b>0.23</b>
3502	Laguna del Rey	151.74	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3504	Polvorillos- Arroyo El Márquez	137.83	0.00	3.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3505	El Llano-Laguna del Milagro	98.40	0.00	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3506	Arroyo La India-Laguna Palomas	91.65	0.00	34.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Total RH35</b>		<b>479.62</b>	<b>-</b>	<b>38.48</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>

### 5.3 Estimación de los valores normales de variables climatológicas no medidas.

Al ser el escurrimiento natural ( $Cp$ ) y la evaporación en embalses ( $Ev$ ), las variables involucradas en el cálculo de disponibilidad que se consideran sensibles al cambio climático, es necesario que se pueda estimar su variación a partir de los cambios que puedan sufrir algunas variables climatológicas no medidas, según las posibles variaciones en la precipitación y temperatura ocasionadas por los efectos del cambio climático.

De acuerdo con la Ecuación 3 el  $Cp$  es función de la precipitación ( $P$ ), la evapotranspiración ( $ET$ ) y la recarga de agua subterránea ( $R_{Asub}$ ). Asimismo, según la Ecuación 4, la  $R_{Asub}$  depende de la precipitación ( $P$ ) y la temperatura ( $T$ ), mientras que la  $ET$  se relaciona con la evapotranspiración potencial ( $ETP$ ) mediante la Ecuación 6, que tiene a la  $P$ , el parámetro  $w$  y la  $ETP$  como variables, pudiendo calcularse  $ETP$  por medio de la Ecuación 5. De esta manera, conociendo los valores actuales de  $Cp$ ,  $P$  y  $T$ , es posible obtener el valor del resto de las variables climatológicas e inferir el valor del parámetro  $w$  que depende de las características de cada cuenca. Al inferir el valor de  $w$ , y considerándolo como un valor constante, es posible conocer el comportamiento de las variables climatológicas según las posibles variaciones de la precipitación y temperatura.

En la Tabla 23, se muestran los valores calculados de las variables climatológicas mencionadas para condiciones actuales según la precipitación y temperatura media anual de cada cuenca, así como el valor de  $w$ , en donde valores bajos se asocian a cuencas con pendientes fuertes y generación rápida de escurrimiento y valores altos representan cuencas planas con alto almacenamiento subsuperficial.

Tabla 23. Valores normales de variables climatológicas medidas y no medidas de las cuales es función el escurrimiento natural.

Clave	Nombre de la cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Cp (hm <sup>3</sup> /año)	P (mm/año)	T (°C)	R <sub>Asub</sub> (hm <sup>3</sup> /año)	ET (hm <sup>3</sup> /año)	ETP (hm <sup>3</sup> /año)	w
907	Río Bavispe	14566.88	535.76	421.21	19.47	471.13	5128.76	24309.88	1.1038
908	Río Yaqui 1	39928.81	2186.04	531.79	17.71	3234.15	15813.47	60556.17	1.0104
909	Río Yaqui 2	11744.85	371.84	562.37	23.29	772.48	5460.59	24020.21	1.1163
910	Río Yaqui 3	6278.69	54.61	324.95	24.49	19.05	1966.58	13673.35	1.5063
913	Río Mayo 1	7658.26	964.86	570.24	20.88	617.74	2784.49	13785.37	0.7687
914	Arroyo Quiriego	1074.87	24.56	761.13	23.60	168.80	624.76	2234.78	1.0797
915	Río Mayo 2	2238.02	151.61	652.09	24.12	221.26	1086.52	4781.41	0.9505
916	Río Mayo 3	4634.69	62.59	448.76	24.18	124.19	1893.07	9929.19	1.3030
<b>Total RH09</b>		<b>88125.07</b>	<b>4351.85</b>	-	-	<b>5628.79</b>	<b>34758.23</b>	<b>153290.35</b>	-
1001	Río Fuerte 1	26033.14	4024.70	729.61	18.02	4858.39	10110.83	40154.48	0.7261
1002	Río Choix	1487.26	279.18	818.64	24.40	272.16	666.19	3224.43	0.6862
1003	Arroyo Álamos	1777.68	94.08	648.35	24.08	173.17	885.30	3790.01	1.0032
1004	Río Fuerte 2	5430.81	596.65	595.29	25.18	379.23	2257.01	12262.42	0.8119
1005	Río Humaya	10899.15	1907.08	985.92	19.06	3864.88	4973.69	17792.02	0.6928
1006	Río Tamazula	3275.23	755.43	1032.89	23.22	1099.79	1527.75	6674.43	0.6309
1007	Río Culiacán	2596.83	466.13	776.59	25.72	387.93	1162.62	6027.92	0.6956
1008	Río Sinaloa 1	7366.63	1328.69	957.94	18.45	2515.55	3212.55	11633.75	0.6825
1009	Arroyo Ocoroni	1419.64	153.08	835.83	24.21	276.54	756.96	3046.07	0.8346
1010	Arroyo Cabrera	627.02	75.62	770.41	24.52	97.23	310.21	1367.40	0.8091
1011	Río Sinaloa 2	3738.81	506.27	680.36	24.57	408.26	1629.22	8177.21	0.7679
<b>Total RH10</b>		<b>64652.18</b>	<b>10186.90</b>	-	-	<b>14333.12</b>	<b>27492.33</b>	<b>114150.14</b>	-
2401	Río Bravo 1	3325.11	70.64	253.60	19.20	0.37	772.23	5468.17	1.1825
2402	Río Bravo 2	3595.13	20.57	221.03	20.22	0.00	774.04	6247.43	1.5449
<b>Total RH24 Alto Bravo</b>		<b>6920.24</b>	<b>91.21</b>	-	-	<b>0.37</b>	<b>1546.28</b>	<b>11715.60</b>	-
2403	Río Florido 1	1467.99	122.93	477.45	14.49	109.30	468.67	1863.76	0.8779
2404	Río Florido 2	1279.35	55.42	482.47	17.50	78.13	483.71	1917.89	1.0688
2405	Río Florido 3	4992.29	17.05	439.04	18.60	203.42	1971.35	7945.26	1.4144
2406	Río Parral	1625.46	56.03	443.16	18.33	70.00	594.31	2550.46	1.1243
2407	Río Balleza	1188.09	86.89	641.10	11.29	234.38	440.42	1258.82	0.8992
2408	Río Conchos 1	19626.52	1001.88	543.89	14.17	2155.97	7516.72	24478.23	1.0186
2409	Río Conchos 2	10855.15	406.23	330.65	19.24	120.99	3061.98	17893.79	1.0574
2410	Río Conchos 3	6565.97	75.72	325.29	17.76	83.75	1976.39	9986.25	1.4025
2411	Río Conchos 4	8726.44	94.10	237.09	20.02	0.00	1974.86	14996.01	1.3725
2412	Río San Pedro	10650.94	366.44	389.37	17.23	317.49	3463.27	15737.12	1.1217
2413	Río Chuviscar	419.54	6.19	406.30	17.20	14.70	149.57	618.77	1.3048
2418	Arroyo de las Vacas	868.37	17.66	509.70	21.68	46.22	378.73	1631.25	1.2073
2419	Río San Diego	2127.59	212.96	592.30	22.41	174.60	872.60	4153.98	0.8458
2421	Río San Rodrigo	1907.01	123.23	598.10	22.52	160.14	857.22	3744.63	0.9653
2423	Río Escondido	2870.90	62.33	478.98	22.08	119.16	1193.63	5507.63	1.2094
2426	Río Sabinas	17059.47	380.65	436.26	20.87	554.53	6507.10	30686.57	1.2190
2427	Río Nadadores	21596.50	119.58	372.50	20.04	394.39	7530.71	37168.52	1.4851
2428	Río Salado	22927.06	353.55	442.12	22.29	689.45	9093.47	44469.39	1.2845
<b>Total RH24 Seis Tributarios</b>		<b>136754.65</b>	<b>3558.85</b>	-	-	<b>3558.85</b>	<b>3558.85</b>	<b>3558.85</b>	-

Tabla 23 (Continuación).

Clave	Nombre de la cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	$C_p$ (hm <sup>3</sup> /año)	$P$ (mm/año)	$\bar{T}$ (°C)	$R_{Asub}$ (hm <sup>3</sup> /año)	$ET$ (hm <sup>3</sup> /año)	$ETP$ (hm <sup>3</sup> /año)	$w$
2414	Río Bravo 3	12199.12	26.21	235.97	21.47	0.00	2852.40	22659.03	1.9477
2415	Río Bravo 4	29340.35	195.96	262.26	21.26	0.00	7498.95	53898.32	1.6203
2416	Río Bravo 5	6472.99	200.75	472.10	21.69	263.08	2592.04	12167.02	1.1412
2417	Río Bravo 6	220.04	2.79	500.40	21.60	11.07	96.25	411.55	1.2728
2420	Río Bravo 7	363.51	39.57	526.07	21.83	21.28	130.39	688.12	0.8005
2422	Río Bravo 8	1201.29	11.66	554.32	22.84	77.74	576.50	2399.33	1.2593
2424	Río Bravo 9	3045.20	16.45	470.54	22.26	116.63	1299.82	5898.82	1.3733
2425	Río Bravo 10	4015.13	84.13	455.29	22.53	132.57	1611.35	7889.23	1.2240
2429	Río Bravo 11	4174.53	44.85	517.07	23.04	210.80	1902.86	8426.91	1.2795
<b>Total RH24 Medio Bravo</b>		<b>61032.16</b>	<b>622.37</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>622.37</b>	<b>622.37</b>	<b>622.37</b>	<b>-</b>
3401	Río Casas Grandes 1	5239.05	84.82	366.17	15.74	144.15	1689.42	7129.79	1.3047
3402	Río Casas Grandes 2	13061.71	139.90	274.07	17.78	52.35	3387.63	19890.76	1.4493
3403	Hacienda San	5345.80	62.14	229.10	17.68	0.00	1162.56	8092.42	1.3766
3404	Laguna de Babicora	1921.38	46.12	476.88	13.18	157.59	712.56	2265.96	1.1771
3405	Río Santa María 1	3870.44	68.88	366.48	15.72	107.11	1242.44	5260.43	1.2850
3406	Río Santa María 2	5638.36	69.01	308.19	16.90	61.73	1606.96	8178.52	1.3948
3407	Laguna El Sabinal	1885.57	22.55	272.99	17.01	9.08	483.11	2751.67	1.4125
3408	Desierto de Samalayuca	8358.66	120.36	270.02	17.82	28.52	2108.10	12754.21	1.3501
3409	Laguna La Vieja	1837.88	30.40	291.89	16.90	14.67	491.39	2665.72	1.3120
3410	Río del Carmen 1	4568.98	75.33	346.65	15.89	99.46	1409.07	6269.49	1.3083
3411	Río del Carmen 2	8749.72	106.24	290.68	16.91	67.77	2369.37	12703.62	1.4037
3412	Rancho El Cuarenta	1023.08	11.70	265.45	18.47	2.17	257.71	1617.12	1.4308
3413	Arroyo Roma	1782.83	22.93	253.90	19.18	0.28	429.45	2928.95	1.3834
3414	Félix U. Gómez	2893.27	30.38	213.99	18.73	0.00	588.76	4637.63	1.3274
3415	Arroyo El Carrizo	3708.85	41.83	193.37	19.07	0.00	675.34	6054.96	1.2111
3416	Arroyo El Burro	4402.82	53.33	209.35	18.64	0.00	868.41	7023.63	1.2573
3417	Laguna de	1863.44	26.94	290.90	16.90	14.54	500.59	2703.52	1.3529
3418	Laguna El Cuervo	6233.89	93.77	260.24	17.14	18.03	1510.54	9165.37	1.3314
3419	Laguna de	2883.30	49.53	315.32	15.76	42.04	817.59	3927.36	1.3037
3420	Rancho Hormigas-El Diablo	196.54	3.88	298.00	14.80	2.51	52.18	253.87	1.2626
3421	Laguna de Bustillos	3227.26	73.32	391.48	13.94	135.10	1054.99	3972.52	1.2223
3422	Laguna Los Mexicanos	767.62	21.58	344.77	13.30	21.95	221.12	911.51	1.1725
<b>Total RH34</b>		<b>89460.44</b>	<b>1254.95</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1254.95</b>	<b>1254.95</b>	<b>1254.95</b>	<b>-</b>
3502	Laguna del Rey	16050.43	151.74	297.94	19.13	92.71	4537.57	26291.10	1.4775
3504	Polvorillos- Arroyo El Márquez	12355.61	137.83	276.98	19.36	32.17	3252.21	20492.56	1.4392
3505	El Llano-Laguna del Milagro	10342.00	98.40	334.57	18.72	132.81	3228.92	16570.34	1.4405
3506	Arroyo La India-Laguna Palomas	10978.94	91.65	346.52	18.28	177.96	3534.85	17178.99	1.4496
<b>Total RH35</b>		<b>49726.98</b>	<b>479.62</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>435.65</b>	<b>14553.56</b>	<b>80532.99</b>	<b>-</b>

Por otro lado, según la Ecuación 8, la evaporación en embalses ( $Ev$ ), es función del área del agua expuesta ( $A$ ), la velocidad del viento a dos metros de la superficie del agua ( $U$ ), la presión de vapor de saturación ( $e_s$ ) y la presión de vapor real ( $e_a$ ). La  $e_s$  puede estimarse mediante la Ecuación 9, la cual depende de la temperatura del aire ( $T_s$ ). De la misma manera, la  $e_a$  puede estimarse por medio de la Ecuación 9, sustituyendo  $T_s$  por la temperatura de punto de rocío ( $T_d$ ), la cual se aproxima a la temperatura mínima ( $T_{min}$ ) en regiones húmedas y para regiones áridas y semiáridas esta se calibra haciendo uso de la Ecuación 10. Para determinar si una región es húmeda o árida puede utilizarse la Ecuación 11, la cual, depende de los valores normales de precipitación y temperatura en el sitio donde se ubica el embalse.

En la Tabla 24 se consignan las cuencas hidrológicas en las que se tiene la presencia de una o más presas de almacenamiento, así como los valores normales de precipitación y temperatura de la zona donde se ubica el embalse y su clasificación según el índice de aridez.

Tabla 24. Clasificación de zonas áridas y húmedas según el índice de aridez y valores estimados de temperatura de punto de rocío.

Clave	Nombre de la cuenca	Embalse(s)	$T_s$ (°C)	$P$ (mm)	$I_a$	Clasificación	$T_{min}$ (°C)	$T_d$ (°C)
907	Río Bavispe	Presa Angostura	21.00	421.60	13.60	Zona árida	13.60	11.60
908	Río Yaqui 1	Presa P. Elías Calles	25.50	690.80	19.46	Zona árida	16.50	14.50
909	Río Yaqui 2	Presa Álvaro Obregón	26.10	410.80	11.38	Zona árida	18.70	16.70
915	Río Mayo 2	Presa A. Ruiz Cortines	24.80	556.30	15.99	Zona árida	17.80	15.80
1001	Río Fuerte 1	Presa L. Donald Colosio	25.60	858.40	24.11	Zona húmeda	15.90	15.90
1004	Río Fuerte 2	Presa Miguel Hidalgo, Presa J. O. de Domínguez	25.20	636.00	18.07	Zona árida	16.40	14.40
1005	Río Humaya	Presa Adolfo López Mateos	26.10	914.50	25.33	Zona húmeda	18.80	18.80
1006	Río Tamazula	Presa Sanalona	24.90	880.70	25.23	Zona húmeda	16.00	16.00
1008	Río Sinaloa 1	Presa Gustavo Diaz Ordaz	24.70	896.80	25.84	Zona húmeda	16.40	16.40
1009	Arroyo Ocoroni	Presa Guillermo Blake A.	24.20	839.30	24.54	Zona húmeda	13.50	13.50
2403	Río Florido 1	Presa F. Mexicano	20.30	446.80	14.75	Zona árida	10.50	8.50
2405	Río Florido 3	Presa Pico del Águila	19.40	480.80	16.35	Zona árida	8.90	6.90
2408	Río Conchos 1	Presa La Boquilla	19.80	258.30	8.67	Zona árida	11.70	9.70
2410	Río Conchos 3	Presa Luis L. León	20.40	308.90	10.16	Zona árida	11.90	9.90
2412	Río San Pedro	Presa Francisco I. Madero	19.80	301.20	10.11	Zona árida	12.30	10.30
2413	Río Chuvíscar	Presa Chihuahua	17.20	406.30	14.94	Zona árida	9.30	7.30
2419	Río San Diego	Presa San Miguel	22.50	602.50	18.54	Zona árida	14.80	12.80
2421	Río San Rodrigo	Presa La Fragua	22.50	602.50	18.54	Zona árida	14.80	12.80
2428	Río Salado	Presa V. Carranza	22.20	353.10	10.97	Zona árida	15.10	13.10
2416	Río Bravo 5	Presa Amistad	21.60	500.40	15.84	Zona árida	12.90	10.90
2429	Río Bravo 11	Presa Falcon	23.00	546.20	16.55	Zona árida	15.70	13.70
3405	Río Santa María 1	Presa El Tintero	17.28	344.10	12.61	Zona árida	8.12	6.12
3410	Río del Carmen 1	Presa Las Lajas	16.90	290.90	10.81	Zona árida	8.70	6.70

Teniendo los valores actuales de  $Ev$ ,  $P$ ,  $T_s$  y  $T_d$ , así como el área expuesta promedio del agua ( $A$ ) en cada embalse, es posible obtener el valor del resto de las variables climatológicas e inferir el valor de  $U$ . Al inferir el valor de  $U$  y, considerando esta y  $A$  como valores constantes, es posible conocer el comportamiento de las variables climatológicas según las posibles variaciones de la precipitación y temperatura.

En la Tabla 25 se muestran los valores calculados de las variables climatológicas mencionadas para condiciones actuales según la precipitación y temperatura media anual de cada sitio en donde se ubican los embalses, así como los valores de  $U$  y  $A$ .

Tabla 25. Valores normales de variables climatológicas medidas y no medidas de las cuales es función el volumen de evaporación en embalses.

Clave	Nombre de la cuenca	$Ev$ (hm <sup>3</sup> )	$T_s$ (°C)	$P$ (mm)	$T_{min}$ (°C)	$T_d$ (°C)	$e_s$ (kPa)	$e_a$ (kPa)	$A$ (km <sup>2</sup> )	$U$ (m/s)
907	Río Bavispe	52.61	21.00	421.60	13.60	11.60	2.4939	1.3684	31.77	3.80
908	Río Yaqui 1	130.55	25.50	690.80	16.50	14.50	3.2745	1.6547	70.40	3.08
909	Río Yaqui 2	203.77	26.10	410.80	18.70	16.70	3.3925	1.9056	122.22	3.10
915	Río Mayo 2	74.82	24.80	556.30	17.80	15.80	3.1402	1.7991	37.48	3.88
1001	Río Fuerte 1	78.19	25.60	858.40	15.90	15.90	3.2935	1.8107	45.84	3.03
1004	Río Fuerte 2	199.61	25.20	636.00	16.40	14.40	3.2160	1.6439	116.52	3.00
1005	Río Humaya	108.45	26.10	914.50	18.80	18.80	3.3925	2.1756	59.68	3.98
1006	Río Tamazula	40.31	24.90	880.70	16.00	16.00	3.1590	1.8223	26.31	2.93
1008	Río Sinaloa 1	58.75	24.70	896.80	16.40	16.40	3.1214	1.8695	37.27	3.28
1009	Arroyo Ocoroni	18.18	24.20	839.30	13.50	13.50	3.0293	1.5505	9.70	3.08
2403	Río Florido 1	18.24	20.30	446.80	10.50	8.50	2.3885	1.1114	13.96	2.54
2405	Río Florido 3	3.14	19.40	480.80	8.90	6.90	2.2587	0.9962	3.21	1.78
2408	Río Conchos 1	194.38	19.80	258.30	11.70	9.70	2.3156	1.2053	105.35	4.56
2410	Río Conchos 3	52.70	20.40	308.90	11.90	9.90	2.4033	1.2216	21.97	5.15
2412	Río San Pedro	43.98	19.80	301.20	12.30	10.30	2.3156	1.2548	23.67	4.46
2413	Río Chuviscar	2.64	17.20	406.30	9.30	7.30	1.9671	1.0239	1.77	3.53
2419	Río San Diego	2.53	22.50	602.50	14.80	12.80	2.7336	1.4810	3.50	1.34
2421	Río San Rodrigo	2.94	22.50	602.50	14.80	12.80	2.7336	1.4810	7.41	0.76
2428	Río Salado	159.21	22.20	353.10	15.10	13.10	2.6841	1.5105	102.74	3.62
2416	Río Bravo 5	163.49	21.60	500.40	12.90	10.90	2.5875	1.3062	177.43	2.02
2429	Río Bravo 11	159.67	23.00	546.20	15.70	13.70	2.8178	1.5708	193.55	1.87
3405	Río Santa María 1	10.35	17.28	344.10	8.12	6.12	1.9770	0.9439	6.91	3.47
3410	Río del Carmen 1	5.98	16.90	290.90	8.70	6.70	1.9300	0.9825	4.51	3.28

A continuación, se describe para cada región hidrológica, la situación actual de los valores de las variables climatológicas que son sensibles a los efectos del cambio climático, y que influyen en el cálculo de la disponibilidad media anual de aguas superficiales.

- En la RH09 del volumen medio anual de agua precipitada (44,738.88 hm<sup>3</sup>), se estima que el 12.58% (5,628.79 hm<sup>3</sup>) se infiltra dando lugar a la recarga de acuíferos; el 9.73% (4,351.85 hm<sup>3</sup>) escurre superficialmente; y el 77.69% (34,758.23 hm<sup>3</sup>) es evapotranspirado. Considerando el volumen de escurrimiento natural y el volumen de evaporación en embalses (461.75 hm<sup>3</sup>), el volumen medio anual de agua superficial para aprovechamiento es de 3,890.11 hm<sup>3</sup>, lo cual representa el 8.7% del volumen medio anual de agua precipitada.
- En la RH10 del volumen medio anual de agua precipitada (52,012.35 hm<sup>3</sup>), se estima que el 27.56% (14,333.12 hm<sup>3</sup>) se infiltra dando lugar a la recarga de acuíferos; el 19.59% (10,186.90 hm<sup>3</sup>) escurre superficialmente; y el 52.86% (27,492.33 hm<sup>3</sup>) es evapotranspirado. Considerando el volumen de escurrimiento natural y el volumen de evaporación en embalses (503.47 hm<sup>3</sup>), el volumen medio anual de agua superficial para aprovechamiento es de 9,683.42 hm<sup>3</sup>, lo cual representa el 18.62% del volumen medio anual de agua precipitada.
- En la subregión RH24 Alto Bravo del volumen medio anual de agua precipitada (1,637.86 hm<sup>3</sup>), se estima que el 0.02% (0.37 hm<sup>3</sup>) se infiltra dando lugar a la recarga de acuíferos; el 5.57% (91.21 hm<sup>3</sup>) escurre superficialmente; y el 94.41% (1,546.28 hm<sup>3</sup>) es evapotranspirado. Debido a que en la subregión no hay presas de almacenamiento para considerar la evaporación en embalses, el volumen de escurrimiento natural es el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechada.
- En la subregión RH24 Seis Tributarios del volumen medio anual de agua precipitada (57,620.16 hm<sup>3</sup>), se estima que el 9.59% (5,526.60 hm<sup>3</sup>) se infiltra dando lugar a la recarga de acuíferos; el 6.18% (3,558.85 hm<sup>3</sup>) escurre superficialmente; y el 84.23% (48,534.70 hm<sup>3</sup>) es evapotranspirado. Considerando el volumen de escurrimiento natural y el volumen de evaporación en embalses (479.77 hm<sup>3</sup>), el volumen medio anual de agua superficial para aprovechamiento es de 3,079.08 hm<sup>3</sup>, lo cual representa el 5.34% del volumen medio anual de agua precipitada.
- En la subregión RH24 Medio Bravo del volumen medio anual de agua precipitada (20,016.10 hm<sup>3</sup>), se estima que el 4.16% (833.18 hm<sup>3</sup>) se infiltra dando lugar a la recarga de acuíferos; el 3.11% (622.37 hm<sup>3</sup>) escurre superficialmente; y el 92.73% (18,560.55 hm<sup>3</sup>) es evapotranspirado. Considerando el volumen de escurrimiento natural y el volumen de

evaporación en embalses ( $323.15 \text{ hm}^3$ ), el volumen medio anual de agua superficial para aprovechamiento es de  $299.22 \text{ hm}^3$ , lo cual representa el 1.50% del volumen medio anual de agua precipitada.

- En la RH34 del volumen medio anual de agua precipitada ( $25,873.28 \text{ hm}^3$ ), se estima que el 3.78% ( $979.03 \text{ hm}^3$ ) se infiltra dando lugar a la recarga de acuíferos; el 4.85% ( $1,254.95 \text{ hm}^3$ ) escurre superficialmente; y el 91.37% ( $23,639.29 \text{ hm}^3$ ) es evapotranspirado. Considerando el volumen de escurrimiento natural y el volumen de evaporación en embalses ( $16.33 \text{ hm}^3$ ), el volumen medio anual de agua superficial para aprovechamiento es de  $1,238.62 \text{ hm}^3$ , lo cual representa el 4.79% del volumen medio anual de agua precipitada.
- En RH35 del volumen medio anual de agua precipitada ( $15,468.82 \text{ hm}^3$ ), se estima que el 2.82% ( $435.65 \text{ hm}^3$ ) se infiltra dando lugar a la recarga de acuíferos; el 3.10% ( $479.62 \text{ hm}^3$ ) escurre superficialmente; y el 94.08% ( $14,553.55 \text{ hm}^3$ ) es evapotranspirado. Debido a que en la región no hay presas de almacenamiento para considerar la evaporación en embalses, el volumen de escurrimiento natural es el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechada.

En general, considerando la extensión total de la zona de estudio, actualmente en las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua se genera un volumen de lluvia medio anual de  $217,367.44 \text{ hm}^3$ , del cual, se estima que el 12.76% ( $27,736.75 \text{ hm}^3$ ) da lugar a la recarga de acuíferos; el 9.45% ( $20,545.76 \text{ hm}^3$ ) se convierte en escurrimiento natural; y el 77.79% ( $169,084.93 \text{ hm}^3$ ) se evapotranspira. Así mismo, se tiene una evaporación total en embalses de  $1,784.47 \text{ hm}^3$ , con lo cual, considerando el volumen de escurrimiento natural, se tiene que el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado es de  $18,761.29 \text{ hm}^3$ , representando un 8.63% del volumen de agua de lluvia.

En la Figura 25 se muestran los valores y gráficas de distribución del volumen de agua de lluvia para cada región hidrológica, así como para toda la región de estudio.

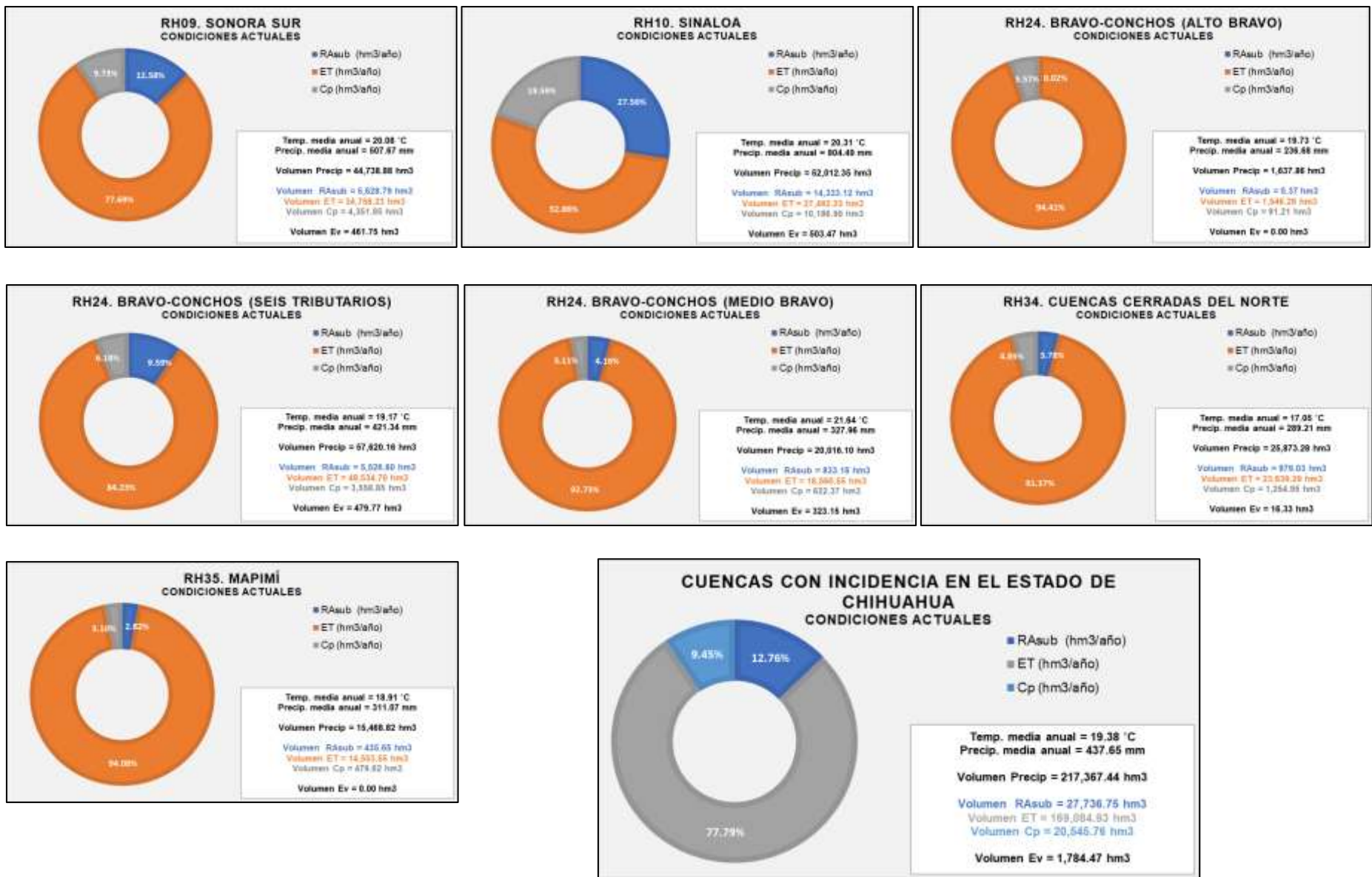


Figura 25. Condiciones actuales de la distribución del agua de lluvia en las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua.

## **6. ANÁLISIS DE LOS POSIBLES EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN TÉRMINOS DE VARIABLES CLIMATOLÓGICAS Y SUS VALORES NORMALES.**

### **6.1 Escenarios de cambio climático global y sus proyecciones.**

Para evaluar los posibles impactos que el cambio climático puede tener en una región o sistema natural, se deben identificar las amenazas de orden climático, su magnitud, extensión afectable y frecuencia con la que se presentan (SEMARNAT-INE, 2009).

Para lo anterior existe una gran variedad de métodos con los cuales se pueden desarrollar escenarios de cambio climático, sin embargo, los más utilizados son los Modelos de Circulación General (MGC, por sus siglas en inglés), debido a que constituyen las mejores herramientas científicas para proyectar el clima futuro (Magaña & Caetano, 2007). Los MGC son representaciones numéricas tridimensionales, que se emplean para simular el comportamiento del sistema climático global, y pueden ser combinados con las salidas de modelos climáticos más simples para evaluar su comportamiento bajo una gran variedad de supuestos sobre las futuras emisiones de gases de efecto invernadero (Magaña & Caetano, 2007). Por tanto, los escenarios de cambio climático son representaciones de interacciones complejas entre el sistema climático global, los ecosistemas y las actividades humanas, que permiten definir cuál puede ser la situación en el futuro. Más allá de un pronóstico, cada escenario es una alternativa de cómo se puede comportar el clima futuro (IPCC, 2013).

Las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero dependen de diversos factores, tales como, el tamaño de la población, la actividad económica, el estilo de vida, el uso de la energía, los patrones del uso de suelo, la tecnología y la política climática. A partir del Quinto Informe (AR5) del IPCC (2013), los escenarios de cambio climático se definieron como trayectorias de concentración representativas (RCP, por sus siglas en inglés), utilizadas para hacer proyecciones basadas en los factores mencionados. La característica de estos escenarios es el forzamiento radiativo, definido como el cambio en la radiación entrante o saliente de un sistema climático medido en vatios por metro cuadrado ( $W/m^2$ ), siendo positivo cuando tiende a calentar el sistema, es decir, habrá más energía recibida que emitida, y es negativo cuando ocurre lo contrario y el sistema tiende a enfriarse. El forzamiento radiativo es causa de factores como: (1)

cambios en la radiación solar incidente, (2) incrementos en la concentración de gases de efecto invernadero o (3) cambios en las propiedades reflectivas del planeta (IPCC, 2013).

Según el IPCC (2013) en el AR5 se definen cuatro trayectorias distintas para el siglo XXI de las emisiones y concentraciones de gases de efecto invernadero, emisiones de contaminantes atmosféricos y el uso del suelo. Estas trayectorias incluyen un escenario de mitigación estricto (RCP 2.6), dos escenarios intermedios (RCP 4.5 y RCP 6.0), y un escenario con un nivel muy alto de emisiones de gases de efecto invernadero (RCP 8.5).

En términos de la temperatura media global, las distintas proyecciones apuntan a que es probable que haya un aumento en esta variable al final del siglo XXI con respecto al periodo de 1986-2005 según se muestra en la Tabla 26.

Tabla 26. Proyecciones para el cambio de temperatura media global para los distintos escenarios (IPCC, 2014b).

<b>Escenario</b>	<b>Rango probable de aumento en la temperatura media global (°C)</b>
<b>RCP 2.6</b>	0.3 – 1.7
<b>RCP 4.5</b>	1.1 – 2.6
<b>RCP 6.0</b>	1.4 – 3.1
<b>RCP 8.5</b>	2.6 – 4.8

De acuerdo con el IPCC (2014) las diferentes proyecciones indican que es probable que la temperatura global en la superficie sea superior en 1.5 °C para los escenarios RCP 4.5, RCP 6.0 y RCP 8.5 (nivel de confianza alto). Es probable que dicha variable sea 2°C mayor para los escenarios RCP 6.0 y RCP 8.5 (nivel de confianza alto), y más probable que improbable que sea superior en 2°C para el escenario RCP 4.5 (nivel de confianza medio).

En términos de precipitación media anual, los cambios proyectados por los diferentes escenarios no son uniformes. Para el escenario RCP 8.5 es probable que disminuya en muchas regiones secas de latitud media y subtropicales, mientras que es probable que en muchas regiones húmedas de latitud media aumente. En la Figura 26 se presenta el cambio de la temperatura media anual y precipitación media anual bajo los escenarios RCP 2.6 y RCP 8.5 según el IPCC (2014b).

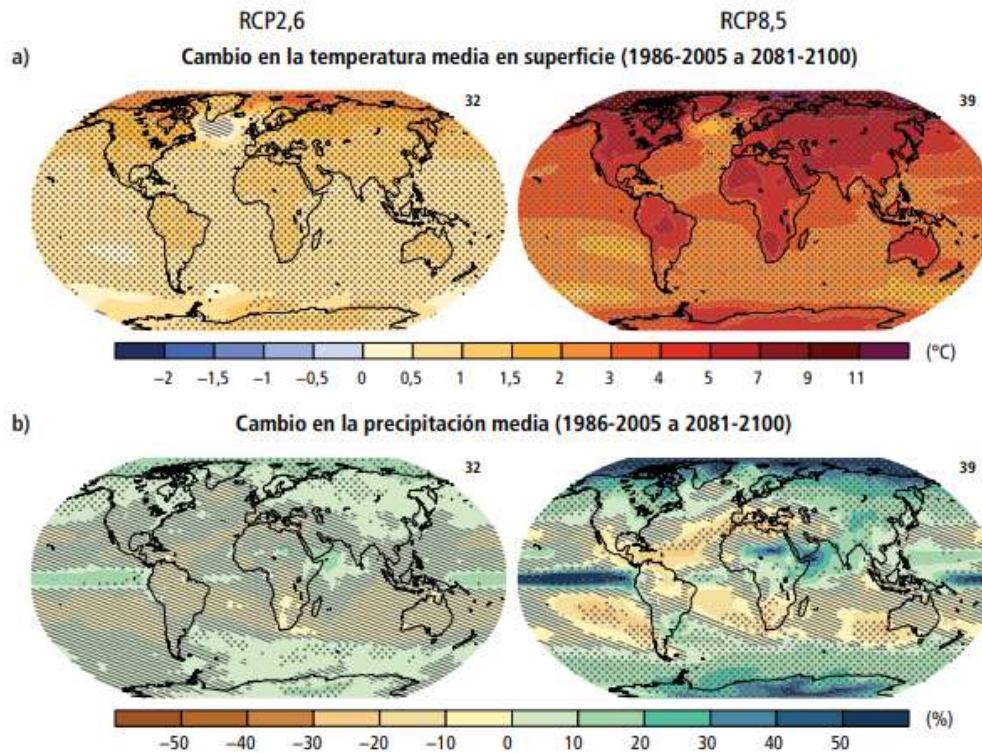


Figura 26. Cambio en la temperatura media en superficie (a) y cambio en la precipitación media (b) sobre la base de las proyecciones de la media multimodelos para RCP 2.6 y RCP 8.5 (IPCC, 2014b).

Los escenarios mencionados presentados en el AR5 (IPCC, 2013), se centran en proyecciones globales de temperatura y precipitación regionalizadas para extensiones de nivel continental con resolución espacial de 300 km x 300 km, aproximadamente. Con dicha resolución espacial resulta complicado estimar con un nivel de confianza aceptable los cambios en las variables climatológicas a nivel cuenca, por lo cual, se han generado escenarios regionales de mayor resolución para mejorar la evaluación de impactos a escala local.

## 6.2 Regionalización de escenarios de cambio climático para México.

En el estudio “*Actualización de los escenarios de cambio climático para estudios de impactos, vulnerabilidad y adaptación*” (Fernández *et al.*, 2015), se generaron escenarios regionales de cambio climático para México con resolución espacial de 55 km x 55 km, aproximadamente, considerando 15 MGC propuestos en la Quinta Comunicación Nacional de México ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (SEMARNAT-INECC, 2012). En la Tabla 27 se consigna el nombre de los modelos, institución y país en donde fueron desarrollados.

Tabla 27. Modelos de Circulación General considerados en el proyecto “Actualización de los escenarios de cambio climático para estudios de impactos, vulnerabilidad y adaptación” (Fernández et al., 2015a).

<b>Modelo</b>	<b>Institución</b>	<b>País</b>
<b>BCC_CSMI</b>	Beijing Climate Center, China Meteorological Administration	China
<b>CAnESM</b>	Canadian Center for Climate Modelling and Analysis	Canadá
<b>CNRMCM5</b>	Centre National de Recherches Météorologiques	Francia
<b>CSIRO_Mk3</b>	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization	Australia
<b>GFDL_CM3</b>	Geophysical Fluid Dynamics Laboratory	E.U.A.
<b>GISS_E2_R</b>	NASA Goddard Institute for Space Studies	E.U.A.
<b>HADGEM2_ES</b>	Met Office Hadley Centre	Reino Unido
<b>INM</b>	Russian Institute for Numerical Mathematics	Rusia
<b>IPSLcm5a_Ir</b>	Institut Pierre Simon Laplace	Francia
<b>MIROC_esm</b>	Atmosphere and Ocean Research Institute, National Institute for Environmental Studies, and Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology	Japón
<b>MIROC_ESM_CHEM</b>	Atmosphere and Ocean Research Institute, National Institute for Environmental Studies, and Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology	Japón
<b>MIROC5</b>	Atmosphere and Ocean Research Institute, National Institute for Environmental Studies, and Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology	Japón
<b>MPI_ESM_LR</b>	Max Planck Institute for Meteorology	Alemania
<b>MRI_CGCM3</b>	Meteorological Research Institute	Japón
<b>NCC_NorESM1</b>	Bjerknes Centre for Climate Research, Norwegian Meteorological Institute	Noruega

La configuración topográfica del territorio es un factor de suma importancia que no es considerado en los MGC y RCP, sin embargo, en el proyecto de actualización de escenarios de cambio climático para México desarrollado por Fernández et al (2015a), se seleccionaron cuatro MGC: CNRMCM5 (Francia), GFDL\_CM3 (E.U.A), HADGEM2\_ES (Reino Unido) y MPI\_ESM\_LR (Alemania). Dichos MGC fueron estructurados con una muy alta resolución espacial de 30” x 30” (aproximadamente 926 m x 926 m) y para los cuales se incorporó el efecto de la topografía, obteniendo una mejor alternativa de distribución espacial de cada variable climatológica.

Los RCP que se consideraron para los cuatro MGC fueron: RCP 4.5 (emisiones bajas) y RCP 8.5 (emisiones altas).

En los horizontes de cada MGC se consideraron periodos de 25 años de la siguiente manera: futuro cercano (2015-2039), futuro medio (2045-2069) y futuro lejano (2075-2099).

Como resultado se obtuvieron bases de datos mensuales de escenarios de cambio climático de temperatura máxima, mínima y promedio, en °C; así como de precipitación promedio mensual, en milímetros; todas estas estructuradas para sus correspondientes RCP y horizontes en archivos con formatos GeoTIFF y txt georreferenciados, con resolución espacial de 30" x 30". Dicha información se encuentra disponible en la Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales (UNITAMOS) del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM, denominado Atlas Climático Digital de México (Fernández *et al.*, 2015b)

### **6.3 Escenarios de temperatura y precipitación en las cuencas hidrológicas con incidencia en el estado de Chihuahua.**

A partir de los archivos ráster en formato GeoTIFF de alta resolución generados por Fernández *et al* (2015a), por medio del SIG ArcMap 10.1 se realizó un procesamiento de álgebra de mapas, con el cual se obtuvo un promedio de los escenarios de los 4 MGC, así como los valores medios anuales de cada variable climatológica y sus correspondientes RCP y horizontes. Adicionalmente, mediante un análisis espacial, por medio de la herramienta de estadísticas zonales, se obtuvieron los valores medios de cada variable climatológica por cuenca hidrológica y tomando como referencia los valores medios de las variables climatológicas para el periodo 1981-2010, se obtuvieron los gradientes de precipitación y temperatura para los RCP 4.5 y 8.5 y sus respectivos horizontes.

#### ***6.3.1 Escenarios de temperatura media anual por cuenca hidrológica.***

En la Tabla 28 se muestran los valores de temperatura y sus incrementos por cuenca hidrológica bajo el escenario RCP 4.5 y, en la Figura 27, se muestra la distribución espacial de la temperatura considerando los 3 diferentes horizontes bajo este escenario.

Tabla 28. Valores normales de temperatura por cuenca hidrológica y sus variaciones bajo el escenario RCP 4.5.

Clave	Nombre de la cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	ACTUAL	RCP4.5					
			1981-2010	2015-2039		2045-2069		2075-2099	
			Temp. Media (°C)	Temp. Media (°C)	Δ (°C)	Temp. Media (°C)	Δ (°C)	Temp. Media (°C)	Δ (°C)
907	Río Bavispe	14566.88	19.47	17.45	-2.02	18.39	-1.08	19.04	-0.43
908	Río Yaqui 1	39928.81	17.71	18.28	0.57	19.11	1.40	19.68	1.97
909	Río Yaqui 2	11744.85	23.29	24.14	0.85	24.85	1.56	25.39	2.10
910	Río Yaqui 3	6278.69	24.49	25.87	1.38	26.48	1.99	26.97	2.48
913	Río Mayo 1	7658.26	20.88	19.84	-1.04	20.65	-0.23	21.16	0.28
914	Arroyo Quiriego	1074.87	23.60	23.47	-0.13	24.18	0.57	24.69	1.09
915	Río Mayo 2	2238.02	24.12	25.00	0.88	25.80	1.67	26.29	2.17
916	Río Mayo 3	4634.69	24.18	25.49	1.31	26.20	2.02	26.67	2.49
<b>Total RH09</b>		<b>88125.07</b>	<b>20.08</b>	<b>20.21</b>	<b>0.14</b>	<b>21.02</b>	<b>0.94</b>	<b>21.58</b>	<b>1.50</b>
1001	Río Fuerte 1	26033.14	18.02	17.23	-0.79	18.08	0.06	18.57	0.55
1002	Río Choix	1487.26	24.40	22.72	-1.69	23.60	-0.80	24.08	-0.32
1003	Arroyo Álamos	1777.68	24.08	24.54	0.46	25.39	1.31	25.87	1.79
1004	Río Fuerte 2	5430.81	25.18	25.54	0.35	26.40	1.22	26.86	1.68
1005	Río Humaya	10899.15	19.06	18.61	-0.45	19.50	0.43	19.95	0.89
1006	Río Tamazula	3275.23	23.22	23.02	-0.20	23.95	0.73	24.40	1.18
1007	Río Culiacán	2596.83	25.72	26.18	0.46	27.01	1.29	27.43	1.71
1008	Río Sinaloa 1	7366.63	18.45	20.45	2.00	21.29	2.84	21.76	3.31
1009	Arroyo Ocoroni	1419.64	24.21	23.99	-0.21	24.85	0.64	25.32	1.12
1010	Arroyo Cabrera	627.02	24.52	25.51	0.99	26.35	1.84	26.82	2.30
1011	Río Sinaloa 2	3738.81	24.57	25.48	0.91	26.31	1.73	26.75	2.18
<b>Total RH10</b>		<b>64652.18</b>	<b>20.31</b>	<b>20.21</b>	<b>-0.10</b>	<b>21.07</b>	<b>0.76</b>	<b>21.54</b>	<b>1.23</b>
2401	Río Bravo 1	3325.11	19.20	18.34	-0.86	19.32	0.12	19.97	0.77
2402	Río Bravo 2	3595.13	20.22	18.49	-1.73	19.39	-0.83	20.00	-0.22
<b>Total RH24 Alto Bravo</b>		<b>6920.24</b>	<b>19.73</b>	<b>18.42</b>	<b>-1.31</b>	<b>19.36</b>	<b>-0.38</b>	<b>19.98</b>	<b>0.25</b>
2403	Río Florido 1	1467.99	14.49	16.46	1.97	17.36	2.87	17.82	3.33
2404	Río Florido 2	1279.35	17.50	18.30	0.80	19.25	1.76	19.72	2.22
2405	Río Florido 3	4992.29	18.60	19.04	0.44	19.99	1.39	20.43	1.84
2406	Río Parral	1625.46	18.33	18.82	0.49	19.77	1.44	20.21	1.88
2407	Río Balleza	1188.09	11.29	13.79	2.51	14.64	3.35	15.11	3.82
2408	Río Conchos 1	19626.52	14.17	16.63	2.46	17.49	3.32	17.96	3.79
2409	Río Conchos 2	10855.15	19.24	19.76	0.52	20.68	1.44	21.13	1.89
2410	Río Conchos 3	6565.97	17.76	19.26	1.50	20.12	2.35	20.63	2.86
2411	Río Conchos 4	8726.44	20.02	20.01	-0.01	20.87	0.85	21.41	1.39
2412	Río San Pedro	10650.94	17.23	17.40	0.16	18.27	1.03	18.75	1.51
2413	Río Chuvísca	419.54	17.20	16.88	-0.32	17.77	0.57	18.27	1.07
2418	Arroyo de las Vacas	868.37	21.68	22.48	0.79	23.33	1.65	23.74	2.05
2419	Río San Diego	2127.59	22.41	22.43	0.02	23.29	0.88	23.69	1.28
2421	Río San Rodrigo	1907.01	22.52	22.50	-0.01	23.40	0.88	23.78	1.26
2423	Río Escondido	2870.90	22.08	22.71	0.63	23.61	1.53	24.00	1.92
2426	Río Sabinas	17059.47	20.87	20.87	0.00	21.75	0.88	22.15	1.28
2427	Río Nadadores	21596.50	20.04	21.13	1.09	22.06	2.02	22.47	2.42
2428	Río Salado	22927.06	22.29	23.20	0.91	24.14	1.86	24.55	2.26
<b>Total RH24 Seis Tributarios</b>		<b>136754.65</b>	<b>19.17</b>	<b>20.06</b>	<b>0.89</b>	<b>20.96</b>	<b>1.79</b>	<b>21.40</b>	<b>2.23</b>
2414	Río Bravo 3	12199.12	21.47	20.40	-1.07	21.29	-0.18	21.78	0.31
2415	Río Bravo 4	29340.35	21.26	20.86	-0.41	21.72	0.46	22.16	0.90
2416	Río Bravo 5	6472.99	21.69	21.84	0.15	22.70	1.00	23.13	1.43
2417	Río Bravo 6	220.04	21.60	22.52	0.92	23.41	1.81	23.81	2.21
2420	Río Bravo 7	363.51	21.83	22.52	0.69	23.34	1.52	23.77	1.94
2422	Río Bravo 8	1201.29	22.84	22.83	-0.01	23.71	0.87	24.11	1.27
2424	Río Bravo 9	3045.20	22.26	23.01	0.75	23.90	1.64	24.31	2.04
2425	Río Bravo 10	4015.13	22.53	23.50	0.97	24.38	1.85	24.80	2.27
2429	Río Bravo 11	4174.53	23.04	24.34	1.30	25.27	2.23	25.68	2.64
<b>Total RH24 Medio Bravo</b>		<b>61032.16</b>	<b>21.64</b>	<b>21.44</b>	<b>-0.20</b>	<b>22.32</b>	<b>0.68</b>	<b>22.76</b>	<b>1.12</b>

Tabla 28. (Continuación).

Clave	Nombre de la cuenca	Área (km2)	ACTUAL	RCP4.5					
			1981-2010	2015-2039		2045-2069		2075-2099	
			Temp. Media (°C)	Temp. Media (°C)	Δ (°C)	Temp. Media (°C)	Δ (°C)	Temp. Media (°C)	Δ (°C)
3401	Río Casas Grandes 1	5239.05	15.74	14.54	-1.20	15.44	-0.30	16.06	0.32
3402	Río Casas Grandes 2	13061.71	17.78	17.85	0.06	18.82	1.03	19.48	1.70
3403	Hacienda San Francisco-Juguete-Madero-Palomas	5345.80	17.68	18.20	0.53	19.18	1.50	19.85	2.17
3404	Laguna de Babicora	1921.38	13.18	12.96	-0.21	13.83	0.65	14.39	1.22
3405	Río Santa María 1	3870.44	15.72	14.68	-1.04	15.58	-0.14	16.12	0.40
3406	Río Santa María 2	5638.36	16.90	17.81	0.91	18.76	1.86	19.38	2.49
3407	Laguna El Sabinal	1885.57	17.01	18.48	1.47	19.46	2.45	20.12	3.11
3408	Desierto de Samalayuca	8358.66	17.82	19.11	1.29	20.10	2.28	20.75	2.93
3409	Laguna La Vieja	1837.88	16.90	18.52	1.62	19.48	2.59	20.10	3.21
3410	Río del Carmen 1	4568.98	15.89	15.18	-0.71	16.11	0.22	16.66	0.78
3411	Río del Carmen 2	8749.72	16.91	18.13	1.22	19.09	2.17	19.70	2.79
3412	Rancho El Cuarenta	1023.08	18.47	17.45	-1.02	18.40	-0.07	19.04	0.58
3413	Arroyo Roma	1782.83	19.18	18.28	-0.90	19.26	0.08	19.91	0.73
3414	Félix U. Gómez	2893.27	18.73	17.52	-1.20	18.45	-0.28	19.07	0.35
3415	Arroyo El Carrizo	3708.85	19.07	18.22	-0.85	19.11	0.04	19.71	0.64
3416	Arroyo El Burro	4402.82	18.64	18.33	-0.31	19.21	0.58	19.80	1.17
3417	Laguna de Tarabillas	1863.44	16.90	17.63	0.73	18.50	1.60	19.09	2.19
3418	Laguna El Cuervo	6233.89	17.14	18.68	1.54	19.54	2.40	20.09	2.95
3419	Laguna de Encinillas	2883.30	15.76	16.43	0.67	17.29	1.53	17.83	2.08
3420	Rancho Hormigas-El Diablo	196.54	14.80	17.42	2.62	18.27	3.47	18.81	4.01
3421	Laguna de Bustillos	3227.26	13.94	14.98	1.04	15.83	1.90	16.33	2.40
3422	Laguna Los Mexicanos	767.62	13.30	14.65	1.35	15.48	2.18	15.97	2.67
<b>Total RH34</b>		<b>89460.44</b>	<b>17.05</b>	<b>17.38</b>	<b>0.33</b>	<b>18.31</b>	<b>1.26</b>	<b>18.92</b>	<b>1.87</b>
3502	Laguna del Rey	16050.43	19.13	20.27	1.14	21.25	2.12	21.68	2.56
3504	Polvorillos- Arroyo El Márquez	12355.61	19.36	19.59	0.24	20.50	1.15	20.96	1.61
3505	El Llano-Laguna del Milagro	10342.00	18.72	19.37	0.65	20.30	1.58	20.74	2.02
3506	Arroyo La India-Laguna Palomas	10978.94	18.28	19.74	1.46	20.73	2.45	21.18	2.89
<b>Total RH35</b>		<b>49726.98</b>	<b>18.91</b>	<b>19.80</b>	<b>0.89</b>	<b>20.75</b>	<b>1.84</b>	<b>21.20</b>	<b>2.28</b>

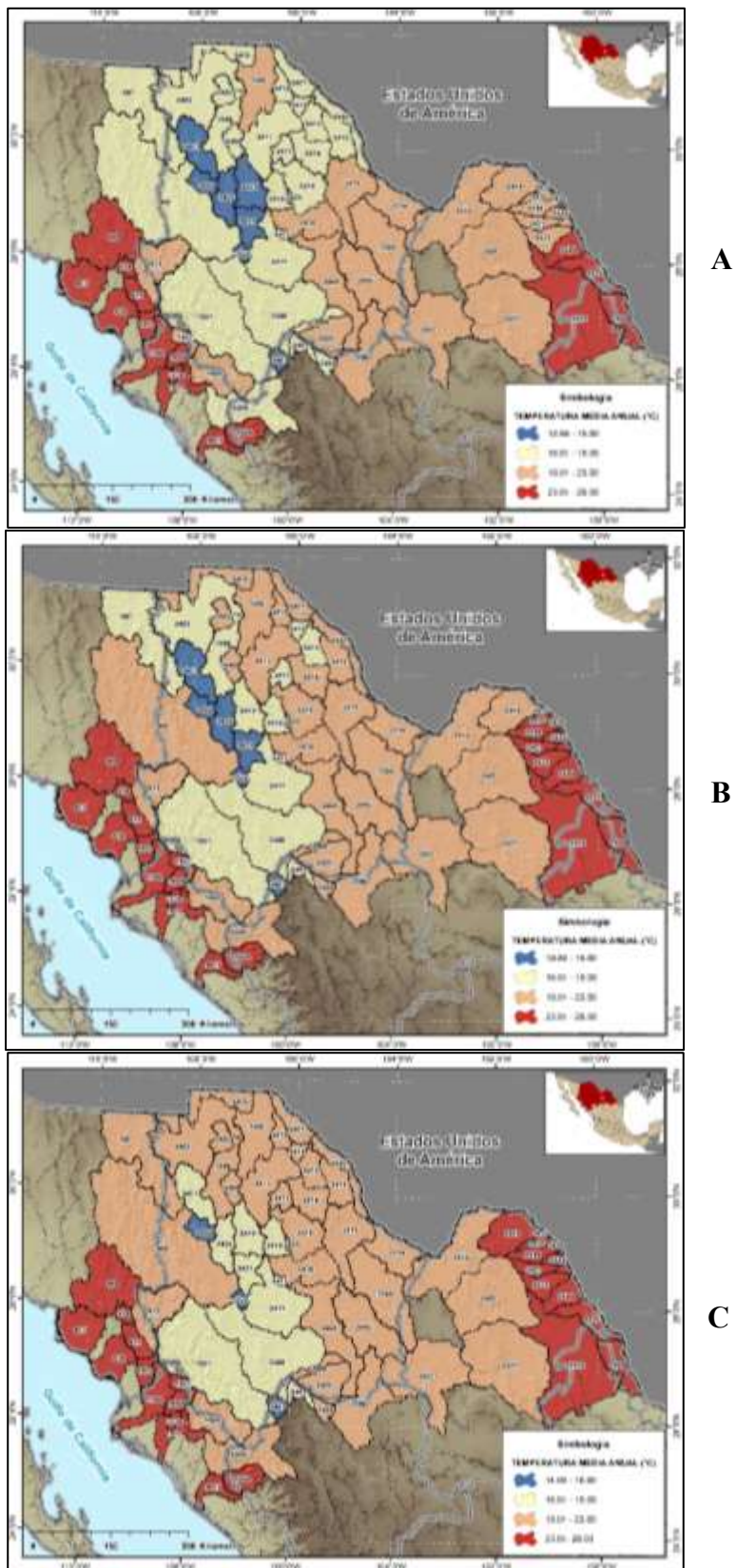


Figura 27. Distribución espacial de la temperatura en la zona de estudio bajo el escenario RCP 4.5 para los horizontes: A) 2015-2039, B) 2045-2069 y C) 2075-2099.

La magnitud de los incrementos de temperatura proyectados para el escenario RCP 4.5 (emisiones bajas) varía según el plazo considerado, siendo mayor mientras más lejano sea, a continuación, se describen para cada región hidrológica:

- Para la RH09 el cambio promedio de temperatura media puede ser desde  $+0.14^{\circ}\text{C}$  para un futuro cercano,  $+0.94^{\circ}\text{C}$  para el futuro medio y hasta de  $+1.50^{\circ}\text{C}$  considerando el futuro lejano. Se espera que el mayor incremento se de en la cuenca 916 “Río Mayo 3” siendo de hasta  $+2.49^{\circ}\text{C}$  para un futuro lejano.
- Para la RH10 el cambio promedio de temperatura media puede ser desde  $-0.10^{\circ}\text{C}$  para un futuro cercano,  $+0.76^{\circ}\text{C}$  para el futuro medio y hasta de  $+1.23^{\circ}\text{C}$  considerando el futuro lejano. Se espera que el mayor incremento se de en la cuenca 1008 “Río Sinaloa 1” siendo de hasta  $+3.31^{\circ}\text{C}$  para un futuro lejano.
- Para la subregión RH24 Alto Bravo el cambio promedio de temperatura media puede ser desde  $-1.31^{\circ}\text{C}$  para un futuro cercano,  $-0.38^{\circ}\text{C}$  para el futuro medio y  $+0.25^{\circ}\text{C}$  considerando el futuro lejano. Se espera que el mayor incremento se de en la cuenca 2401 “Río Bravo 1” siendo de  $+0.77^{\circ}\text{C}$  para un futuro lejano.
- Para la subregión RH24 Seis Tributarios el cambio promedio de temperatura media puede ser desde  $+0.89^{\circ}\text{C}$  para un futuro cercano,  $+1.79^{\circ}\text{C}$  para el futuro medio y hasta de  $+2.23^{\circ}\text{C}$  considerando el futuro lejano. Se espera que el mayor incremento se de en la cuenca 2407 “Río Balleza” siendo de hasta  $+3.82^{\circ}\text{C}$  para un futuro lejano.
- Para la subregión RH24 Medio Bravo el cambio promedio de temperatura media puede ser desde  $-0.20^{\circ}\text{C}$  para un futuro cercano,  $+0.68^{\circ}\text{C}$  para el futuro medio y de  $+1.12^{\circ}\text{C}$  considerando el futuro lejano. Se espera que el mayor incremento se de en la cuenca 2429 “Río Bravo 11” siendo de hasta  $+2.64^{\circ}\text{C}$  para un futuro lejano.
- Para la RH34 el cambio promedio de temperatura media puede ser desde  $+0.33^{\circ}\text{C}$  para un futuro cercano,  $+1.26^{\circ}\text{C}$  para el futuro medio y de  $+1.87^{\circ}\text{C}$  considerando el futuro lejano. Se espera que el mayor incremento se de en la cuenca 3420 “Rancho Hormigas-El Diablo” siendo de hasta  $+4.01^{\circ}\text{C}$  para un futuro lejano.
- Para la RH35 el cambio promedio de temperatura media puede ser desde  $+0.89^{\circ}\text{C}$  para un futuro cercano,  $+1.84^{\circ}\text{C}$  para el futuro medio y hasta de  $+2.28^{\circ}\text{C}$  considerando el futuro lejano. Se espera que el mayor incremento se de en la cuenca 3506 “Arroyo La India-Laguna Palomas” siendo de hasta  $+2.89^{\circ}\text{C}$  para un futuro lejano.

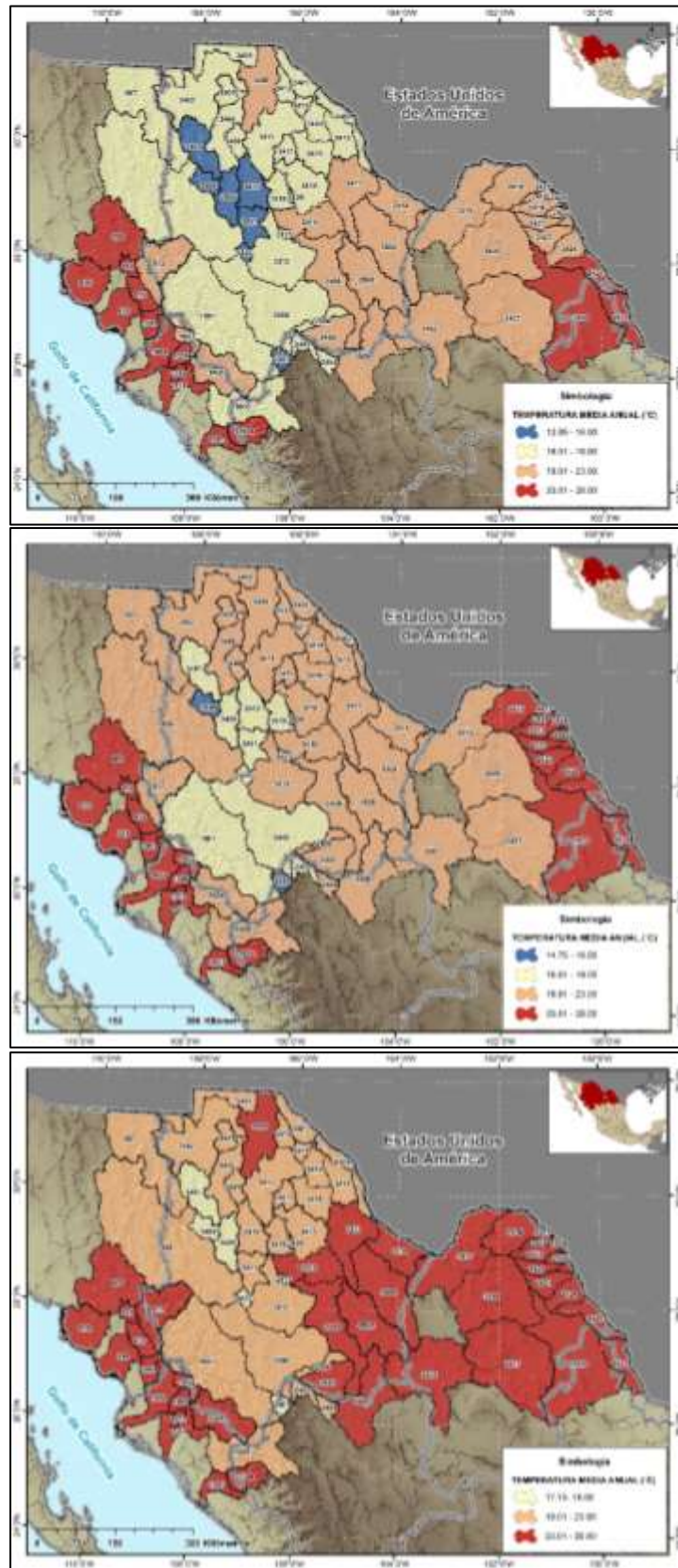
En la Tabla 29 se muestran los valores de temperatura y sus incrementos por cuenca hidrológica bajo el escenario RCP 8.5 y en la Figura 28 se muestra la distribución espacial de la temperatura considerando los 3 diferentes horizontes bajo este escenario.

Tabla 29. Valores normales de temperatura por cuenca hidrológica y sus variaciones bajo el escenario RCP 8.5.

Clave	Nombre de la cuenca	Área (km2)	ACTUAL	RCP8.5					
			1981-2010	2015-2039		2045-2069		2075-2099	
			Temp. Media (°C)	Temp. Media (°C)	Δ (°C)	Temp. Media (°C)	Δ (°C)	Temp. Media (°C)	Δ (°C)
907	Río Bavispe	14566.88	19.47	17.41	-2.06	19.35	-0.12	21.70	2.23
908	Río Yaqui 1	39928.81	17.71	18.19	0.48	20.04	2.33	22.40	4.69
909	Río Yaqui 2	11744.85	23.29	23.94	0.65	25.69	2.40	28.08	4.79
910	Río Yaqui 3	6278.69	24.49	25.58	1.09	27.22	2.73	29.56	5.07
913	Río Mayo 1	7658.26	20.88	19.75	-1.13	21.53	0.65	23.79	2.91
914	Arroyo Quiriego	1074.87	23.60	23.27	-0.33	25.01	1.41	27.34	3.74
915	Río Mayo 2	2238.02	24.12	24.89	0.77	26.62	2.50	28.81	4.69
916	Río Mayo 3	4634.69	24.18	25.31	1.13	26.96	2.79	29.15	4.98
<b>Total RH09</b>		<b>88125.07</b>	<b>20.08</b>	<b>20.09</b>	<b>0.02</b>	<b>21.91</b>	<b>1.84</b>	<b>24.25</b>	<b>4.18</b>
1001	Río Fuerte 1	26033.14	18.02	17.19	-0.83	18.93	0.91	21.11	3.09
1002	Río Choix	1487.26	24.40	22.71	-1.69	24.43	0.03	26.51	2.10
1003	Arroyo Álamos	1777.68	24.08	24.50	0.42	26.22	2.13	28.30	4.21
1004	Río Fuerte 2	5430.81	25.18	25.54	0.35	27.19	2.00	29.15	3.97
1005	Río Humaya	10899.15	19.06	18.61	-0.45	20.27	1.20	22.30	3.23
1006	Río Tamazula	3275.23	23.22	23.07	-0.15	24.70	1.47	26.61	3.39
1007	Río Culiacán	2596.83	25.72	26.18	0.46	27.71	2.00	29.55	3.83
1008	Río Sinaloa 1	7366.63	18.45	20.41	1.95	22.09	3.63	24.18	5.73
1009	Arroyo Ocoroni	1419.64	24.21	23.97	-0.24	25.66	1.45	27.69	3.48
1010	Arroyo Cabrera	627.02	24.52	25.49	0.97	27.14	2.62	29.11	4.60
1011	Río Sinaloa 2	3738.81	24.57	25.46	0.89	27.06	2.49	29.00	4.42
<b>Total RH10</b>		<b>64652.18</b>	<b>20.31</b>	<b>20.19</b>	<b>-0.12</b>	<b>21.88</b>	<b>1.57</b>	<b>23.95</b>	<b>3.64</b>
2401	Río Bravo 1	3325.11	19.20	18.27	-0.93	20.32	1.12	22.60	3.40
2402	Río Bravo 2	3595.13	20.22	18.35	-1.88	20.36	0.13	22.69	2.46
<b>Total RH24 Alto Bravo</b>		<b>6920.24</b>	<b>19.73</b>	<b>18.31</b>	<b>-1.42</b>	<b>20.34</b>	<b>0.60</b>	<b>22.64</b>	<b>2.91</b>
2403	Río Florido 1	1467.99	14.49	16.45	1.96	18.20	3.71	20.40	5.91
2404	Río Florido 2	1279.35	17.50	18.34	0.84	20.10	2.60	22.23	4.74
2405	Río Florido 3	4992.29	18.60	19.06	0.47	20.83	2.24	23.02	4.42
2406	Río Parral	1625.46	18.33	18.85	0.51	20.62	2.29	22.82	4.49
2407	Río Balleza	1188.09	11.29	13.74	2.45	15.46	4.17	17.66	6.37
2408	Río Conchos 1	19626.52	14.17	16.59	2.42	18.35	4.18	20.59	6.42
2409	Río Conchos 2	10855.15	19.24	19.74	0.49	21.55	2.31	23.82	4.58
2410	Río Conchos 3	6565.97	17.76	19.16	1.39	21.04	3.28	23.39	5.63
2411	Río Conchos 4	8726.44	20.02	19.88	-0.14	21.80	1.78	24.16	4.14
2412	Río San Pedro	10650.94	17.23	17.34	0.10	19.16	1.93	21.45	4.21
2413	Río Chuviscar	419.54	17.20	16.82	-0.38	18.69	1.49	20.98	3.78
2418	Arroyo de las Vacas	868.37	21.68	22.31	0.63	24.15	2.47	26.27	4.59

Tabla 29. (Continuación).

Clave	Nombre de la cuenca	Área (km2)	ACTUAL	RCP8.5					
			1981-2010	2015-2039		2045-2069		2075-2099	
			Temp. Media (°C)	Temp. Media (°C)	Δ (°C)	Temp. Media (°C)	Δ (°C)	Temp. Media (°C)	Δ (°C)
2419	Río San Diego	2127.59	22.41	22.27	-0.14	24.11	1.70	26.22	3.81
2421	Río San Rodrigo	1907.01	22.52	22.37	-0.15	24.21	1.69	26.31	3.79
2423	Río Escondido	2870.90	22.08	22.58	0.50	24.42	2.34	26.51	4.43
2426	Río Sabinas	17059.47	20.87	20.71	-0.16	22.57	1.70	24.76	3.89
2427	Río Nadadores	21596.50	20.04	21.00	0.96	22.87	2.82	25.05	5.01
2428	Río Salado	22927.06	22.29	23.07	0.79	24.93	2.65	27.04	4.75
<b>Total RH24 Seis Tributarios</b>		<b>136754.65</b>	<b>19.17</b>	<b>19.97</b>	<b>0.80</b>	<b>21.80</b>	<b>2.63</b>	<b>24.01</b>	<b>4.84</b>
2414	Río Bravo 3	12199.12	21.47	20.27	-1.20	22.19	0.72	24.46	2.99
2415	Río Bravo 4	29340.35	21.26	20.68	-0.58	22.58	1.32	24.78	3.52
2416	Río Bravo 5	6472.99	21.69	21.68	-0.02	23.54	1.85	25.68	3.98
2417	Río Bravo 6	220.04	21.60	22.38	0.78	24.23	2.63	26.32	4.72
2420	Río Bravo 7	363.51	21.83	22.35	0.52	24.18	2.35	26.27	4.44
2422	Río Bravo 8	1201.29	22.84	22.70	-0.14	24.53	1.69	26.60	3.76
2424	Río Bravo 9	3045.20	22.26	22.87	0.61	24.71	2.45	26.80	4.54
2425	Río Bravo 10	4015.13	22.53	23.34	0.81	25.18	2.65	27.27	4.74
2429	Río Bravo 11	4174.53	23.04	24.20	1.16	26.05	3.01	28.10	5.06
<b>Total RH24 Medio Bravo</b>		<b>61032.16</b>	<b>21.64</b>	<b>21.29</b>	<b>-0.35</b>	<b>23.17</b>	<b>1.53</b>	<b>25.36</b>	<b>3.72</b>
3401	Río Casas Grandes 1	5239.05	15.74	14.47	-1.27	16.41	0.68	18.76	3.02
3402	Río Casas Grandes 2	13061.71	17.78	17.81	0.03	19.80	2.02	22.14	4.35
3403	Hacienda San Francisco-Juguete-Madero-Palomas	5345.80	17.68	18.17	0.49	20.16	2.48	22.47	4.80
3404	Laguna de Babicora	1921.38	13.18	12.89	-0.29	14.78	1.60	17.12	3.94
3405	Río Santa María 1	3870.44	15.72	14.64	-1.08	16.52	0.80	18.81	3.09
3406	Río Santa María 2	5638.36	16.90	17.76	0.86	19.74	2.84	22.05	5.16
3407	Laguna El Sabinal	1885.57	17.01	18.44	1.43	20.45	3.45	22.77	5.76
3408	Desierto de Samalayuca	8358.66	17.82	19.07	1.25	21.10	3.28	23.39	5.57
3409	Laguna La Vieja	1837.88	16.90	18.49	1.60	20.46	3.57	22.75	5.86
3410	Río del Carmen 1	4568.98	15.89	15.15	-0.74	17.06	1.17	19.34	3.45
3411	Río del Carmen 2	8749.72	16.91	18.07	1.16	20.07	3.16	22.37	5.46
3412	Rancho El Cuarenta	1023.08	18.47	17.35	-1.12	19.40	0.93	21.71	3.24
3413	Arroyo Roma	1782.83	19.18	18.22	-0.96	20.27	1.09	22.55	3.37
3414	Félix U. Gómez	2893.27	18.73	17.41	-1.32	19.43	0.71	21.76	3.03
3415	Arroyo El Carrizo	3708.85	19.07	18.07	-0.99	20.07	1.00	22.42	3.35
3416	Arroyo El Burro	4402.82	18.64	18.20	-0.44	20.18	1.54	22.54	3.90
3417	Laguna de Tarabillas	1863.44	16.90	17.49	0.59	19.47	2.57	21.86	4.96
3418	Laguna El Cuervo	6233.89	17.14	18.56	1.42	20.49	3.34	22.86	5.72
3419	Laguna de Encinillas	2883.30	15.76	16.32	0.57	18.23	2.48	20.59	4.83
3420	Rancho Hormigas-El Diablo	196.54	14.80	17.30	2.50	19.21	4.41	21.58	6.78
3421	Laguna de Bustillos	3227.26	13.94	14.90	0.96	16.75	2.81	19.07	5.14
3422	Laguna Los Mexicanos	767.62	13.30	14.56	1.26	16.38	3.08	18.69	5.39
<b>Total RH34</b>		<b>89460.44</b>	<b>17.05</b>	<b>17.31</b>	<b>0.26</b>	<b>19.28</b>	<b>2.23</b>	<b>21.60</b>	<b>4.55</b>
3502	Laguna del Rey	16050.43	19.13	20.24	1.11	22.08	2.96	24.28	5.15
3504	Polvorillos- Arroyo El Márquez	12355.61	19.36	19.50	0.15	21.38	2.02	23.65	4.29
3505	El Llano-Laguna del Milagro	10342.00	18.72	19.33	0.62	21.16	2.44	23.43	4.71
3506	Arroyo La India-Laguna Palomas	10978.94	18.28	19.79	1.50	21.57	3.29	23.74	5.45
<b>Total RH35</b>		<b>49726.98</b>	<b>18.91</b>	<b>19.77</b>	<b>0.86</b>	<b>21.60</b>	<b>2.69</b>	<b>23.82</b>	<b>4.91</b>



A

B

C

Figura 28. Distribución espacial de la temperatura en la zona de estudio bajo el escenario RCP 8.5 para los horizontes: A) 2015-2039, B) 2045-2069 y C) 2075-2099.

La magnitud de los incrementos de temperatura proyectados para el escenario RCP 8.5 (emisiones altas) varía considerablemente de un plazo a otro, siendo mucho mayor para el futuro lejano, a continuación, se describen para cada región hidrológica:

- Para la RH09 el cambio promedio de temperatura media puede ser desde  $+0.02^{\circ}\text{C}$  para un futuro cercano,  $+1.84^{\circ}\text{C}$  para el futuro medio y hasta de  $+4.18^{\circ}\text{C}$  considerando el futuro lejano. Se espera que el mayor incremento se de en la cuenca 910 “Río Yaqui 3” siendo de hasta  $+5.07^{\circ}\text{C}$  para un futuro lejano.
- Para la RH10 el cambio promedio de temperatura media puede ser desde  $-0.12^{\circ}\text{C}$  para un futuro cercano,  $+1.57^{\circ}\text{C}$  para el futuro medio y hasta de  $+3.64^{\circ}\text{C}$  considerando el futuro lejano. Se espera que el mayor incremento se de en la cuenca 1008 “Río Sinaloa 1” siendo de hasta  $+5.73^{\circ}\text{C}$  para un futuro lejano.
- Para la subregión RH24 Alto Bravo el cambio promedio de temperatura media puede ser desde  $-1.42^{\circ}\text{C}$  para un futuro cercano,  $+0.60^{\circ}\text{C}$  para el futuro medio y  $+2.91^{\circ}\text{C}$  considerando el futuro lejano. Se espera que el mayor incremento se de en la cuenca 2401 “Río Bravo 1” siendo de  $+3.40^{\circ}\text{C}$  para un futuro lejano.
- Para la subregión RH24 Seis Tributarios el cambio promedio de temperatura media puede ser desde  $+0.80^{\circ}\text{C}$  para un futuro cercano,  $+2.63^{\circ}\text{C}$  para el futuro medio y hasta de  $+4.84^{\circ}\text{C}$  considerando el futuro lejano. Se espera que el mayor incremento se de en la cuenca 2408 “Río Conchos 1” siendo de hasta  $+6.42^{\circ}\text{C}$  para un futuro lejano.
- Para la subregión RH24 Medio Bravo el cambio promedio de temperatura media puede ser desde  $-0.35^{\circ}\text{C}$  para un futuro cercano,  $+1.53^{\circ}\text{C}$  para el futuro medio y de hasta  $+3.72^{\circ}\text{C}$  considerando el futuro lejano. Se espera que el mayor incremento se de en la cuenca 2429 “Río Bravo 11” siendo de hasta  $+5.06^{\circ}\text{C}$  para un futuro lejano.
- Para la RH34 el cambio promedio de temperatura media puede ser desde  $+0.26^{\circ}\text{C}$  para un futuro cercano,  $+2.23^{\circ}\text{C}$  para el futuro medio y de hasta  $+4.55^{\circ}\text{C}$  considerando el futuro lejano. Se espera que el mayor incremento se de en la cuenca 3420 “Rancho Hormigas-El Diablo” siendo de hasta  $+6.78^{\circ}\text{C}$  para un futuro lejano.
- Para la RH35 el cambio promedio de temperatura media puede ser desde  $+0.86^{\circ}\text{C}$  para un futuro cercano,  $+2.69^{\circ}\text{C}$  para el futuro medio y hasta de  $+4.61^{\circ}\text{C}$  considerando el futuro lejano. Se espera que el mayor incremento se de en la cuenca 3506 “Arroyo La India-Laguna Palomas” siendo de hasta  $+5.45^{\circ}\text{C}$  para un futuro lejano.

De acuerdo con las proyecciones de temperatura de los escenarios de cambio climático, se espera que el mayor incremento de temperatura promedio se presente en la RH35, mientras que el menor incremento de temperatura promedio será para la subregión RH24 Alto Bravo, incluso teniendo una disminución de temperatura en el futuro cercano.

La diferencia entre los incrementos de temperatura entre el escenario de emisiones bajas y el escenario de emisiones altas son más notables a partir del futuro medio. Por ejemplo, para el futuro cercano, bajo el escenario RCP 4.5 se observa un incremento de 0.36 °C en promedio, mientras que para el escenario RCP 8.5 se observa un incremento promedio de 0.28 °C; para el futuro medio, bajo el escenario RCP 4.5 se observa un incremento de 1.25 °C, mientras que para el escenario RCP 8.5 se proyecta un incremento de 2.12 °C, siendo más notable la diferencia entre un escenario y otro; por último para el futuro lejano se vuelve evidente la diferencia entre el incremento de temperatura promedio entre ambos escenarios, ya que, para el RCP 4.5 se proyecta un incremento de 1.75 °C, mientras que para el escenario RCP 8.5 se observa un incremento promedio de 4.36 °C, siendo este último el escenario más crítico.

Finalmente, en la Tabla 30 y Tabla 31 se muestran las proyecciones de temperatura media y mínima de manera puntual en los sitios donde se ubican los embalses para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 respectivamente, siendo estas de gran importancia, ya que, de estas es función la evaporación en los cuerpos de agua.

Tabla 30. Valores normales de temperatura media y mínima por embalse y sus variaciones bajo el escenario RCP 4.5.

Clave	Cuenca	Embalse(s)	ACTUAL		RCP 4.5											
			1981-2010		2015-2039				2045-2069				2075-2099			
			Temp. Media (°C)	Temp. Min (°C)	Temp. Media (°C)	Δ (°C)	Temp. Min (°C)	Δ (°C)	Temp. Media (°C)	Δ (°C)	Temp. Min (°C)	Δ (°C)	Temp. Media (°C)	Δ (°C)	Temp. Min (°C)	Δ (°C)
907	Río Bavispe	Presa Angostura	21.00	13.60	22.89	1.89	14.40	0.80	24.01	3.01	15.30	1.70	24.65	3.65	15.85	2.25
908	Río Yaqui 1	Presa P. Elías Calles	25.50	16.50	26.23	0.73	16.97	0.47	27.15	1.65	17.88	1.38	27.72	2.22	18.32	1.82
909	Río Yaqui 2	Presa Álvaro Obregón	26.10	18.70	26.54	0.44	17.88	-0.82	27.29	1.19	18.78	0.08	27.81	1.71	19.17	0.47
915	Río Mayo 2	Presa A. Ruiz Cortines	24.80	17.80	26.60	1.80	17.88	0.08	27.50	2.70	18.79	0.99	28.00	3.20	19.23	1.43
1001	Río Fuerte 1	Presa L. Donaldo Colosio	25.60	15.90	26.50	0.90	17.46	1.56	27.41	1.81	18.36	2.46	27.89	2.29	18.83	2.93
1004	Río Fuerte 2	Presa Miguel Hidalgo,	25.20	16.40	25.81	0.61	16.61	0.21	26.69	1.49	17.50	1.10	27.16	1.96	17.94	1.54
		Presa J. O. de Domínguez														
1005	Río Humaya	Presa Adolfo López Mateos	26.10	18.80	26.39	0.29	18.65	-0.15	27.42	1.32	19.54	0.74	27.86	1.76	19.96	1.16
1006	Río Tamazula	Presa Sanalona	24.90	16.00	26.18	1.28	17.84	1.84	26.99	2.09	18.69	2.69	27.42	2.52	19.08	3.08
1008	Río Sinaloa 1	Presa Gustavo Diaz Ordaz	24.70	16.40	25.81	1.11	16.86	0.46	26.72	2.02	17.75	1.35	27.16	2.46	18.17	1.77
1009	Arroyo Ocoroni	Presa Guillermo Blake A.	24.20	13.50	25.85	1.65	16.70	3.20	26.72	2.52	17.60	4.10	27.19	2.99	18.07	4.57
2403	Río Florido 1	Presa F. Mexicano	20.30	10.50	18.86	-1.44	9.31	-1.19	19.87	-0.43	10.21	-0.29	20.32	0.02	10.64	0.14
2405	Río Florido 3	Presa Pico del Águila	19.40	8.90	19.46	0.06	9.78	0.88	20.43	1.03	10.69	1.79	20.88	1.48	11.04	2.14
2408	Río Conchos 1	Presa La Boquilla	19.80	11.70	20.32	0.52	12.12	0.42	21.47	1.67	13.02	1.32	21.91	2.11	13.37	1.67
2410	Río Conchos 3	Presa Luis L. León	20.40	11.90	20.94	0.54	11.99	0.09	21.80	1.40	12.90	1.00	22.31	1.91	13.36	1.46
2412	Río San Pedro	Presa Francisco I. Madero	19.80	12.30	20.61	0.81	12.43	0.13	21.47	1.67	13.31	1.01	21.95	2.15	13.76	1.46
2413	Río Chuvíscar	Presa Chihuahua	17.20	9.30	19.16	1.96	10.94	1.64	20.10	2.90	11.80	2.50	20.60	3.40	12.29	2.99
2419	Río San Diego	Presa San Miguel	22.50	14.80	22.83	0.33	16.02	1.22	23.82	1.32	16.94	2.14	24.23	1.73	17.16	2.36
2421	Río San Rodrigo	Presa La Fragua	22.50	14.80	22.51	0.01	14.92	0.12	23.29	0.79	15.81	1.01	23.71	1.21	16.05	1.25
2428	Río Salado	Presa V. Carranza	22.20	15.10	22.99	0.79	15.82	0.72	23.86	1.66	16.72	1.62	24.27	2.07	16.97	1.87
2416	Río Bravo 5	Presa Amistad	21.60	12.90	23.52	1.92	15.85	2.95	24.42	2.82	16.77	3.87	24.83	3.23	17.04	4.14
2429	Río Bravo 11	Presa Falcon	23.00	15.70	24.31	1.31	17.69	1.99	25.28	2.28	18.62	2.92	25.68	2.68	18.84	3.14
3405	Río Santa María 1	Presa El Tintero	17.28	8.12	17.04	-0.24	7.66	-0.46	17.98	0.70	8.50	0.38	18.56	1.28	9.05	0.93
3410	Río del Carmen 1	Presa Las Lajas	16.90	8.70	18.79	1.89	10.06	1.36	19.93	3.03	10.93	2.23	20.52	3.62	11.47	2.77

Tabla 31. Valores normales de temperatura media y mínima por embalse y sus variaciones bajo el escenario RCP 8.5.

Clave	Cuenca	Embalse(s)	ACTUAL		RCP 8.5											
			1981-2010		2015-2039				2045-2069				2075-2099			
			Temp. Media (°C)	Temp. Min (°C)	Temp. Media (°C)	Δ (°C)	Temp. Min (°C)	Δ (°C)	Temp. Media (°C)	Δ (°C)	Temp. Min (°C)	Δ (°C)	Temp. Media (°C)	Δ (°C)	Temp. Min (°C)	Δ (°C)
907	Río Bavispe	Presa Angostura	21.00	13.60	23.03	2.03	14.56	0.96	24.96	3.96	16.25	2.65	27.12	6.12	18.38	4.78
908	Río Yaqui 1	Presa P. Elías Calles	25.50	16.50	26.23	0.73	17.12	0.62	28.02	2.52	18.72	2.22	30.26	4.76	20.95	4.45
909	Río Yaqui 2	Presa Álvaro Obregón	26.10	18.70	26.39	0.29	17.97	-0.73	28.09	1.99	19.53	0.83	30.35	4.25	21.74	3.04
915	Río Mayo 2	Presa A. Ruiz Cortines	24.80	17.80	26.61	1.81	17.98	0.18	28.30	3.50	19.54	1.74	30.34	5.54	21.67	3.87
1001	Río Fuerte 1	Presa L. Donaldo Colosio	25.60	15.90	26.52	0.92	17.58	1.68	28.25	2.65	19.14	3.24	30.30	4.70	21.17	5.27
1004	Río Fuerte 2	Presa Miguel Hidalgo,	25.20	16.40	25.81	0.61	16.70	0.30	27.49	2.29	18.25	1.85	29.48	4.28	20.32	3.92
		Presa J. O. de Domínguez														
1005	Río Humaya	Presa Adolfo López Mateos	26.10	18.80	26.55	0.45	18.76	-0.04	28.16	2.06	20.22	1.42	29.96	3.86	22.13	3.33
1006	Río Tamazula	Presa Sanalona	24.90	16.00	26.15	1.25	17.92	1.92	27.71	2.81	19.37	3.37	29.59	4.69	21.25	5.25
1008	Río Sinaloa 1	Presa Gustavo Diaz Ordaz	24.70	16.40	25.85	1.15	16.96	0.56	27.49	2.79	18.44	2.04	29.41	4.71	20.43	4.03
1009	Arroyo Ocoroni	Presa Guillermo Blake A.	24.20	13.50	25.84	1.64	16.80	3.30	27.52	3.32	18.35	4.85	29.53	5.33	20.43	6.93
2403	Río Florido 1	Presa F. Mexicano	20.30	10.50	18.95	-1.35	9.48	-1.02	20.70	0.40	10.97	0.47	22.77	2.47	12.87	2.37
2405	Río Florido 3	Presa Pico del Águila	19.40	8.90	19.50	0.10	9.97	1.07	21.27	1.87	11.46	2.56	23.44	4.04	13.36	4.46
2408	Río Conchos 1	Presa La Boquilla	19.80	11.70	20.53	0.73	12.30	0.60	22.33	2.53	13.81	2.11	24.37	4.57	15.81	4.11
2410	Río Conchos 3	Presa Luis L. León	20.40	11.90	20.84	0.44	12.15	0.25	22.72	2.32	13.77	1.87	25.08	4.68	15.85	3.95
2412	Río San Pedro	Presa Francisco I. Madero	19.80	12.30	20.52	0.72	12.59	0.29	22.37	2.57	14.14	1.84	24.69	4.89	16.16	3.86
2413	Río Chuvíscar	Presa Chihuahua	17.20	9.30	19.15	1.95	11.09	1.79	21.02	3.82	12.63	3.33	23.28	6.08	14.69	5.39
2419	Río San Diego	Presa San Miguel	22.50	14.80	22.80	0.30	16.13	1.33	24.65	2.15	17.75	2.95	26.61	4.11	19.72	4.92
2421	Río San Rodrigo	Presa La Fragua	22.50	14.80	22.29	-0.21	15.02	0.22	24.13	1.63	16.64	1.84	26.26	3.76	18.61	3.81
2428	Río Salado	Presa V. Carranza	22.20	15.10	22.85	0.65	15.93	0.83	24.68	2.48	17.55	2.45	26.76	4.56	19.56	4.46
2416	Río Bravo 5	Presa Amistad	21.60	12.90	23.36	1.76	15.95	3.05	25.22	3.62	17.59	4.69	27.38	5.78	19.65	6.75
2429	Río Bravo 11	Presa Falcon	23.00	15.70	24.19	1.19	17.78	2.08	26.04	3.04	19.42	3.72	28.03	5.03	21.55	5.85
3405	Río Santa María 1	Presa El Tintero	17.28	8.12	17.01	-0.27	7.79	-0.33	18.95	1.67	9.41	1.29	21.23	3.95	11.53	3.41
3410	Río del Carmen 1	Presa Las Lajas	16.90	8.70	18.96	2.06	10.20	1.50	20.90	4.00	11.84	3.14	22.99	6.09	13.96	5.26

### 6.3.2 Escenarios de precipitación media anual por cuenca hidrológica.

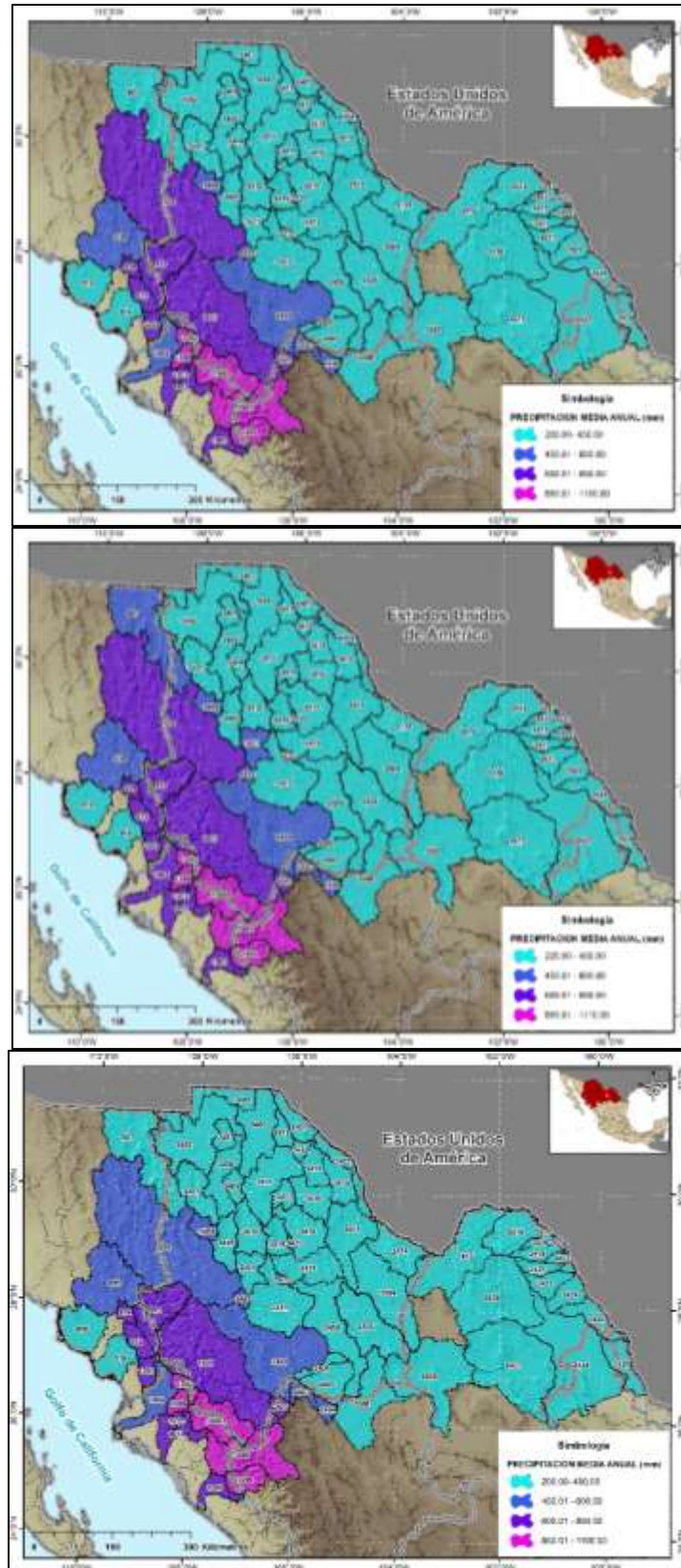
En la Tabla 32 se muestran los valores de precipitación y sus incrementos por cuenca hidrológica bajo el escenario RCP 4.5 y en la Figura 29 se muestra la distribución espacial de la precipitación considerando los 3 diferentes horizontes bajo este escenario.

Tabla 32. Valores normales de precipitación por cuenca hidrológica y sus variaciones bajo el escenario RCP 4.5.

Clave	Nombre de la cuenca	Área (km2)	ACTUAL	RCP 4.5						
			1981-2010	2015-2039			2045-2069		2075-2099	
			Precip. (mm/año)	Precip. (mm/año)	Δ (%)	Precip. (mm/año)	Δ (%)	Precip. (mm/año)	Δ (%)	
907	Río Bavispe	14566.88	421.21	447.49	6.24%	452.29	7.38%	427.85	1.58%	
908	Río Yaqui 1	39928.81	531.79	621.28	16.83%	627.31	17.96%	595.18	11.92%	
909	Río Yaqui 2	11744.85	562.37	592.69	5.39%	596.54	6.08%	569.99	1.36%	
910	Río Yaqui 3	6278.69	324.95	320.22	-1.45%	320.92	-1.24%	303.06	-6.74%	
913	Río Mayo 1	7658.26	570.24	826.10	44.87%	835.66	46.54%	800.53	40.38%	
914	Arroyo Quiriego	1074.87	761.13	731.35	-3.91%	738.34	-2.99%	710.29	-6.68%	
915	Río Mayo 2	2238.02	652.09	677.71	3.93%	688.49	5.58%	662.73	1.63%	
916	Río Mayo 3	4634.69	448.76	406.62	-9.39%	414.85	-7.56%	398.69	-11.16%	
<b>Total RH09</b>		<b>88125.07</b>	<b>507.67</b>	<b>576.58</b>	<b>12.73%</b>	<b>582.29</b>	<b>13.83%</b>	<b>553.98</b>	<b>8.25%</b>	
1001	Río Fuerte 1	26033.14	729.61	839.65	15.08%	848.89	16.35%	818.35	12.16%	
1002	Río Choix	1487.26	818.64	888.44	8.53%	902.12	10.20%	875.53	6.95%	
1003	Arroyo Álamos	1777.68	648.35	648.78	0.07%	662.81	2.23%	642.72	-0.87%	
1004	Río Fuerte 2	5430.81	595.29	591.47	-0.64%	606.93	1.96%	593.70	-0.27%	
1005	Río Humaya	10899.15	985.92	975.77	-1.03%	986.72	0.08%	955.59	-3.08%	
1006	Río Tamazula	3275.23	1032.89	1090.63	5.59%	1103.09	6.80%	1077.05	4.27%	
1007	Río Culiacán	2596.83	776.59	676.98	-12.83%	687.13	-11.52%	674.97	-13.09%	
1008	Río Sinaloa 1	7366.63	957.94	998.49	4.23%	1010.71	5.51%	979.46	2.25%	
1009	Arroyo Ocoroni	1419.64	835.83	885.39	5.93%	901.14	7.81%	878.46	5.10%	
1010	Arroyo Cabrera	627.02	770.41	768.06	-0.30%	782.96	1.63%	768.77	-0.21%	
1011	Río Sinaloa 2	3738.81	680.36	671.19	-1.35%	683.75	0.50%	674.01	-0.93%	
<b>Total RH10</b>		<b>64652.18</b>	<b>804.49</b>	<b>852.47</b>	<b>6.34%</b>	<b>863.69</b>	<b>7.78%</b>	<b>837.30</b>	<b>4.50%</b>	
2401	Río Bravo 1	3325.11	253.60	224.45	-11.50%	248.21	-2.12%	221.77	-12.55%	
2402	Río Bravo 2	3595.13	221.03	257.85	16.66%	278.67	26.08%	254.32	15.06%	
<b>Total RH24 Alto Bravo</b>		<b>6920.24</b>	<b>236.68</b>	<b>241.80</b>	<b>3.13%</b>	<b>264.03</b>	<b>12.53%</b>	<b>238.68</b>	<b>1.79%</b>	
2403	Río Florido 1	1467.99	477.45	543.68	13.87%	551.38	15.48%	533.65	11.77%	
2404	Río Florido 2	1279.35	482.47	472.45	-2.08%	480.41	-0.43%	463.71	-3.89%	
2405	Río Florido 3	4992.29	439.04	417.28	-4.96%	429.48	-2.18%	414.65	-5.56%	
2406	Río Parral	1625.46	443.16	417.25	-5.85%	430.55	-2.84%	416.97	-5.91%	
2407	Río Balleza	1188.09	641.10	710.60	10.84%	714.84	11.50%	690.31	7.68%	
2408	Río Conchos 1	19626.52	543.89	535.73	-1.50%	544.74	0.16%	526.25	-3.24%	
2409	Río Conchos 2	10855.15	330.65	315.68	-4.53%	334.91	1.29%	321.27	-2.84%	
2410	Río Conchos 3	6565.97	325.29	350.80	7.84%	376.24	15.66%	360.35	10.78%	
2411	Río Conchos 4	8726.44	237.09	279.92	18.06%	303.31	27.93%	283.55	19.60%	
2412	Río San Pedro	10650.94	389.37	426.93	9.65%	442.75	13.71%	429.99	10.43%	
2413	Río Chuvíscar	419.54	406.30	449.33	10.59%	471.17	15.97%	458.11	12.75%	
2418	Arroyo de las Vacas	868.37	509.70	380.88	-25.27%	398.75	-21.77%	394.77	-22.55%	
2419	Río San Diego	2127.59	592.30	382.83	-35.36%	398.98	-32.64%	398.47	-32.72%	
2421	Río San Rodrigo	1907.01	598.10	378.85	-36.66%	391.83	-34.49%	398.00	-33.46%	
2423	Río Escondido	2870.90	478.98	387.53	-19.09%	399.34	-16.63%	405.67	-15.31%	
2426	Río Sabinas	17059.47	436.26	331.12	-24.10%	342.65	-21.46%	344.38	-21.06%	
2427	Río Nadadores	21596.50	372.50	280.10	-24.81%	281.38	-24.46%	287.07	-22.93%	
2428	Río Salado	22927.06	442.12	333.92	-24.47%	335.77	-24.05%	340.64	-22.95%	
<b>Total RH24 Seis Tributarios</b>		<b>136754.65</b>	<b>421.34</b>	<b>371.21</b>	<b>-10.94%</b>	<b>381.59</b>	<b>-8.12%</b>	<b>375.65</b>	<b>-9.72%</b>	

Tabla 32. (Continuación).

Clave	Nombre de la cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	ACTUAL	RCP4.5					
			1981-2010	2015-2039		2045-2069		2075-2099	
			Precip. (mm/año)	Precip. (mm/año)	Δ (%)	Precip. (mm/año)	Δ (%)	Precip. (mm/año)	Δ (%)
2414	Río Bravo 3	12199.12	235.97	270.81	14.77%	289.89	22.85%	270.75	14.74%
2415	Río Bravo 4	29340.35	262.26	242.34	-7.60%	261.50	-0.29%	250.06	-4.65%
2416	Río Bravo 5	6472.99	472.10	279.76	-40.74%	297.48	-36.99%	291.60	-38.23%
2417	Río Bravo 6	220.04	500.40	370.22	-26.02%	387.02	-22.66%	383.74	-23.31%
2420	Río Bravo 7	363.51	526.07	456.95	-13.14%	479.26	-8.90%	469.09	-10.83%
2422	Río Bravo 8	1201.29	554.32	430.82	-22.28%	448.73	-19.05%	447.19	-19.33%
2424	Río Bravo 9	3045.20	470.54	401.20	-14.74%	413.59	-12.10%	416.71	-11.44%
2425	Río Bravo 10	4015.13	455.29	383.35	-15.80%	392.01	-13.90%	393.36	-13.60%
2429	Río Bravo 11	4174.53	517.07	377.09	-27.07%	381.52	-26.21%	377.02	-27.08%
<b>Total RH24 Medio Bravo</b>		<b>61032.16</b>	<b>327.96</b>	<b>283.87</b>	<b>-9.26%</b>	<b>300.81</b>	<b>-3.32%</b>	<b>290.69</b>	<b>-7.19%</b>
3401	Río Casas Grandes 1	5239.05	366.17	429.93	17.41%	441.45	20.56%	414.62	13.23%
3402	Río Casas Grandes 2	13061.71	274.07	308.59	12.59%	321.63	17.35%	298.57	8.94%
3403	Hacienda San Francisco-Juguete-Madero-Palomas	5345.80	229.10	255.00	11.30%	269.57	17.67%	248.68	8.55%
3404	Laguna de Babicora	1921.38	476.88	579.17	21.45%	592.50	24.25%	560.31	17.49%
3405	Río Santa María 1	3870.44	366.48	430.86	17.57%	446.03	21.71%	422.76	15.36%
3406	Río Santa María 2	5638.36	308.19	287.15	-6.83%	303.91	-1.39%	280.95	-8.84%
3407	Laguna El Sabinal	1885.57	272.99	249.21	-8.71%	266.74	-2.29%	244.28	-10.52%
3408	Desierto de Samalayuca	8358.66	270.02	204.37	-24.31%	225.40	-16.52%	200.51	-25.74%
3409	Laguna La Vieja	1837.88	291.89	264.54	-9.37%	282.70	-3.15%	259.72	-11.02%
3410	Río del Carmen 1	4568.98	346.65	417.34	20.39%	435.73	25.70%	414.68	19.62%
3411	Río del Carmen 2	8749.72	290.68	261.28	-10.12%	283.58	-2.44%	260.55	-10.36%
3412	Rancho El Cuarenta	1023.08	265.45	237.69	-10.46%	263.72	-0.65%	238.16	-10.28%
3413	Arroyo Roma	1782.83	253.90	229.31	-9.68%	254.70	0.32%	228.15	-10.14%
3414	Félix U. Gómez	2893.27	213.99	232.34	8.57%	255.37	19.33%	231.06	7.97%
3415	Arroyo El Carrizo	3708.85	193.37	252.32	30.49%	273.05	41.21%	250.32	29.45%
3416	Arroyo El Burro	4402.82	209.35	247.59	18.26%	270.91	29.40%	249.70	19.27%
3417	Laguna de Tarabillas	1863.44	290.90	295.18	1.47%	319.76	9.92%	297.81	2.38%
3418	Laguna El Cuervo	6233.89	260.24	293.41	12.74%	318.68	22.46%	299.84	15.22%
3419	Laguna de Encinillas	2883.30	315.32	411.56	30.52%	435.34	38.06%	416.25	32.01%
3420	Rancho Hormigas-El Diablo	196.54	298.00	350.37	17.57%	375.45	25.99%	358.27	20.23%
3421	Laguna de Bustillos	3227.26	391.48	443.51	13.29%	457.31	16.81%	440.22	12.45%
3422	Laguna Los Mexicanos	767.62	344.77	480.52	39.37%	490.47	42.26%	471.14	36.65%
<b>Total RH34</b>		<b>89460.44</b>	<b>289.21</b>	<b>309.50</b>	<b>6.61%</b>	<b>328.01</b>	<b>13.39%</b>	<b>305.28</b>	<b>5.27%</b>
3502	Laguna del Rey	16050.43	297.94	247.76	-16.84%	258.92	-13.10%	249.43	-16.28%
3504	Polvorillos- Arroyo El Márquez	12355.61	276.98	269.82	-2.59%	288.08	4.01%	272.73	-1.53%
3505	El Llano-Laguna del Milagro	10342.00	334.57	299.07	-10.61%	317.00	-5.25%	304.32	-9.04%
3506	Arroyo La India-Laguna Palomas	10978.94	346.52	322.59	-6.91%	333.35	-3.80%	319.42	-7.82%
<b>Total RH35</b>		<b>49726.98</b>	<b>311.07</b>	<b>280.43</b>	<b>-9.81%</b>	<b>294.68</b>	<b>-5.16%</b>	<b>282.09</b>	<b>-9.24%</b>



A

B

C

Figura 29. Distribución espacial de la precipitación en la zona de estudio bajo el escenario RCP 4.5 para los horizontes: A) 2015-2039, B) 2045-2069 y C) 2075-2099.

Existe una gran variación entre regiones hidrológicas en las proyecciones de precipitación para el escenario RCP 4.5 (emisiones bajas), a continuación, se describen para cada región hidrológica:

- Para la RH09 el cambio promedio de precipitación media puede ser desde +12.73% para un futuro cercano, +13.83% para el futuro medio y de +8.25% considerando el futuro lejano. De manera general se espera un incremento en la precipitación en esta región siendo mayor para el futuro cercano a comparación del futuro lejano, sin embargo, dentro de la región también existen variaciones, ya que, en la cuenca 913 “Río Mayo 1” se esperan cambios de hasta +44.87% para el futuro cercano, mientras que en la cuenca 916 “Río Mayo 3” podría haber cambios en la precipitación de -11.16% para el futuro lejano.
- Para la RH10 el cambio promedio de precipitación media puede ser desde +6.34% para un futuro cercano, +7.78% para el futuro medio y de +4.50% considerando el futuro lejano. De manera general se espera un incremento en la precipitación en esta región siendo mayor para el futuro medio a comparación del futuro cercano y futuro lejano, sin embargo, dentro de la región también existen variaciones, ya que, en la cuenca 1001 “Río Fuerte 1” se esperan cambios de hasta +16.35% para el futuro medio, mientras que en la cuenca 1007 “Río Culiacán” podría haber cambios en la precipitación de -13.09% para el futuro lejano.
- Para la subregión RH24 Alto Bravo el cambio promedio de precipitación media puede ser desde +3.13% para un futuro cercano, +12.53% para el futuro medio y de +1.79% considerando el futuro lejano. De manera general se espera un incremento en la precipitación en esta subregión siendo mayor para el futuro medio a comparación del futuro cercano y futuro lejano, sin embargo, dentro de la subregión también existen variaciones, ya que, en la cuenca 2402 “Río Bravo 2” se esperan cambios de hasta +26.08% para el futuro medio, mientras que en la cuenca 2401 “Río Bravo 1” podría haber cambios en la precipitación de -12.55% para el futuro lejano.
- Para la subregión RH24 Seis Tributarios el cambio promedio de precipitación media puede ser desde -10.94% para un futuro cercano, -8.12% para el futuro medio y de -9.72% considerando el futuro lejano. De manera general se espera una disminución en la precipitación en esta subregión siendo mayor para el futuro cercano a comparación del futuro medio y futuro lejano, sin embargo, dentro de la subregión también existen variaciones, ya que, en la cuenca 2421 “Río San Rodrigo” se esperan cambios de hasta -

36.66% para el futuro cercano, mientras que en la cuenca 2411 “Río Conchos 4” podría haber cambios en la precipitación de +27.93% para el futuro medio.

- Para la subregión RH24 Medio Bravo el cambio promedio de precipitación media puede ser desde -9.26% para un futuro cercano, -3.32% para el futuro medio y de -7.19% considerando el futuro lejano. De manera general se espera una disminución en la precipitación en esta subregión siendo mayor para el futuro cercano a comparación del futuro medio y futuro lejano, sin embargo, dentro de la subregión también existen variaciones, ya que, en la cuenca 2416 “Río Bravo 5” se esperan cambios de hasta -40.74% para el futuro cercano, mientras que en la cuenca 2414 “Río Bravo 3” podría haber cambios en la precipitación de +22.85% para el futuro medio.
- Para la RH34 el cambio promedio de precipitación media puede ser desde +6.61% para un futuro cercano, +13.39% para el futuro medio y de +5.27% considerando el futuro lejano. De manera general se espera un aumento en la precipitación en esta región, siendo mayor para el futuro medio a comparación del futuro cercano y futuro lejano, sin embargo, dentro de la región también existen variaciones, ya que, en la cuenca 3408 “Desierto de Samalayuca” se esperan cambios de hasta -25.74% para el futuro lejano, mientras que en la cuenca 3422 “Laguna Los Mexicanos” podría haber cambios en la precipitación de +42.26% para el futuro medio.
- Para la RH35 el cambio promedio de precipitación media puede ser desde -9.81% para un futuro cercano, -5.16% para el futuro medio y de -9.24% considerando el futuro lejano. De manera general se espera una disminución en la precipitación en esta región, siendo mayor para el futuro cercano a comparación del futuro medio y futuro lejano, sin embargo, dentro de la región también existen variaciones, ya que, en la cuenca 3502 “Laguna del Rey” se esperan cambios de hasta -16.84% para el futuro cercano, mientras que en la cuenca 3504 “Polvorillos-Arroyo El Márquez” podría haber cambios en la precipitación de +4.01% para el futuro medio.

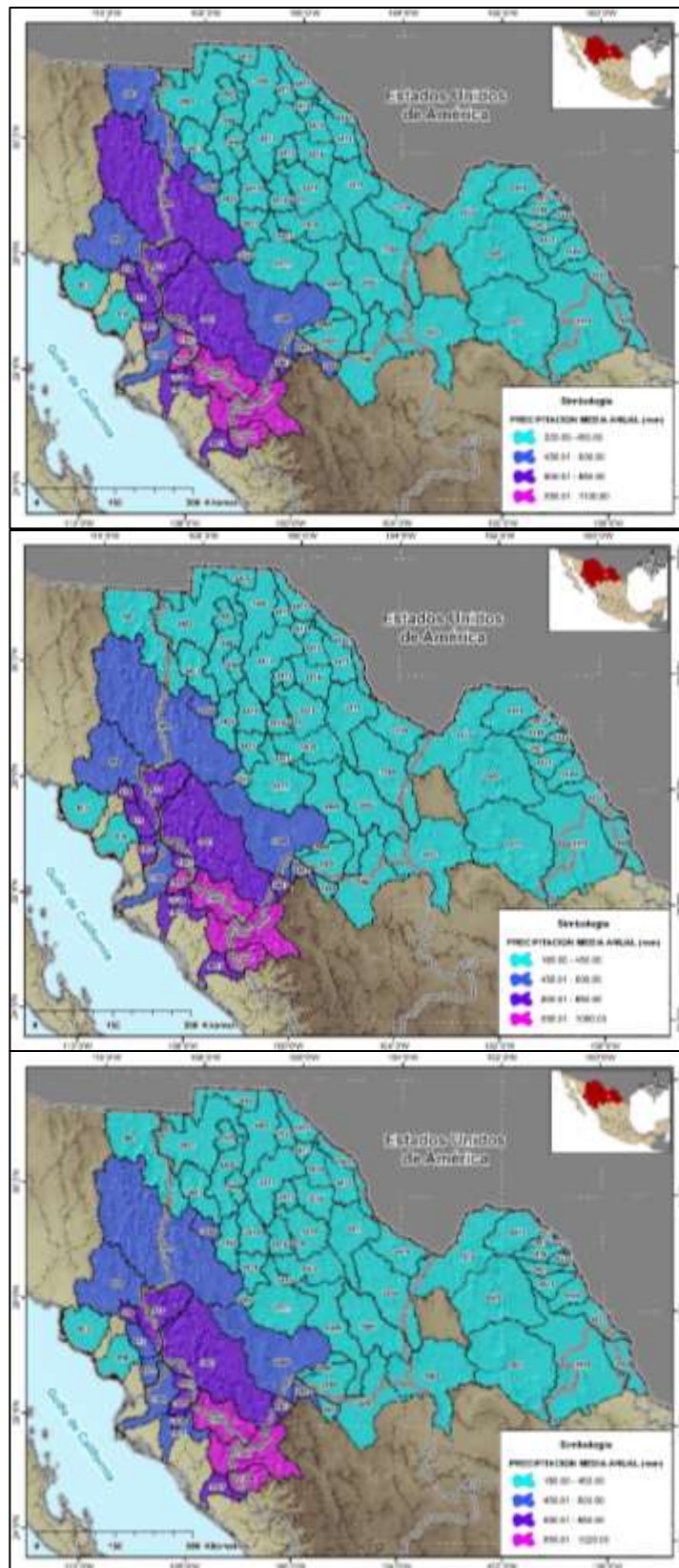
En la Tabla 33 se muestran los valores de precipitación y sus incrementos por cuenca hidrológica bajo el escenario RCP 8.5 y en la Figura 30 se muestra la distribución espacial de la precipitación considerando los 3 diferentes horizontes bajo este escenario.

Tabla 33. Valores normales de precipitación por cuenca hidrológica y sus variaciones bajo el escenario RCP 8.5.

Clave	Nombre de la cuenca	Área (km2)	ACTUAL		RCP8.5				
			1981-2010	2015-2039		2045-2069		2075-2099	
			Precip. (mm/año)	Precip. (mm/año)	Δ (%)	Precip. (mm/año)	Δ (%)	Precip. (mm/año)	Δ (%)
907	Río Bavispe	14566.88	421.21	455.85	8.23%	417.55	-0.87%	385.21	-8.55%
908	Río Yaqui 1	39928.81	531.79	623.30	17.21%	580.15	9.09%	540.14	1.57%
909	Río Yaqui 2	11744.85	562.37	599.86	6.67%	565.56	0.57%	511.98	-8.96%
910	Río Yaqui 3	6278.69	324.95	327.02	0.64%	304.11	-6.41%	252.39	-22.33%
913	Río Mayo 1	7658.26	570.24	830.76	45.68%	782.02	37.14%	732.32	28.42%
914	Arroyo Quiriego	1074.87	761.13	739.48	-2.84%	700.87	-7.92%	644.80	-15.28%
915	Río Mayo 2	2238.02	652.09	687.28	5.40%	647.89	-0.64%	595.45	-8.69%
916	Río Mayo 3	4634.69	448.76	415.02	-7.52%	388.36	-13.46%	337.44	-24.80%
<b>Total RH09</b>		<b>88125.07</b>	<b>507.67</b>	<b>581.50</b>	<b>13.77%</b>	<b>542.31</b>	<b>6.00%</b>	<b>499.00</b>	<b>-2.73%</b>
1001	Río Fuerte 1	26033.14	729.61	839.35	15.04%	787.99	8.00%	749.07	2.67%
1002	Río Choix	1487.26	818.64	892.39	9.01%	849.30	3.74%	796.52	-2.70%
1003	Arroyo Álamos	1777.68	648.35	657.00	1.33%	618.77	-4.56%	568.21	-12.36%
1004	Río Fuerte 2	5430.81	595.29	595.63	0.06%	565.58	-4.99%	512.38	-13.93%
1005	Río Humaya	10899.15	985.92	967.02	-1.92%	922.34	-6.45%	899.99	-8.72%
1006	Río Tamazula	3275.23	1032.89	1082.81	4.83%	1043.09	0.99%	1026.20	-0.65%
1007	Río Culiacán	2596.83	776.59	668.26	-13.95%	642.33	-17.29%	627.84	-19.16%
1008	Río Sinaloa 1	7366.63	957.94	994.77	3.84%	947.51	-1.09%	908.62	-5.15%
1009	Arroyo Ocoroni	1419.64	835.83	887.77	6.21%	852.40	1.98%	790.77	-5.39%
1010	Arroyo Cabrera	627.02	770.41	770.14	-0.03%	737.71	-4.25%	685.34	-11.04%
1011	Río Sinaloa 2	3738.81	680.36	670.96	-1.38%	640.57	-5.85%	596.52	-12.32%
<b>Total RH10</b>		<b>64652.18</b>	<b>804.49</b>	<b>850.43</b>	<b>6.16%</b>	<b>806.36</b>	<b>0.57%</b>	<b>769.57</b>	<b>-4.29%</b>
2401	Río Bravo 1	3325.11	253.60	246.29	-2.88%	211.53	-16.59%	205.91	-18.80%
2402	Río Bravo 2	3595.13	221.03	276.25	24.98%	251.82	13.93%	236.58	7.04%
<b>Total RH24 Alto Bravo</b>		<b>6920.24</b>	<b>236.68</b>	<b>261.86</b>	<b>11.60%</b>	<b>232.46</b>	<b>-0.73%</b>	<b>221.84</b>	<b>-5.38%</b>
2403	Río Florido 1	1467.99	477.45	536.23	12.31%	504.54	5.67%	505.57	5.89%
2404	Río Florido 2	1279.35	482.47	462.24	-4.19%	440.58	-8.68%	445.49	-7.66%
2405	Río Florido 3	4992.29	439.04	414.60	-5.57%	396.02	-9.80%	389.06	-11.38%
2406	Río Parral	1625.46	443.16	417.94	-5.69%	397.30	-10.35%	388.28	-12.38%
2407	Río Balleza	1188.09	641.10	699.13	9.05%	650.18	1.42%	647.59	1.01%
2408	Río Conchos 1	19626.52	543.89	534.26	-1.77%	492.72	-9.41%	481.26	-11.51%
2409	Río Conchos 2	10855.15	330.65	323.01	-2.31%	307.99	-6.85%	289.24	-12.52%
2410	Río Conchos 3	6565.97	325.29	366.21	12.58%	340.77	4.76%	326.46	0.36%
2411	Río Conchos 4	8726.44	237.09	294.93	24.40%	276.70	16.71%	258.57	9.06%
2412	Río San Pedro	10650.94	389.37	431.16	10.73%	397.51	2.09%	393.92	1.17%
2413	Río Chuviscar	419.54	406.30	460.69	13.39%	427.58	5.24%	422.23	3.92%
2418	Arroyo de las Vacas	868.37	509.70	383.30	-24.80%	383.18	-24.82%	360.09	-29.35%
2419	Río San Diego	2127.59	592.30	384.77	-35.04%	386.61	-34.73%	363.26	-38.67%
2421	Río San Rodrigo	1907.01	598.10	379.50	-36.55%	385.51	-35.54%	361.24	-39.60%
2423	Río Escondido	2870.90	478.98	388.68	-18.85%	396.24	-17.27%	368.68	-23.03%
2426	Río Sabinas	17059.47	436.26	335.57	-23.08%	337.68	-22.60%	310.10	-28.92%
2427	Río Nadadores	21596.50	372.50	278.78	-25.16%	288.51	-22.55%	251.04	-32.61%
2428	Río Salado	22927.06	442.12	342.03	-22.64%	345.58	-21.84%	307.41	-30.47%
<b>Total RH24 Seis Tributarios</b>		<b>136754.65</b>	<b>421.34</b>	<b>375.07</b>	<b>-9.75%</b>	<b>363.58</b>	<b>-12.51%</b>	<b>340.80</b>	<b>-18.20%</b>

Tabla 33. (Continuación).

Clave	Nombre de la cuenca	Área (km2)	ACTUAL	RCP8.5					
			1981-2010	2015-2039		2045-2069		2075-2099	
			Precip. (mm/año)	Precip. (mm/año)	Δ (%)	Precip. (mm/año)	Δ (%)	Precip. (mm/año)	Δ (%)
2414	Río Bravo 3	12199.12	235.97	285.67	21.06%	268.56	13.81%	244.90	3.78%
2415	Río Bravo 4	29340.35	262.26	255.51	-2.58%	242.48	-7.54%	224.29	-14.48%
2416	Río Bravo 5	6472.99	472.10	285.98	-39.42%	279.13	-40.87%	259.66	-45.00%
2417	Río Bravo 6	220.04	500.40	371.11	-25.84%	371.67	-25.73%	348.71	-30.31%
2420	Río Bravo 7	363.51	526.07	464.66	-11.67%	463.22	-11.95%	439.48	-16.46%
2422	Río Bravo 8	1201.29	554.32	435.91	-21.36%	441.95	-20.27%	415.96	-24.96%
2424	Río Bravo 9	3045.20	470.54	406.77	-13.55%	414.83	-11.84%	386.13	-17.94%
2425	Río Bravo 10	4015.13	455.29	395.05	-13.23%	399.70	-12.21%	366.11	-19.59%
2429	Río Bravo 11	4174.53	517.07	394.90	-23.63%	393.60	-23.88%	353.04	-31.72%
<b>Total RH24 Medio Bravo</b>		<b>61032.16</b>	<b>327.96</b>	<b>296.24</b>	<b>-4.96%</b>	<b>286.57</b>	<b>-8.79%</b>	<b>263.87</b>	<b>-16.03%</b>
3401	Río Casas Grandes 1	5239.05	366.17	437.96	19.61%	398.37	8.79%	372.61	1.76%
3402	Río Casas Grandes 2	13061.71	274.07	322.81	17.78%	284.86	3.94%	267.62	-2.36%
3403	Hacienda San Francisco-Juguete-Madero-Palomas	5345.80	229.10	272.68	19.02%	236.36	3.17%	224.08	-2.19%
3404	Laguna de Babicora	1921.38	476.88	584.51	22.57%	539.31	13.09%	507.20	6.36%
3405	Río Santa María 1	3870.44	366.48	435.23	18.76%	394.38	7.61%	380.37	3.79%
3406	Río Santa María 2	5638.36	308.19	299.06	-2.96%	263.13	-14.62%	249.98	-18.89%
3407	Laguna El Sabinal	1885.57	272.99	265.51	-2.74%	229.76	-15.83%	219.38	-19.64%
3408	Desierto de Samalayuca	8358.66	270.02	223.89	-17.08%	187.56	-30.54%	180.16	-33.28%
3409	Laguna La Vieja	1837.88	291.89	275.82	-5.51%	241.06	-17.42%	230.52	-21.03%
3410	Río del Carmen 1	4568.98	346.65	426.38	23.00%	388.17	11.98%	379.31	9.42%
3411	Río del Carmen 2	8749.72	290.68	277.46	-4.55%	241.60	-16.89%	234.51	-19.32%
3412	Rancho El Cuarenta	1023.08	265.45	260.08	-2.03%	226.90	-14.52%	219.48	-17.32%
3413	Arroyo Roma	1782.83	253.90	252.55	-0.53%	216.28	-14.82%	209.51	-17.48%
3414	Félix U. Gómez	2893.27	213.99	250.19	16.92%	221.12	3.33%	213.12	-0.41%
3415	Arroyo El Carrizo	3708.85	193.37	267.96	38.58%	245.21	26.81%	231.98	19.97%
3416	Arroyo El Burro	4402.82	209.35	261.67	24.99%	237.07	13.24%	229.07	9.42%
3417	Laguna de Tarabillas	1863.44	290.90	312.18	7.31%	278.43	-4.29%	271.13	-6.80%
3418	Laguna El Cuervo	6233.89	260.24	308.56	18.57%	281.88	8.31%	273.62	5.14%
3419	Laguna de Encinillas	2883.30	315.32	425.81	35.04%	391.12	24.04%	383.06	21.48%
3420	Rancho Hormigas-El Diablo	196.54	298.00	365.12	22.52%	333.16	11.80%	328.25	10.15%
3421	Laguna de Bustillos	3227.26	391.48	446.01	13.93%	406.99	3.96%	400.50	2.30%
3422	Laguna Los Mexicanos	767.62	344.77	479.40	39.05%	436.50	26.61%	428.03	24.15%
<b>Total RH34</b>		<b>89460.44</b>	<b>289.21</b>	<b>323.22</b>	<b>11.76%</b>	<b>288.15</b>	<b>-0.55%</b>	<b>276.26</b>	<b>-4.67%</b>
3502	Laguna del Rey	16050.43	297.94	253.97	-14.76%	258.17	-13.35%	216.82	-27.23%
3504	Polvorillos- Arroyo El Márquez	12355.61	276.98	282.25	1.90%	271.50	-1.98%	243.30	-12.16%
3505	El Llano-Laguna del Milagro	10342.00	334.57	308.93	-7.66%	301.32	-9.94%	271.81	-18.76%
3506	Arroyo La India-Laguna Palomas	10978.94	346.52	318.09	-8.21%	309.33	-10.73%	294.03	-15.15%
<b>Total RH35</b>		<b>49726.98</b>	<b>311.07</b>	<b>286.58</b>	<b>-7.70%</b>	<b>281.75</b>	<b>-9.24%</b>	<b>251.88</b>	<b>-19.06%</b>



A

B

C

Figura 30. Distribución espacial de la precipitación en la zona de estudio bajo el escenario RCP 8.5 para los horizontes: A) 2015-2039, B) 2045-2069 y C) 2075-2099.

De la misma manera que para el escenario RCP 4.5, existe una gran variación entre regiones hidrológicas en las proyecciones de precipitación para el escenario RCP 8.5 (emisiones altas), a continuación, se describen para cada región hidrológica:

- Para la RH09 el cambio promedio de precipitación media puede ser desde +13.77% para un futuro cercano, +6.00% para el futuro medio y de -2.73% considerando el futuro lejano. De manera general se espera un incremento en la precipitación en esta región para los futuros cercano y medio, y una disminución para el futuro lejano; dentro de la región también existen variaciones, ya que, en la cuenca 913 “Río Mayo 1” se esperan cambios de hasta +45.68% para el futuro cercano, mientras que en la cuenca 916 “Río Mayo 3” podría haber cambios en la precipitación de -24.80% para el futuro lejano.
- Para la RH10 el cambio promedio de precipitación media puede ser desde +6.16% para un futuro cercano, +0.57% para el futuro medio y de -4.29% considerando el futuro lejano. De manera general se espera un incremento en la precipitación en esta región para los futuros cercano y medio, y una disminución para el futuro lejano; dentro de la región también existen variaciones, ya que, en la cuenca 1001 “Río Fuerte 1” se esperan cambios de hasta +15.04% para el futuro cercano, mientras que en la cuenca 1007 “Río Culiacán” podría haber cambios en la precipitación de -19.16% para el futuro lejano.
- Para la subregión RH24 Alto Bravo el cambio promedio de precipitación media puede ser desde +11.60% para un futuro cercano, -0.73% para el futuro medio y de -5.38% considerando el futuro lejano. De manera general se espera un incremento en la precipitación en esta región para el futuro cercano y una disminución para los futuros medio y lejano; dentro de la región también existen variaciones, ya que, en la cuenca 2402 “Río Bravo 2” se esperan cambios de hasta +24.98% para el futuro cercano, mientras que en la cuenca 2401 “Río Bravo 1” podría haber cambios en la precipitación de -18.80% para el futuro lejano.
- Para la subregión RH24 Seis Tributarios el cambio promedio de precipitación media puede ser desde -9.75% para un futuro cercano, -12.51% para el futuro medio y de -18.20% considerando el futuro lejano. De manera general se espera una disminución en la precipitación en esta subregión siendo mayor conforme aumenta el plazo de tiempo, sin embargo, dentro de la subregión existen variaciones, ya que, en la cuenca 2411 “Río Conchos 4” se esperan cambios de hasta +24.40% para el futuro cercano, mientras que en

la cuenca 2421 “Río San Rodrigo” podría haber cambios en la precipitación de -39.60% para el futuro lejano.

- Para la subregión RH24 Medio Bravo el cambio promedio de precipitación media puede ser desde -4.96% para un futuro cercano, -8.79% para el futuro medio y de -16.03% considerando el futuro lejano. De manera general se espera una disminución en la precipitación en esta subregión siendo mayor para el futuro lejano a comparación del futuro cercano y futuro medio, sin embargo, dentro de la subregión existen variaciones, ya que, en la cuenca 2416 “Río Bravo 5” se esperan cambios de hasta -45.00% para el futuro lejano, mientras que en la cuenca 2414 “Río Bravo 3” podría haber cambios en la precipitación de +21.06% para el futuro cercano.
- Para la RH34 el cambio promedio de precipitación media puede ser desde +11.76% para un futuro cercano, -0.55% para el futuro medio y de -4.67% considerando el futuro lejano. De manera general se espera un aumento en la precipitación en esta región para el futuro cercano, y una disminución para los futuros medio y lejano; dentro de la región también existen variaciones, ya que, en la cuenca 3408 “Desierto de Samalayuca” se esperan cambios de hasta -33.28% para el futuro lejano, mientras que en la cuenca 3422 “Laguna Los Mexicanos” podría haber cambios en la precipitación de +39.05% para el futuro cercano.
- Para la RH35 el cambio promedio de precipitación media puede ser desde -7.70% para un futuro cercano, -9.24% para el futuro medio y de -19.06% considerando el futuro lejano. De manera general se espera una disminución en la precipitación en esta región, siendo mayor para el futuro lejano a comparación del futuro cercano y futuro medio, sin embargo, dentro de la región existen variaciones, ya que, en la cuenca 3502 “Laguna del Rey” se esperan cambios de hasta -27.23% para el futuro lejano, mientras que en la cuenca 3504 “Polvorillos-Arroyo El Márquez” podría haber cambios en la precipitación de +1.90% para el futuro cercano.

De acuerdo con las proyecciones de precipitación de los escenarios de cambio climático, se espera que la mayor disminución de precipitación se presente en la RH35, mientras que la RH09 será la menos perjudicada, incluso teniendo un aumento de precipitación en ambos escenarios a excepción del futuro lejano del RCP 8.5.

Existe mucha variación entre las proyecciones de los valores normales de precipitación entre el escenario de emisiones bajas y el escenario de emisiones altas. Por ejemplo, para el futuro cercano, bajo el escenario RCP 4.5 se observa un cambio de -0.81% en promedio, mientras que para el escenario RCP 8.5 se observa un cambio promedio de +1.46%; para el futuro medio, bajo el escenario RCP 4.5 se observa un cambio de +2.89%, mientras que para el escenario RCP 8.5 se proyecta un cambio de -4.42%; por último para el futuro lejano se vuelve evidente la diferencia entre el cambio de precipitación promedio entre ambos escenarios, ya que, para el RCP 4.5 se proyecta un cambio de -1.47%, mientras que para el escenario RCP 8.5 se observa un cambio promedio de -10.85%, siendo este último el escenario más crítico.

Finalmente, en la Tabla 34 se muestran las proyecciones de precipitación media de manera puntual en los sitios donde se ubican los embalses para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5.

Tabla 34. Valores normales de precipitación por embalse y sus variaciones bajo los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5.

Clave	Cuenca	Embalse(s)	ACTUAL	RCP 4.5						RCP 8.5					
			1981-2010	2015-2039		2045-2069		2075-2099		2015-2039		2045-2069		2075-2099	
			Precip. (mm/año)	Precip. (mm/año)	Δ (%)	Precip. (mm/año)	Δ (%)	Precip. (mm/año)	Δ (%)	Precip. (mm/año)	Δ (%)	Precip. (mm/año)	Δ (%)	Precip. (mm/año)	Δ (%)
907	Río Bavispe	Presa Angostura	421.60	379.00	-10.10%	385.00	-8.68%	361.00	-14.37%	386.00	-8.44%	354.00	-16.03%	320.00	-24.10%
908	Río Yaqui 1	Presa P. Elías Calles	690.80	549.00	-20.53%	552.00	-20.09%	525.00	-24.00%	556.00	-19.51%	520.00	-24.72%	468.00	-32.25%
909	Río Yaqui 2	Presa Álvaro Obregón	410.80	398.00	-3.12%	403.00	-1.90%	382.00	-7.01%	408.00	-0.68%	378.00	-7.98%	326.00	-20.64%
915	Río Mayo 2	Presa A. Ruiz Cortines	556.30	602.00	8.21%	610.00	9.65%	588.00	5.70%	613.00	10.19%	576.00	3.54%	524.00	-5.81%
1001	Río Fuerte 1	Presa L. Donaldo Colosio	858.40	724.00	-15.66%	739.00	-13.91%	716.00	-16.59%	731.00	-14.84%	689.00	-19.73%	638.00	-25.68%
1004	Río Fuerte 2	Presa Miguel Hidalgo,	636.00	562.00	-11.64%	578.50	-9.04%	564.50	-11.24%	568.00	-10.69%	536.00	-15.72%	482.50	-24.14%
		Presa J. O. de Domínguez													
1005	Río Humaya	Presa Adolfo López Mateos	914.50	895.00	-2.13%	909.00	-0.60%	890.00	-2.68%	889.00	-2.79%	854.00	-6.62%	837.00	-8.47%
1006	Río Tamazula	Presa Sanalona	880.70	835.00	-5.19%	845.00	-4.05%	830.00	-5.76%	827.00	-6.10%	797.00	-9.50%	781.00	-11.32%
1008	Río Sinaloa 1	Presa Gustavo Diaz Ordaz	896.80	853.00	-4.88%	866.00	-3.43%	848.00	-5.44%	852.00	-5.00%	812.00	-9.46%	776.00	-13.47%
1009	Arroyo Ocoroni	Presa Guillermo Blake A.	839.30	787.00	-6.23%	803.00	-4.33%	786.00	-6.35%	789.00	-5.99%	755.00	-10.04%	703.00	-16.24%
2403	Río Florido 1	Presa F. Mexicano	446.80	491.00	9.89%	499.00	11.68%	486.00	8.77%	481.00	7.65%	456.00	2.06%	468.00	4.74%
2405	Río Florido 3	Presa Pico del Águila	480.80	449.00	-6.61%	461.00	-4.12%	447.00	-7.03%	446.00	-7.24%	428.00	-10.98%	420.00	-12.65%
2408	Río Conchos 1	Presa La Boquilla	258.30	265.00	2.59%	284.00	9.95%	272.00	5.30%	272.00	5.30%	260.00	0.66%	243.00	-5.92%
2410	Río Conchos 3	Presa Luis L. León	308.90	265.00	-14.21%	290.00	-6.12%	275.00	-10.97%	281.00	-9.03%	262.00	-15.18%	245.00	-20.69%
2412	Río San Pedro	Presa Francisco I. Madero	301.20	283.00	-6.04%	306.00	1.59%	291.00	-3.39%	293.00	-2.72%	269.00	-10.69%	259.00	-14.01%
2413	Río Chuvíscar	Presa Chihuahua	406.30	393.00	-3.27%	416.00	2.39%	402.00	-1.06%	407.00	0.17%	373.00	-8.20%	370.00	-8.93%
2419	Río San Diego	Presa San Miguel	602.50	557.00	-7.55%	363.00	-39.75%	361.00	-40.08%	348.00	-42.24%	348.00	-42.24%	328.00	-45.56%
2421	Río San Rodrigo	Presa La Fragua	602.50	415.00	-31.12%	580.00	-3.73%	569.00	-5.56%	565.00	-6.22%	564.00	-6.39%	540.00	-10.37%
2428	Río Salado	Presa V. Carranza	353.10	330.00	-6.54%	432.00	22.34%	431.00	22.06%	421.00	19.23%	426.00	20.65%	401.00	13.57%
2416	Río Bravo 5	Presa Amistad	500.40	347.00	-30.66%	333.00	-33.45%	344.00	-31.25%	334.00	-33.25%	344.00	-31.25%	310.00	-38.05%
2429	Río Bravo 11	Presa Falcon	546.20	450.00	-17.61%	452.00	-17.25%	442.00	-19.08%	467.00	-14.50%	462.00	-15.42%	421.00	-22.92%
3405	Río Santa María 1	Presa El Tintero	344.10	337.00	-2.06%	352.00	2.30%	330.00	-4.10%	345.00	0.26%	307.00	-10.78%	299.00	-13.11%
3410	Río del Carmen 1	Presa Las Lajas	290.90	291.00	0.03%	306.00	5.19%	284.00	-2.37%	300.00	3.13%	262.00	-9.93%	252.00	-13.37%

## 7. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

### 7.1 Cambios estimados en los valores de escurrimiento natural y evaporación en embalses por cuenca hidrológica.

A partir de los cambios proyectados de precipitación media anual y temperatura media anual por cuenca hidrológica, según los escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5, se estimaron los cambios de las variables climatológicas no medidas, con las cuales se obtuvieron los posibles cambios en los valores de escurrimiento natural y evaporación en embalses. A continuación, se muestran dichas estimaciones para los diferentes horizontes de los escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5.

#### 7.1.1 Cambios estimados para el escenario RCP 4.5 en el futuro cercano.

En la Tabla 35 se muestran los cambios estimados en los valores de las variables climatológicas de las cuales es función el escurrimiento natural, así como la evaporación en embalses, bajo el escenario RCP 4.5 para un futuro cercano.

Tabla 35. Cambios estimados en los valores medios de escurrimiento natural y evaporación en embalses bajo el escenario RCP 4.5 en el futuro cercano (2015-2039).

Clave	Nombre de la cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Precip. media (mm/año)	Temp. media (°C)	Volumen de precip. (hm <sup>3</sup> /año)	RAsub (hm <sup>3</sup> /año)	ET (hm <sup>3</sup> /año)	Cp (hm <sup>3</sup> /año)	Ev (hm <sup>3</sup> /año)
907	Río Bavispe	14566.88	447.49	17.45	6518.55	699.04	5271.56	547.95	63.45
908	Río Yaqui 1	39928.81	621.28	18.28	24807.08	4847.77	17864.93	2094.39	138.10
909	Río Yaqui 2	11744.85	592.69	24.14	6961.07	864.67	5746.44	349.96	229.28
910	Río Yaqui 3	6278.69	320.22	25.87	2010.55	6.70	1946.48	57.37	0.00
913	Río Mayo 1	7658.26	826.10	19.84	6326.49	1767.14	3507.81	1051.54	0.00
914	Arroyo Quiriego	1074.87	731.35	23.47	786.11	152.62	605.25	28.24	0.00
915	Río Mayo 2	2238.02	677.71	25.00	1516.72	235.85	1131.24	149.64	94.09
916	Río Mayo 3	4634.69	406.62	25.49	1884.57	67.66	1745.60	71.31	0.00
<b>Total RH09</b>		<b>88125.07</b>	<b>576.58</b>	<b>20.21</b>	<b>50811.15</b>	<b>8641.45</b>	<b>37819.30</b>	<b>4350.39</b>	<b>524.92</b>
1001	Río Fuerte 1	26033.14	839.65	17.23	21858.64	7014.14	10845.39	3999.11	90.34
1002	Río Choix	1487.26	888.44	22.72	1321.34	359.75	680.90	280.69	0.00
1003	Arroyo Álamos	1777.68	648.78	24.54	1153.32	168.93	890.66	93.73	0.00
1004	Río Fuerte 2	5430.81	591.47	25.54	3212.14	362.96	2256.48	592.69	211.83
1005	Río Humaya	10899.15	975.77	18.61	10635.09	3847.07	4893.58	1894.45	115.55
1006	Río Tamazula	3275.23	1090.63	23.02	3572.06	1247.62	1571.96	752.48	40.99
1007	Río Culiacán	2596.83	676.98	26.18	1757.99	255.40	1064.71	437.88	0.00
1008	Río Sinaloa 1	7366.63	998.49	20.45	7355.49	2546.84	3440.77	1367.89	66.20
1009	Arroyo Ocoroni	1419.64	885.39	23.99	1256.94	322.46	784.42	150.05	17.65
1010	Arroyo Cabrera	627.02	768.06	25.51	481.59	91.82	314.32	75.45	0.00
1011	Río Sinaloa 2	3738.81	671.19	25.48	2509.46	372.78	1635.28	501.39	0.00
<b>Total RH10</b>		<b>64652.18</b>	<b>852.47</b>	<b>20.21</b>	<b>55114.06</b>	<b>16589.78</b>	<b>28378.47</b>	<b>10145.81</b>	<b>542.57</b>

Tabla 35. (Continuación).

Clave	Nombre de la cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Precip. media (mm/año)	Temp. media (°C)	Volumen de precip. (hm <sup>3</sup> /año)	RAsub (hm <sup>3</sup> /año)	ET (hm <sup>3</sup> /año)	Cp (hm <sup>3</sup> /año)	Ev (hm <sup>3</sup> /año)
2401	Río Bravo 1	3325.11	224.45	18.34	746.32	0.00	688.38	57.93	0.00
2402	Río Bravo 2	3595.13	257.85	18.49	926.99	4.35	892.34	30.30	0.00
<b>Total RH24 Alto Bravo</b>		<b>6920.24</b>	<b>241.80</b>	<b>18.42</b>	<b>1673.31</b>	<b>4.35</b>	<b>1580.72</b>	<b>88.24</b>	<b>0.00</b>
2403	Río Florido 1	1467.99	543.68	16.46	798.12	138.09	530.40	129.63	16.55
2404	Río Florido 2	1279.35	472.45	18.30	604.43	68.58	480.56	55.29	0.00
2405	Río Florido 3	4992.29	417.28	19.04	2083.16	162.32	1892.37	28.48	3.01
2406	Río Parral	1625.46	417.25	18.82	678.23	53.91	568.73	55.59	0.00
2407	Río Balleza	1188.09	710.60	13.79	844.26	258.78	495.53	89.95	0.00
2408	Río Conchos 1	19626.52	535.73	16.63	10514.42	1750.28	7729.76	1034.38	201.65
2409	Río Conchos 2	10855.15	315.68	19.76	3426.78	83.46	2956.09	387.23	0.00
2410	Río Conchos 3	6565.97	350.80	19.26	2303.33	99.43	2132.64	71.26	55.97
2411	Río Conchos 4	8726.44	279.92	20.01	2442.67	19.85	2304.97	117.85	0.00
2412	Río San Pedro	10650.94	426.93	17.40	4547.24	437.11	3737.78	372.35	48.45
2413	Río Chuvíscar	419.54	449.33	16.88	188.51	21.40	162.17	4.94	3.02
2418	Arroyo de las Vacas	868.37	380.88	22.48	330.75	13.12	297.07	20.56	0.00
2419	Río San Diego	2127.59	382.83	22.43	814.51	33.20	624.52	156.78	2.40
2421	Río San Rodrigo	1907.01	378.85	22.50	722.47	27.93	595.85	98.70	3.10
2423	Río Escondido	2870.90	387.53	22.71	1112.55	46.01	999.18	67.36	0.00
2426	Río Sabinas	17059.47	331.12	20.87	5648.67	146.94	5120.58	381.16	0.00
2427	Río Nadadores	21596.50	280.10	21.13	6049.11	25.37	5809.45	214.29	0.00
2428	Río Salado	22927.06	333.92	23.20	7655.73	132.69	7117.76	405.28	179.37
<b>Total RH24 Seis Tributarios</b>		<b>136754.65</b>	<b>371.21</b>	<b>20.06</b>	<b>50764.96</b>	<b>3518.48</b>	<b>43555.38</b>	<b>3691.10</b>	<b>513.53</b>
2414	Río Bravo 3	12199.12	270.81	20.40	3303.64	10.24	3259.95	33.45	0.00
2415	Río Bravo 4	29340.35	242.34	20.86	7110.38	0.00	6944.89	165.50	0.00
2416	Río Bravo 5	6472.99	279.76	21.84	1810.86	3.08	1649.07	158.71	137.78
2417	Río Bravo 6	220.04	370.22	22.52	81.46	2.84	74.55	4.07	0.00
2420	Río Bravo 7	363.51	456.95	22.52	166.11	12.19	118.41	35.52	0.00
2422	Río Bravo 8	1201.29	430.82	22.83	517.53	30.84	464.77	21.92	0.00
2424	Río Bravo 9	3045.20	401.20	23.01	1221.74	55.77	1133.09	32.87	0.00
2425	Río Bravo 10	4015.13	383.35	23.50	1539.22	55.04	1395.84	88.35	0.00
2429	Río Bravo 11	4174.53	377.09	24.34	1574.16	46.32	1453.82	74.02	161.73
<b>Total RH24 Medio Bravo</b>		<b>61032.16</b>	<b>283.87</b>	<b>21.44</b>	<b>17325.10</b>	<b>216.32</b>	<b>16494.37</b>	<b>614.41</b>	<b>299.52</b>
3401	Río Casas Grandes 1	5239.05	429.93	14.54	2252.40	282.12	1906.92	63.37	0.00
3402	Río Casas Grandes 2	13061.71	308.59	17.85	4030.66	123.01	3777.87	129.78	0.00
3403	Hacienda San Francisco-Juguete-Madero-Palomas	5345.80	255.00	18.20	1363.16	6.23	1286.63	70.29	0.00
3404	Laguna de Babicora	1921.38	579.17	12.96	1112.81	268.83	816.79	27.19	0.00
3405	Río Santa María 1	3870.44	430.86	14.68	1667.62	207.41	1405.20	55.02	10.35
3406	Río Santa María 2	5638.36	287.15	17.81	1619.04	33.25	1514.65	71.15	0.00
3407	Laguna El Sabinal	1885.57	249.21	18.48	469.89	0.54	446.87	22.48	0.00
3408	Desierto de Samalayuca	8358.66	204.37	19.11	1708.27	0.00	1635.80	72.47	0.00
3409	Laguna La Vieja	1837.88	264.54	18.52	486.20	3.61	453.55	29.04	0.00
3410	Río del Carmen 1	4568.98	417.34	15.18	1906.84	211.32	1636.03	59.48	6.91
3411	Río del Carmen 2	8749.72	261.28	18.13	2286.11	17.23	2161.24	107.64	0.00

Tabla 35. (Continuación).

Clave	Nombre de la cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Precip. media (mm/año)	Temp. media (°C)	Volumen de precip. (hm <sup>3</sup> /año)	RAsub (hm <sup>3</sup> /año)	ET (hm <sup>3</sup> /año)	Cp (hm <sup>3</sup> /año)	Ev (hm <sup>3</sup> /año)
3412	Rancho El Cuarenta	1023.08	237.69	17.45	243.18	0.01	231.65	11.53	0.00
3413	Arroyo Roma	1782.83	229.31	18.28	408.82	0.00	389.26	19.57	0.00
3414	Félix U. Gómez	2893.27	232.34	17.52	672.23	0.00	632.58	39.64	0.00
3415	Arroyo El Carrizo	3708.85	252.32	18.22	935.82	3.17	858.45	74.20	0.00
3416	Arroyo El Burro	4402.82	247.59	18.33	1090.09	1.12	1011.86	77.10	0.00
3417	Laguna de Tarabillas	1863.44	295.18	17.63	550.06	13.85	509.27	26.94	0.00
3418	Laguna El Cuervo	6233.89	293.41	18.68	1829.09	35.40	1697.40	96.29	0.00
3419	Laguna de Encinillas	2883.30	411.56	16.43	1186.64	113.63	1031.66	41.35	0.00
3420	Rancho Hormigas-El Diablo	196.54	350.37	17.42	68.86	3.73	61.21	3.92	0.00
3421	Laguna de Bustillos	3227.26	443.51	14.98	1431.31	184.71	1179.06	67.54	0.00
3422	Laguna Los Mexicanos	767.62	480.52	14.65	368.85	57.55	291.69	19.61	0.00
<b>Total RH34</b>		<b>89460.44</b>	<b>309.50</b>	<b>17.38</b>	<b>27687.96</b>	<b>1566.71</b>	<b>24935.64</b>	<b>1185.62</b>	<b>17.26</b>
3502	Laguna del Rey	16050.43	247.76	20.27	3976.58	0.00	3832.48	144.10	0.00
3504	Polvorillos- Arroyo El Márquez	12355.61	269.82	19.59	3333.74	18.56	3176.63	138.54	0.00
3505	El Llano-Laguna del Milagro	10342.00	299.07	19.37	3093.03	58.17	2923.28	111.58	0.00
3506	Arroyo La India-Laguna Palomas	10978.94	322.59	19.74	3541.65	97.49	3336.43	107.73	0.00
<b>Total RH35</b>		<b>49726.98</b>	<b>280.43</b>	<b>19.80</b>	<b>13945.00</b>	<b>174.22</b>	<b>13268.83</b>	<b>501.96</b>	<b>0.00</b>

A continuación, se describe para cada región hidrológica, los cambios estimados que presentan las variables climatológicas con respecto a los valores actuales, producidos por los efectos del cambio en la precipitación media anual y temperatura media anual, según el escenario de cambio climático RCP 4.5 en el futuro cercano (2015-2039).

- En la RH09 se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 50,811.15 hm<sup>3</sup> incrementando un 13.57% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 17.01% (8,641.45 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 74.43% (37,819.30 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 8.56% (4,350.39 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, teniendo una disminución de 0.03% con respecto al volumen actual. Así mismo, se estima que el volumen de evaporación en embalses será de 524.92 hm<sup>3</sup>, incrementando un 13.68%, de tal manera que, el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado disminuirá un 1.66%, siendo un volumen de 3,825.47 hm<sup>3</sup>, que representa el 7.53% del volumen de agua de lluvia.
- En la RH10 se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 55,114.06 hm<sup>3</sup> incrementando un 5.96% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 30.10% (16,589.78 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 51.49% (28,378.47 hm<sup>3</sup>) será

evapotranspirado; y el 18.41% (10,145.81 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, teniendo una disminución de 0.40% con respecto al volumen actual. Así mismo, se estima que el volumen de evaporación en embalses será de 542.57 hm<sup>3</sup>, incrementando un 7.76%, de tal manera que, el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado disminuirá un 0.83%, siendo un volumen de 9,603.24 hm<sup>3</sup>, que representa el 17.42% del volumen de agua de lluvia.

- En la subregión RH24 Alto Bravo se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 1,673.31 hm<sup>3</sup> incrementando un 2.16% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 0.26% (4.35 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 94.47% (1,580.72 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 5.27% (88.24 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, y al no haber evaporación en embalses, es este mismo volumen el que puede ser aprovechado teniendo una disminución del 3.26%.
- En la subregión RH24 Seis Tributarios se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 50,764.96 hm<sup>3</sup> disminuyendo un 11.90% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 6.93% (3,518.48 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 85.80% (43,555.38 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 7.27% (3,691.10 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, teniendo un aumento de 3.72% con respecto al volumen actual. Así mismo, se estima que el volumen de evaporación en embalses será de 513.53 hm<sup>3</sup>, incrementando un 7.04%, de tal manera que, el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado aumentará un 3.20%, siendo un volumen de 3,177.57 hm<sup>3</sup>, que representa el 6.26% del volumen de agua de lluvia.
- En la subregión RH24 Medio Bravo se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 17,325.10 hm<sup>3</sup> disminuyendo un 13.44% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 1.25% (216.32 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 95.21% (16,494.37 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 3.55% (614.41 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, teniendo una disminución de 1.28% con respecto al volumen actual. Así mismo, se estima que el volumen de evaporación en embalses será de 299.52 hm<sup>3</sup>, disminuyendo un 7.31%, de tal manera que, el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado aumentará un 5.24%, siendo un volumen de 314.89 hm<sup>3</sup>, que representa el 1.82% del volumen de agua de lluvia.
- En la RH34 se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 27,687.96 hm<sup>3</sup> incrementando un 7.01% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 5.66% (1,566.71 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 90.06% (24,935.64 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 4.28% (1,185.62 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, teniendo una

disminución de 5.53% con respecto al volumen actual. Así mismo, se estima que el volumen de evaporación en embalses será de 17.26 hm<sup>3</sup>, incrementando un 5.71%, de tal manera que, el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado disminuirá un 5.67%, siendo un volumen de 1,168.35 hm<sup>3</sup>, que representa el 4.22% del volumen de agua de lluvia.

- En la RH35 se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 13,945.00 hm<sup>3</sup> disminuyendo un 9.85% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 1.25% (174.22 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 95.15% (13,268.83 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 3.60% (501.96 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, y al no haber evaporación en embalses, es este mismo volumen el que puede ser aprovechado teniendo un aumento del 4.66%.

En general, considerando la extensión total de la zona de estudio, se estima que bajo las condiciones del escenario RCP 4.5 para el futuro cercano, en las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua se generará un volumen de lluvia medio anual de 217,321.53 hm<sup>3</sup>, que representa una disminución de 0.02% con respecto a las condiciones actuales, del cual, se estima que el 14.13% (30,711.31 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; el 76.40% (166,032.70 hm<sup>3</sup>) se evapotranspirará; y el 9.47% (20,577.52 hm<sup>3</sup>) se convertirá en escurrimiento natural, teniendo este último un incremento de 0.15%. Así mismo, se tendrá una evaporación total en embalses de 1,897.79 hm<sup>3</sup>, que representa un incremento del 6.35%, con lo cual, considerando el volumen de escurrimiento natural, se tiene que el volumen medio anual de agua superficial que podrá ser aprovechado será de 18,679.72 hm<sup>3</sup>, teniendo una disminución de 0.43% y que representará el 8.60% del volumen de agua de lluvia.

En la Figura 31 se muestran los cambios en los valores de las variables climatológicas y de la distribución del volumen de agua de lluvia para cada región hidrológica, así como para toda la región de estudio, considerando el escenario RCP 4.5 en un futuro cercano.

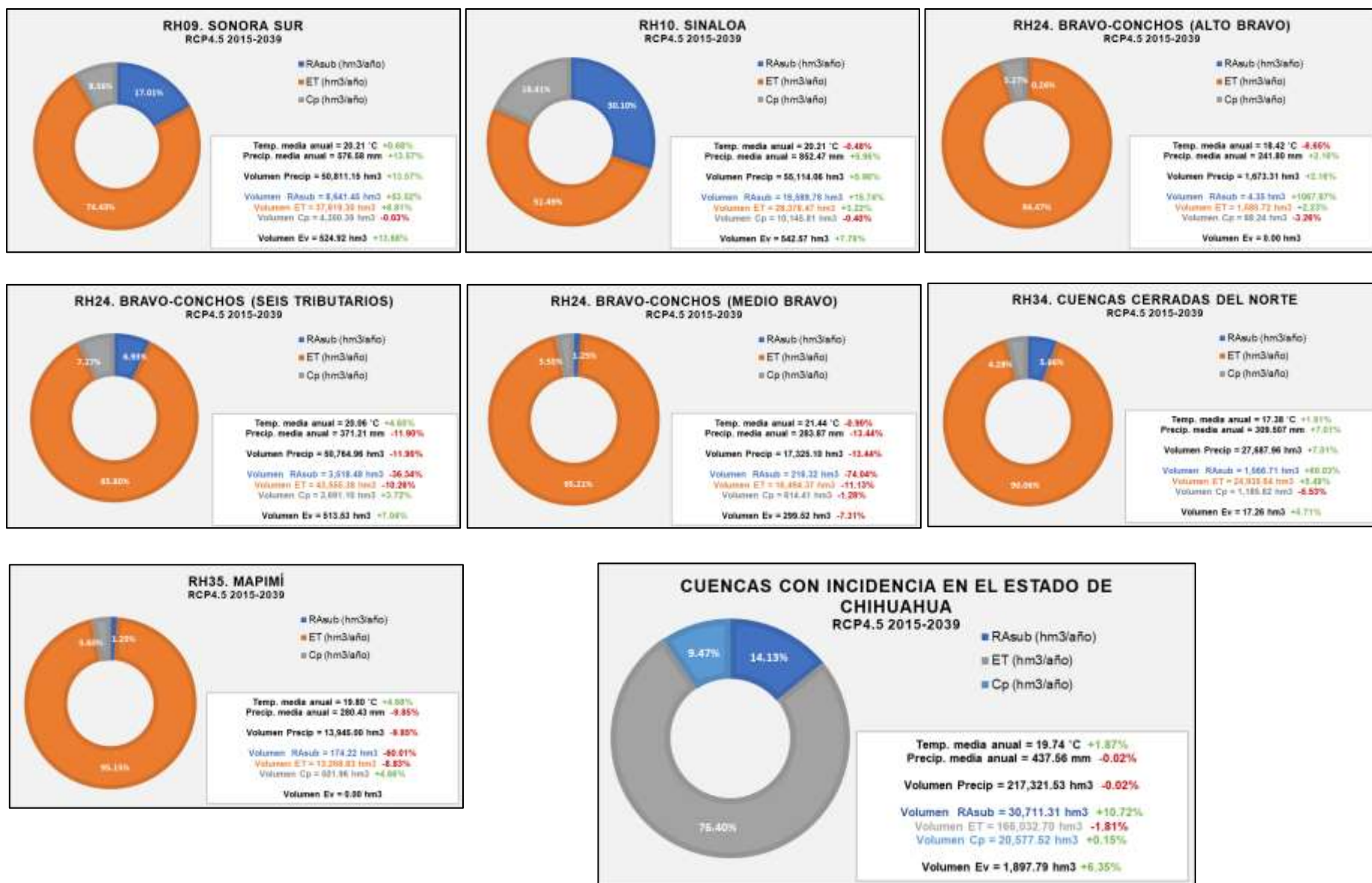


Figura 31. Distribución del agua de lluvia en las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua bajo es escenario RCP 4.5 futuro cercano (2015-2039).

### 7.1.2 Cambios estimados para el escenario RCP 4.5 en el futuro medio.

En la Tabla 36 se muestran los cambios estimados en los valores de las variables climatológicas de las cuales es función el escurrimiento natural, así como la evaporación en embalses, bajo el escenario RCP 4.5 para un futuro medio.

Tabla 36. Cambios estimados en los valores medios de escurrimiento natural y evaporación en embalses bajo el escenario RCP 4.5 en el futuro medio (2045-2069).

Clave	Nombre de la cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Precip. media (mm/año)	Temp. media (°C)	Volumen de precip. (hm <sup>3</sup> /año)	RAsub (hm <sup>3</sup> /año)	ET (hm <sup>3</sup> /año)	Cp (hm <sup>3</sup> /año)	Ev (hm <sup>3</sup> /año)
907	Río Bavispe	14566.88	452.29	18.39	6588.42	669.81	5372.77	545.84	68.45
908	Río Yaqui 1	39928.81	627.31	19.11	25047.84	4737.71	18217.38	2092.75	145.12
909	Río Yaqui 2	11744.85	596.54	24.85	7006.22	843.75	5817.11	345.36	236.35
910	Río Yaqui 3	6278.69	320.92	26.48	2014.98	3.62	1953.41	57.95	0.00
913	Río Mayo 1	7658.26	835.66	20.65	6399.73	1751.30	3589.36	1059.07	0.00
914	Arroyo Quiriego	1074.87	738.34	24.18	793.63	151.05	615.15	27.43	0.00
915	Río Mayo 2	2238.02	688.49	25.80	1540.85	236.46	1156.25	148.14	98.62
916	Río Mayo 3	4634.69	414.85	26.20	1922.68	69.01	1783.72	69.95	0.00
<b>Total RH09</b>		<b>88125.07</b>	<b>582.29</b>	<b>21.02</b>	<b>51314.34</b>	<b>8462.72</b>	<b>38505.14</b>	<b>4346.48</b>	<b>548.54</b>
1001	Río Fuerte 1	26033.14	848.89	18.08	22099.39	6924.28	11119.76	4055.35	94.91
1002	Río Choix	1487.26	902.12	23.60	1341.69	359.49	699.27	282.93	0.00
1003	Arroyo Álamos	1777.68	662.81	25.39	1178.26	171.54	914.61	92.11	0.00
1004	Río Fuerte 2	5430.81	606.93	26.40	3296.14	373.77	2326.33	596.04	221.94
1005	Río Humaya	10899.15	986.72	19.50	10754.43	3808.25	5024.31	1921.87	123.65
1006	Río Tamazula	3275.23	1103.09	23.95	3612.88	1238.26	1613.79	760.83	42.65
1007	Río Culiacán	2596.83	687.13	27.01	1784.36	255.06	1089.48	439.83	0.00
1008	Río Sinaloa 1	7366.63	1010.71	21.29	7445.53	2533.59	3529.09	1382.85	69.55
1009	Arroyo Ocoroni	1419.64	901.14	24.85	1279.30	324.66	805.41	149.23	18.45
1010	Arroyo Cabrera	627.02	782.96	26.35	490.93	92.86	322.69	75.37	0.00
1011	Río Sinaloa 2	3738.81	683.75	26.31	2556.42	376.19	1677.15	503.09	0.00
<b>Total RH10</b>		<b>64652.18</b>	<b>863.69</b>	<b>21.07</b>	<b>55839.33</b>	<b>16457.95</b>	<b>29121.88</b>	<b>10259.50</b>	<b>571.15</b>
2401	Río Bravo 1	3325.11	248.21	19.32	825.34	0.00	757.88	67.46	0.00
2402	Río Bravo 2	3595.13	278.67	19.39	1001.84	9.99	962.77	29.08	0.00
<b>Total RH24 Alto Bravo</b>		<b>6920.24</b>	<b>264.03</b>	<b>19.36</b>	<b>1827.18</b>	<b>9.99</b>	<b>1720.64</b>	<b>96.54</b>	<b>0.00</b>
2403	Río Florido 1	1467.99	551.38	17.36	809.42	135.33	543.59	130.50	17.65
2404	Río Florido 2	1279.35	480.41	19.25	614.62	67.23	492.34	55.05	0.00
2405	Río Florido 3	4992.29	429.48	19.99	2144.11	165.74	1953.20	25.18	3.19
2406	Río Parral	1625.46	430.55	19.77	699.85	55.56	588.91	55.37	0.00
2407	Río Balleza	1188.09	714.84	14.64	849.30	251.12	506.32	91.86	0.00
2408	Río Conchos 1	19626.52	544.74	17.49	10691.30	1731.85	7924.18	1035.28	218.79
2409	Río Conchos 2	10855.15	334.91	20.68	3635.52	103.71	3131.63	400.19	0.00
2410	Río Conchos 3	6565.97	376.24	20.12	2470.40	124.47	2281.66	64.27	58.59
2411	Río Conchos 4	8726.44	303.31	20.87	2646.77	37.96	2490.88	117.94	0.00
2412	Río San Pedro	10650.94	442.75	18.27	4715.75	459.85	3884.75	371.14	50.80
2413	Río Chuvíscar	419.54	471.17	17.77	197.67	23.24	170.09	4.34	3.20
2418	Arroyo de las Vacas	868.37	398.75	23.33	346.27	14.88	310.98	20.41	0.00
2419	Río San Diego	2127.59	398.98	23.29	848.87	36.73	651.44	160.71	2.55
2421	Río San Rodrigo	1907.01	391.83	23.40	747.22	29.69	617.65	99.88	3.25
2423	Río Escondido	2870.90	399.34	23.61	1146.45	47.94	1031.81	66.70	0.00

Tabla 36. (Continuación).

Clave	Nombre de la cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Precip. media (mm/año)	Temp. media (°C)	Volumen de precip. (hm <sup>3</sup> /año)	RAsub (hm <sup>3</sup> /año)	ET (hm <sup>3</sup> /año)	Cp (hm <sup>3</sup> /año)	Ev (hm <sup>3</sup> /año)
2426	Río Sabinas	17059.47	342.65	21.75	5845.46	157.33	5306.49	381.63	0.00
2427	Río Nadadores	21596.50	281.38	22.06	6076.86	9.72	5850.93	216.21	0.00
2428	Río Salado	22927.06	335.77	24.14	7698.28	111.42	7184.85	402.00	188.03
<b>Total RH24 Seis Tributarios</b>		<b>136754.65</b>	<b>381.59</b>	<b>20.96</b>	<b>52184.13</b>	<b>3563.78</b>	<b>44921.70</b>	<b>3698.65</b>	<b>546.05</b>
2414	Río Bravo 3	12199.12	289.89	21.29	3536.46	26.16	3487.82	22.48	0.00
2415	Río Bravo 4	29340.35	261.50	21.72	7672.62	0.00	7485.38	187.24	0.00
2416	Río Bravo 5	6472.99	297.48	22.70	1925.61	10.43	1750.66	164.51	146.09
2417	Río Bravo 6	220.04	387.02	23.41	85.16	3.21	77.95	4.00	0.00
2420	Río Bravo 7	363.51	479.26	23.34	174.22	13.62	124.06	36.53	0.00
2422	Río Bravo 8	1201.29	448.73	23.71	539.06	33.61	484.44	21.01	0.00
2424	Río Bravo 9	3045.20	413.59	23.90	1259.45	58.30	1169.94	31.21	0.00
2425	Río Bravo 10	4015.13	392.01	24.38	1573.97	55.34	1431.16	87.47	0.00
2429	Río Bravo 11	4174.53	381.52	25.27	1592.67	43.32	1476.06	73.29	171.06
<b>Total RH24 Medio Bravo</b>		<b>61032.16</b>	<b>300.81</b>	<b>22.32</b>	<b>18359.22</b>	<b>244.01</b>	<b>17487.47</b>	<b>627.75</b>	<b>317.16</b>
3401	Río Casas Grandes 1	5239.05	441.45	15.44	2312.80	284.33	1967.12	61.35	0.00
3402	Río Casas Grandes 2	13061.71	321.63	18.82	4200.99	133.15	3941.48	126.36	0.00
3403	Hacienda San Francisco-Juguete-Madero-Palomas	5345.80	269.57	19.18	1441.09	10.09	1359.92	71.08	0.00
3404	Laguna de Babicora	1921.38	592.50	13.83	1138.42	269.73	842.18	26.50	0.00
3405	Río Santa María 1	3870.44	446.03	15.58	1726.34	214.62	1459.15	52.56	11.00
3406	Río Santa María 2	5638.36	303.91	18.76	1713.58	40.76	1602.35	70.47	0.00
3407	Laguna El Sabinal	1885.57	266.74	19.46	502.96	2.42	477.82	22.72	0.00
3408	Desierto de Samalayuca	8358.66	225.40	20.10	1884.07	0.00	1799.42	84.65	0.00
3409	Laguna La Vieja	1837.88	282.70	19.48	519.57	5.87	484.08	29.61	0.00
3410	Río del Carmen 1	4568.98	435.73	16.11	1990.84	224.69	1710.73	55.41	7.51
3411	Río del Carmen 2	8749.72	283.58	19.09	2481.22	32.96	2340.28	107.98	0.00
3412	Rancho El Cuarenta	1023.08	263.72	18.40	269.81	2.03	256.09	11.70	0.00
3413	Arroyo Roma	1782.83	254.70	19.26	454.09	0.30	430.84	22.94	0.00
3414	Félix U. Gómez	2893.27	255.37	18.45	738.84	2.81	692.84	43.19	0.00
3415	Arroyo El Carrizo	3708.85	273.05	19.11	1012.69	8.84	926.09	77.76	0.00
3416	Arroyo El Burro	4402.82	270.91	19.21	1192.77	8.86	1102.92	80.99	0.00
3417	Laguna de Tarabillas	1863.44	319.76	18.50	595.85	19.35	549.84	26.66	0.00
3418	Laguna El Cuervo	6233.89	318.68	19.54	1986.63	53.14	1837.12	96.37	0.00
3419	Laguna de Encinillas	2883.30	435.34	17.29	1255.21	127.78	1089.65	37.77	0.00
3420	Rancho Hormigas-El Diablo	196.54	375.45	18.27	73.79	4.55	65.38	3.86	0.00
3421	Laguna de Bustillos	3227.26	457.31	15.83	1475.84	189.70	1220.00	66.14	0.00
3422	Laguna Los Mexicanos	767.62	490.47	15.48	376.49	57.45	299.54	19.50	0.00
<b>Total RH34</b>		<b>89460.44</b>	<b>328.01</b>	<b>18.31</b>	<b>29343.89</b>	<b>1693.44</b>	<b>26454.88</b>	<b>1195.57</b>	<b>18.51</b>
3502	Laguna del Rey	16050.43	258.92	21.25	4155.71	0.00	4006.91	148.80	0.00
3504	Polvorillos- Arroyo El Márquez	12355.61	288.08	20.50	3559.40	34.09	3387.84	137.47	0.00
3505	El Llano-Laguna del Milagro	10342.00	317.00	20.30	3278.43	73.68	3096.54	108.21	0.00
3506	Arroyo La India-Laguna Palomas	10978.94	333.35	20.73	3659.79	101.01	3453.43	105.35	0.00
<b>Total RH35</b>		<b>49726.98</b>	<b>294.68</b>	<b>20.75</b>	<b>14653.33</b>	<b>208.78</b>	<b>13944.72</b>	<b>499.83</b>	<b>0.00</b>

A continuación, se describe para cada región hidrológica, los cambios estimados que presentan las variables climatológicas con respecto a los valores actuales, producidos por los efectos del cambio en la precipitación media anual y temperatura media anual, según el escenario de cambio climático RCP 4.5 en el futuro medio (2045-2069).

- En la RH09 se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 51,314.34 hm<sup>3</sup> incrementando un 14.70% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 16.49% (8,462.72 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 75.04% (38,505.14 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 8.47% (4,346.48 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, teniendo una disminución de 0.12% con respecto al volumen actual. Así mismo, se estima que el volumen de evaporación en embalses será de 548.54 hm<sup>3</sup>, incrementando un 18.80%, de tal manera que, el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado disminuirá un 2.37%, siendo un volumen de 3,797.95 hm<sup>3</sup>, que representa el 7.40% del volumen de agua de lluvia.
- En la RH10 se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 55,839.33 hm<sup>3</sup> incrementando un 7.36% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 29.47% (16,457.95 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 52.15% (29,121.88 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 18.37% (10,259.50 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, teniendo un incremento de 0.71% con respecto al volumen actual. Así mismo, se estima que el volumen de evaporación en embalses será de 571.15 hm<sup>3</sup>, incrementando un 13.44%, de tal manera que, el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado aumentará un 0.05%, siendo un volumen de 9,688.35 hm<sup>3</sup>, que representa el 17.35% del volumen de agua de lluvia.
- En la subregión RH24 Alto Bravo se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 1,827.18 hm<sup>3</sup> incrementando un 11.56% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 0.55% (9.99 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 94.17% (1,720.64 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 5.28% (96.54 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, y al no haber evaporación en embalses, es este mismo volumen el que puede ser aprovechado teniendo un aumento del 5.84%.
- En la subregión RH24 Seis Tributarios se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 52,184.13 hm<sup>3</sup> disminuyendo un 9.43% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 6.83% (3,563.78 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 86.08% (44,921.70

hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 7.09% (3,698.65 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, teniendo un aumento de 3.93% con respecto al volumen actual. Así mismo, se estima que el volumen de evaporación en embalses será de 546.05 hm<sup>3</sup>, incrementando un 13.81%, de tal manera que, el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado aumentará un 2.39%, siendo un volumen de 3,152.60 hm<sup>3</sup>, que representa el 6.04% del volumen de agua de lluvia.

- En la subregión RH24 Medio Bravo se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 18,359.22 hm<sup>3</sup> disminuyendo un 8.28% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 1.33% (244.01 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 95.25% (17,487.47 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 3.42% (627.75 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, teniendo un aumento de 0.86% con respecto al volumen actual. Así mismo, se estima que el volumen de evaporación en embalses será de 317.16 hm<sup>3</sup>, disminuyendo un 1.85%, de tal manera que, el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado aumentará un 3.80%, siendo un volumen de 310.59 hm<sup>3</sup>, que representa el 1.69% del volumen de agua de lluvia.
- En la RH34 se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 29,343.89 hm<sup>3</sup> incrementando un 13.41% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 5.77% (1,693.44 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 90.15% (26,454.88 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 4.07% (1,195.57 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, teniendo una disminución de 4.73% con respecto al volumen actual. Así mismo, se estima que el volumen de evaporación en embalses será de 18.51 hm<sup>3</sup>, incrementando un 13.32%, de tal manera que, el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado disminuirá un 4.97%, siendo un volumen de 1,177.07 hm<sup>3</sup>, que representa el 4.01% del volumen de agua de lluvia.
- En la RH35 se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 14,653.33 hm<sup>3</sup> disminuyendo un 5.27% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 1.42% (208.78 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 95.16% (13,944.72 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 3.41% (499.83 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, y al no haber evaporación en embalses, es este mismo volumen el que puede ser aprovechado teniendo un aumento del 4.21%.

En general, considerando la extensión total de la zona de estudio, se estima que bajo las condiciones del escenario RCP 4.5 para el futuro medio, en las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua se generará un volumen de lluvia medio anual de 223,521.43 hm<sup>3</sup>, que representa un incremento de 2.83% con respecto a las condiciones actuales, del cual, se estima que el 13.71%

(30,640.67 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; el 77.02% (172,156.43 hm<sup>3</sup>) se evapotranspirará; y el 9.27% (20,724.33 hm<sup>3</sup>) se convertirá en escurrimiento natural, teniendo este último un incremento de 0.87%. Así mismo, se tendrá una evaporación total en embalses de 2,001.40 hm<sup>3</sup>, que representa un incremento del 12.16%, con lo cual, considerando el volumen de escurrimiento natural, se tiene que el volumen medio anual de agua superficial que podrá ser aprovechado será de 18,722.93 hm<sup>3</sup>, teniendo una disminución de 0.20% y que representará el 8.38% del volumen de agua de lluvia.

En la Figura 32 se muestran los cambios en los valores de las variables climatológicas y de la distribución del volumen de agua de lluvia para cada región hidrológica, así como para toda la región de estudio, considerando el escenario RCP 4.5 en un futuro medio.

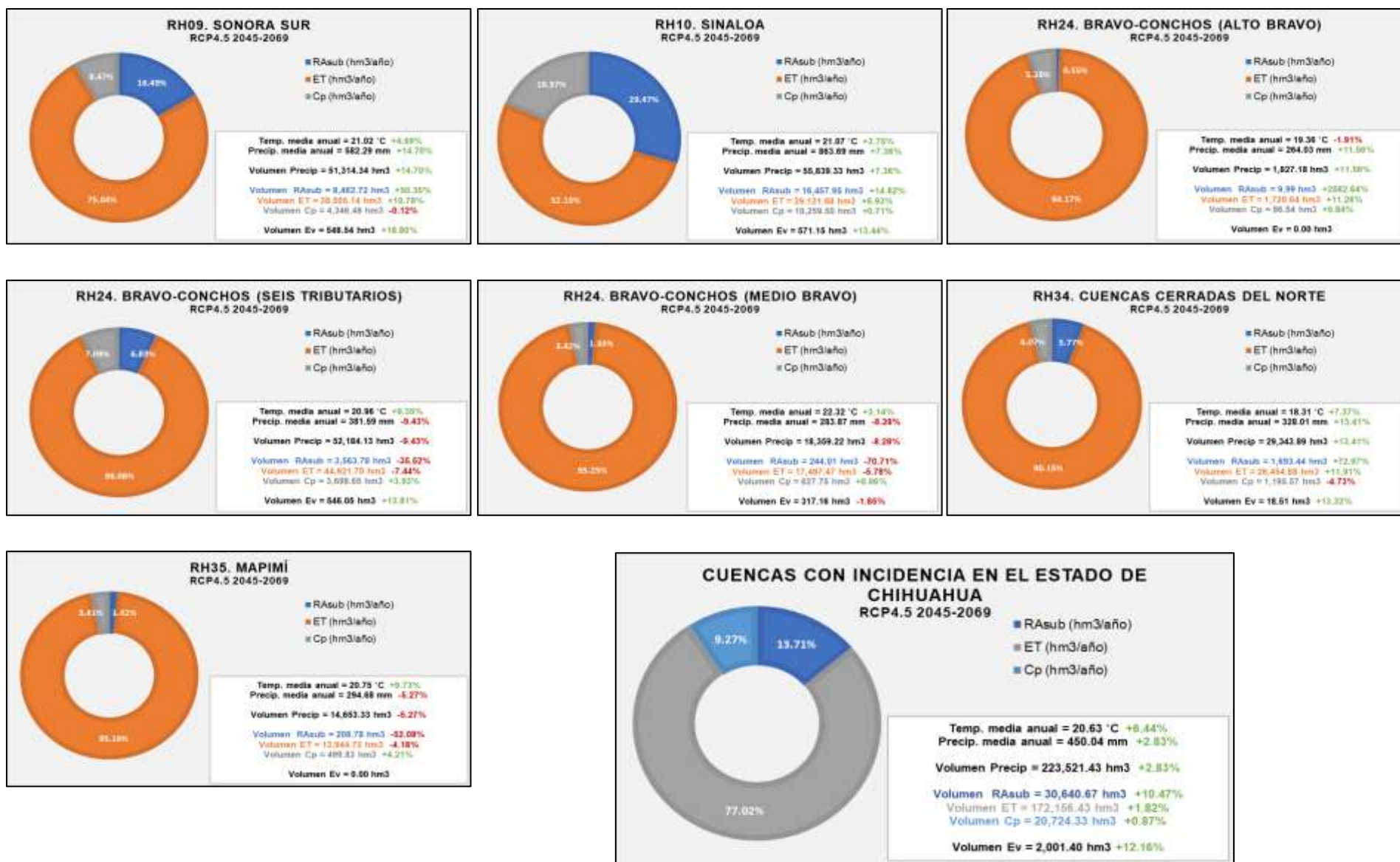


Figura 32. Distribución del agua de lluvia en las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua bajo es escenario RCP 4.5 futuro medio (2045-2069).

### 7.1.3 Cambios estimados para el escenario RCP 4.5 en el futuro lejano.

En la Tabla 37 se muestran los cambios estimados en los valores de las variables climatológicas de las cuales es función el escurrimiento natural, así como la evaporación en embalses, bajo el escenario RCP 4.5 para un futuro lejano.

Tabla 37. Cambios estimados en los valores medios de escurrimiento natural y evaporación en embalses bajo el escenario RCP 4.5 en el futuro lejano (2075-2099).

Clave	Nombre de la cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Precip. media (mm/año)	Temp. media (°C)	Volumen de precip. (hm <sup>3</sup> /año)	RAsub (hm <sup>3</sup> /año)	ET (hm <sup>3</sup> /año)	Cp (hm <sup>3</sup> /año)	Ev (hm <sup>3</sup> /año)
907	Río Bavispe	14566.88	427.85	19.04	6232.47	519.75	5172.79	539.93	71.32
908	Río Yaqui 1	39928.81	595.18	19.68	23765.00	3947.53	17672.67	2144.79	150.79
909	Río Yaqui 2	11744.85	569.99	25.39	6694.46	700.66	5632.99	360.81	245.04
910	Río Yaqui 3	6278.69	303.06	26.97	1902.80	0.00	1851.22	51.58	0.00
913	Río Mayo 1	7658.26	800.53	21.16	6130.67	1540.46	3524.96	1065.24	0.00
914	Arroyo Quiriego	1074.87	710.29	24.69	763.47	131.99	600.91	30.57	0.00
915	Río Mayo 2	2238.02	662.73	26.29	1483.20	204.98	1129.68	148.54	101.64
916	Río Mayo 3	4634.69	398.69	26.67	1847.80	51.55	1724.11	72.13	0.00
<b>Total RH09</b>		<b>88125.07</b>	<b>553.98</b>	<b>21.58</b>	<b>48819.86</b>	<b>7096.93</b>	<b>37309.34</b>	<b>4413.59</b>	<b>568.79</b>
1001	Río Fuerte 1	26033.14	818.35	18.57	21304.29	6228.26	10984.89	4091.14	97.42
1002	Río Choix	1487.26	875.53	24.08	1302.14	327.34	692.09	282.70	0.00
1003	Arroyo Álamos	1777.68	642.72	25.87	1142.54	151.80	897.78	92.96	0.00
1004	Río Fuerte 2	5430.81	593.70	26.86	3224.25	337.13	2300.98	586.14	228.03
1005	Río Humaya	10899.15	955.59	19.95	10415.10	3490.29	4978.81	1946.00	126.90
1006	Río Tamazula	3275.23	1077.05	24.40	3527.58	1156.66	1605.45	765.48	43.80
1007	Río Culiacán	2596.83	674.97	27.43	1752.78	235.77	1082.47	434.54	0.00
1008	Río Sinaloa 1	7366.63	979.46	21.76	7215.35	2321.71	3497.23	1396.40	71.33
1009	Arroyo Ocoroni	1419.64	878.46	25.32	1247.10	298.52	797.67	150.91	18.91
1010	Arroyo Cabrera	627.02	768.77	26.82	482.03	86.28	320.66	75.09	0.00
1011	Río Sinaloa 2	3738.81	674.01	26.75	2520.01	351.22	1670.27	498.52	0.00
<b>Total RH10</b>		<b>64652.18</b>	<b>837.30</b>	<b>21.54</b>	<b>54133.18</b>	<b>14984.99</b>	<b>28828.31</b>	<b>10319.88</b>	<b>586.39</b>
2401	Río Bravo 1	3325.11	221.77	19.97	737.40	0.00	686.06	51.34	0.00
2402	Río Bravo 2	3595.13	254.32	20.00	914.32	0.00	884.62	29.69	0.00
<b>Total RH24 Alto Bravo</b>		<b>6920.24</b>	<b>238.68</b>	<b>19.98</b>	<b>1651.72</b>	<b>0.00</b>	<b>1570.68</b>	<b>81.03</b>	<b>0.00</b>
2403	Río Florido 1	1467.99	533.65	17.82	783.39	119.24	534.99	129.16	18.13
2404	Río Florido 2	1279.35	463.71	19.72	593.25	57.43	481.16	54.67	0.00
2405	Río Florido 3	4992.29	414.65	20.43	2070.05	138.51	1899.06	32.48	3.29
2406	Río Parral	1625.46	416.97	20.21	677.76	47.12	575.83	54.82	0.00
2407	Río Balleza	1188.09	690.31	15.11	820.15	225.68	499.98	94.50	0.00
2408	Río Conchos 1	19626.52	526.25	17.96	10328.54	1514.43	7774.33	1039.79	225.87
2409	Río Conchos 2	10855.15	321.27	21.13	3487.41	72.03	3032.23	383.15	0.00
2410	Río Conchos 3	6565.97	360.35	20.63	2366.04	94.98	2200.87	70.19	60.45
2411	Río Conchos 4	8726.44	283.55	21.41	2474.42	11.28	2345.61	117.53	0.00
2412	Río San Pedro	10650.94	429.99	18.75	4579.84	397.46	3812.81	369.58	52.28
2413	Río Chuvísca	419.54	458.11	18.27	192.20	20.35	166.97	4.88	3.30
2418	Arroyo de las Vacas	868.37	394.77	23.74	342.81	13.47	309.03	20.31	0.00
2419	Río San Diego	2127.59	398.47	23.69	847.78	34.81	653.49	159.49	2.65
2421	Río San Rodrigo	1907.01	398.00	23.78	758.99	30.68	627.85	100.46	3.36
2423	Río Escondido	2870.90	405.67	24.00	1164.64	49.52	1048.75	66.36	0.00

Tabla 37. (Continuación).

Clave	Nombre de la cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Precip. media (mm/año)	Temp. media (°C)	Volumen de precip. (hm <sup>3</sup> /año)	RAsub (hm <sup>3</sup> /año)	ET (hm <sup>3</sup> /año)	Cp (hm <sup>3</sup> /año)	Ev (hm <sup>3</sup> /año)
2426	Río Sabinas	17059.47	344.38	22.15	5874.93	151.82	5342.85	380.26	0.00
2427	Río Nadadores	21596.50	287.07	22.47	6199.77	14.69	5969.78	215.31	0.00
2428	Río Salado	22927.06	340.64	24.55	7809.90	115.58	7293.11	401.21	194.33
<b>Total RH24 Seis Tributarios</b>		<b>136754.65</b>	<b>375.65</b>	<b>21.40</b>	<b>51371.86</b>	<b>3109.06</b>	<b>44568.67</b>	<b>3694.13</b>	<b>563.66</b>
2414	Río Bravo 3	12199.12	270.75	21.78	3302.89	0.00	3264.96	37.92	0.00
2415	Río Bravo 4	29340.35	250.06	22.16	7336.81	0.00	7175.95	160.86	0.00
2416	Río Bravo 5	6472.99	291.60	23.13	1887.51	3.61	1723.41	160.49	150.55
2417	Río Bravo 6	220.04	383.74	23.81	84.44	2.91	77.53	4.00	0.00
2420	Río Bravo 7	363.51	469.09	23.77	170.52	12.10	122.68	35.74	0.00
2422	Río Bravo 8	1201.29	447.19	24.11	537.21	31.90	484.25	21.06	0.00
2424	Río Bravo 9	3045.20	416.71	24.31	1268.96	57.79	1180.30	30.87	0.00
2425	Río Bravo 10	4015.13	393.36	24.80	1579.40	53.40	1438.96	87.04	0.00
2429	Río Bravo 11	4174.53	377.02	25.68	1573.89	37.56	1463.06	73.27	177.55
<b>Total RH24 Medio Bravo</b>		<b>61032.16</b>	<b>290.69</b>	<b>22.76</b>	<b>17741.63</b>	<b>199.28</b>	<b>16931.10</b>	<b>611.25</b>	<b>328.09</b>
3401	Río Casas Grandes 1	5239.05	414.62	16.06	2172.19	219.09	1880.11	72.99	0.00
3402	Río Casas Grandes 2	13061.71	298.57	19.48	3899.89	70.60	3692.29	137.00	0.00
3403	Hacienda San Francisco-Juguete-Madero-Palomas	5345.80	248.68	19.85	1329.39	0.00	1265.00	64.39	0.00
3404	Laguna de Babicora	1921.38	560.31	14.39	1076.56	225.19	816.72	34.66	0.00
3405	Río Santa María 1	3870.44	422.76	16.12	1636.29	171.97	1404.66	59.65	11.40
3406	Río Santa María 2	5638.36	280.95	19.38	1584.08	17.38	1495.20	71.51	0.00
3407	Laguna El Sabinal	1885.57	244.28	20.12	460.60	0.00	441.09	19.52	0.00
3408	Desierto de Samalayuca	8358.66	200.51	20.75	1675.97	0.00	1614.05	61.92	0.00
3409	Laguna La Vieja	1837.88	259.72	20.10	477.34	0.00	449.10	28.24	0.00
3410	Río del Carmen 1	4568.98	414.68	16.66	1894.64	180.89	1650.70	63.05	7.79
3411	Río del Carmen 2	8749.72	260.55	19.70	2279.78	3.37	2168.89	107.52	0.00
3412	Rancho El Cuarenta	1023.08	238.16	19.04	243.65	0.00	233.35	10.30	0.00
3413	Arroyo Roma	1782.83	228.15	19.91	406.76	0.00	389.53	17.23	0.00
3414	Félix U. Gómez	2893.27	231.06	19.07	668.51	0.00	633.24	35.27	0.00
3415	Arroyo El Carrizo	3708.85	250.32	19.71	928.39	0.00	858.80	69.59	0.00
3416	Arroyo El Burro	4402.82	249.70	19.80	1099.37	0.00	1026.75	72.62	0.00
3417	Laguna de Tarabillas	1863.44	297.81	19.09	554.96	10.82	517.24	26.89	0.00
3418	Laguna El Cuervo	6233.89	299.84	20.09	1869.19	30.00	1743.28	95.91	0.00
3419	Laguna de Encinillas	2883.30	416.25	17.83	1200.18	103.95	1054.53	41.70	0.00
3420	Rancho Hormigas-El Diablo	196.54	358.27	18.81	70.41	3.48	63.04	3.89	0.00
3421	Laguna de Bustillos	3227.26	440.22	16.33	1420.71	161.09	1190.03	69.60	0.00
3422	Laguna Los Mexicanos	767.62	471.14	15.97	361.65	48.98	292.21	20.46	0.00
<b>Total RH34</b>		<b>89460.44</b>	<b>305.28</b>	<b>18.92</b>	<b>27310.54</b>	<b>1246.81</b>	<b>24879.82</b>	<b>1183.91</b>	<b>19.19</b>
3502	Laguna del Rey	16050.43	249.43	21.68	4003.49	0.00	3871.88	131.62	0.00
3504	Polvorillos- Arroyo El Márquez	12355.61	272.73	20.96	3369.76	6.58	3223.96	139.23	0.00
3505	El Llano-Laguna del Milagro	10342.00	304.32	20.74	3147.24	48.00	2987.16	112.09	0.00
3506	Arroyo La India-Laguna Palomas	10978.94	319.42	21.18	3506.88	69.10	3326.18	111.60	0.00
<b>Total RH35</b>		<b>49726.98</b>	<b>282.09</b>	<b>21.20</b>	<b>14027.37</b>	<b>123.68</b>	<b>13409.17</b>	<b>494.53</b>	<b>0.00</b>

A continuación, se describe para cada región hidrológica, los cambios estimados que presentan las variables climatológicas con respecto a los valores actuales, producidos por los efectos del cambio en la precipitación media anual y temperatura media anual, según el escenario de cambio climático RCP 4.5 en el futuro lejano (2075-2099).

- En la RH09 se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 48,819.86 hm<sup>3</sup> incrementando un 9.12% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 14.54% (7,096.93 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 76.42% (37,309.34 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 9.04% (4,413.59 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, teniendo un incremento de 1.42% con respecto al volumen actual. Así mismo, se estima que el volumen de evaporación en embalses será de 568.79 hm<sup>3</sup>, incrementando un 23.18%, de tal manera que, el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado disminuirá un 1.16%, siendo un volumen de 3,844.80 hm<sup>3</sup>, que representa el 7.88% del volumen de agua de lluvia.
- En la RH10 se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 54,133.18 hm<sup>3</sup> incrementando un 4.08% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 27.68% (14,984.99 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 53.25% (28,828.31 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 19.06% (10,319.88 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, teniendo un incremento de 1.31% con respecto al volumen actual. Así mismo, se estima que el volumen de evaporación en embalses será de 586.39 hm<sup>3</sup>, incrementando un 16.47%, de tal manera que, el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado aumentará un 0.52%, siendo un volumen de 9,733.49 hm<sup>3</sup>, que representa el 17.98% del volumen de agua de lluvia.
- En la subregión RH24 Alto Bravo se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 1,651.72 hm<sup>3</sup> incrementando un 0.85% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 95.09% (1,570.68 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 4.91% (81.03 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, y al no haber evaporación en embalses, es este mismo volumen el que puede ser aprovechado teniendo una disminución de 11.16%.
- En la subregión RH24 Seis Tributarios se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 51,371.86 hm<sup>3</sup> disminuyendo un 10.84% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 6.05% (3,109.06 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 86.76% (44,568.67 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 7.19% (3,694.13 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, teniendo

un aumento de 3.80% con respecto al volumen actual. Así mismo, se estima que el volumen de evaporación en embalses será de 563.66 hm<sup>3</sup>, incrementando un 17.48%, de tal manera que, el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado aumentará un 1.67%, siendo un volumen de 3,130.47 hm<sup>3</sup>, que representa el 6.09% del volumen de agua de lluvia.

- En la subregión RH24 Medio Bravo se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 17,741.63 hm<sup>3</sup> disminuyendo un 11.36% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 1.12% (199.28 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 95.43% (16,931.10 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 3.45% (611.25 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, teniendo una disminución de 1.79% con respecto al volumen actual. Así mismo, se estima que el volumen de evaporación en embalses será de 328.09 hm<sup>3</sup>, aumentando un 1.53%, de tal manera que, el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado disminuirá un 5.37%, siendo un volumen de 283.16 hm<sup>3</sup>, que representa el 1.60% del volumen de agua de lluvia.
- En la RH34 se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 27,310.54 hm<sup>3</sup> incrementando un 5.56% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 4.57% (1,246.81 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 91.10% (24,879.82 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 4.33% (1,183.91 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, teniendo una disminución de 5.66% con respecto al volumen actual. Así mismo, se estima que el volumen de evaporación en embalses será de 19.19 hm<sup>3</sup>, incrementando un 17.52%, de tal manera que, el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado disminuirá un 5.97%, siendo un volumen de 1,164.72 hm<sup>3</sup>, que representa el 4.27% del volumen de agua de lluvia.
- En la RH35 se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 14,027.37 hm<sup>3</sup> disminuyendo un 9.32% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 0.88% (123.68 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 95.59% (13,409.17 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 3.53% (494.53 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, y al no haber evaporación en embalses, es este mismo volumen el que puede ser aprovechado teniendo un aumento del 3.11%.

En general, considerando la extensión total de la zona de estudio, se estima que bajo las condiciones del escenario RCP 4.5 para el futuro lejano, en las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua se generará un volumen de lluvia medio anual de 215,056.16 hm<sup>3</sup>, que representa una disminución de 1.06% con respecto a las condiciones actuales, del cual, se estima que el 12.44% (26,760.74 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; el 77.89% (167,497.09 hm<sup>3</sup>) se

evapotranspirará; y el 9.67% (20,798.32 hm<sup>3</sup>) se convertirá en escurrimiento natural, teniendo este último un incremento de 1.23%. Así mismo, se tendrá una evaporación total en embalses de 2,066.13 hm<sup>3</sup>, que representa un incremento del 15.78%, con lo cual, considerando el volumen de escurrimiento natural, se tiene que el volumen medio anual de agua superficial que podrá ser aprovechado será de 18,732.20 hm<sup>3</sup>, teniendo una disminución de 0.16% y que representará el 8.71% del volumen de agua de lluvia.

En la Figura 33 se muestran los cambios en los valores de las variables climatológicas y de la distribución del volumen de agua de lluvia para cada región hidrológica, así como para toda la región de estudio, considerando el escenario RCP 4.5 en un futuro lejano.

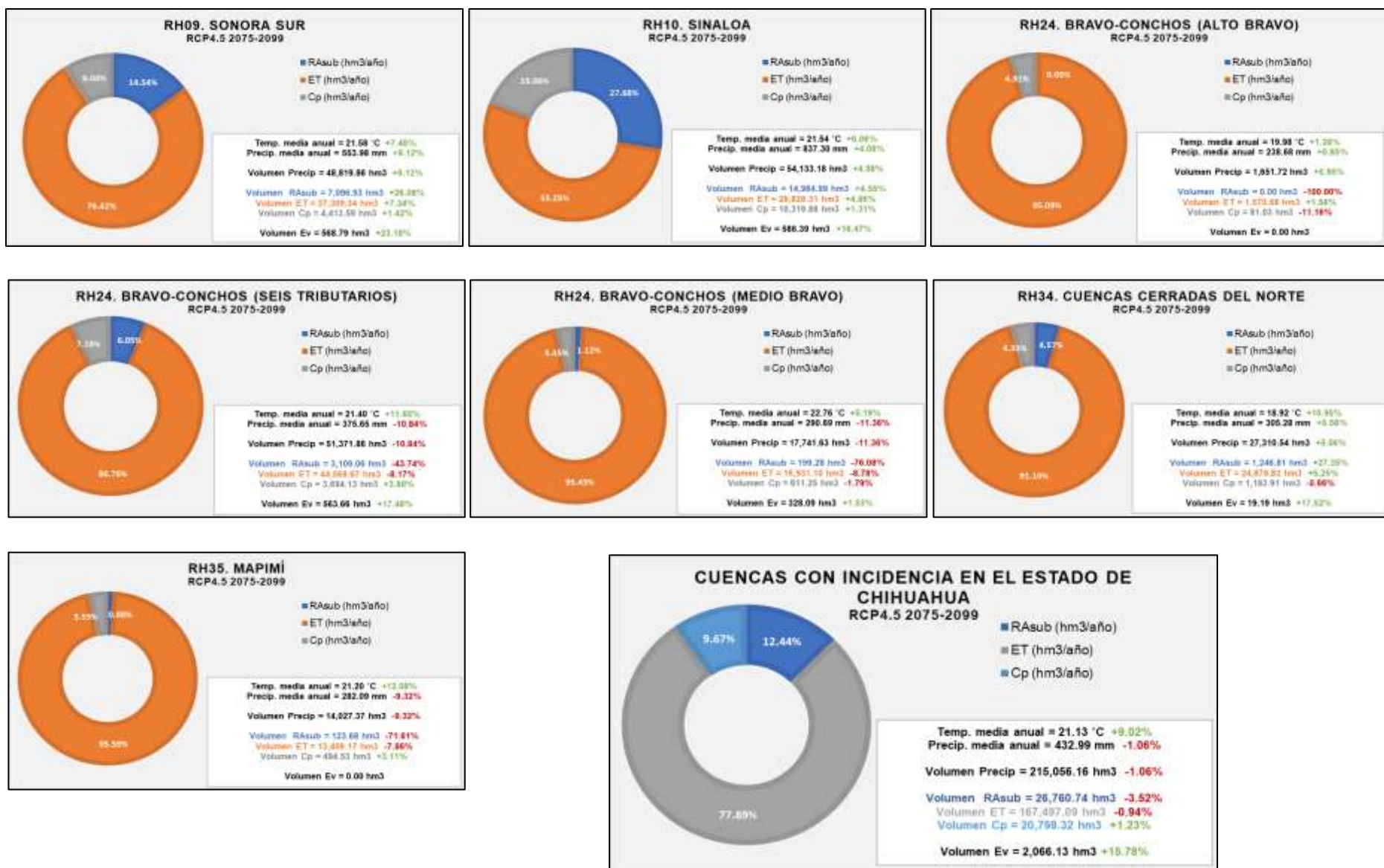


Figura 33. Distribución del agua de lluvia en las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua bajo es escenario RCP 4.5 futuro lejano (2075-2099).

### 7.1.4 Cambios estimados para el escenario RCP 8.5 en el futuro cercano.

En la Tabla 38 se muestran los cambios estimados en los valores de las variables climatológicas de las cuales es función el escurrimiento natural, así como la evaporación en embalses, bajo el escenario RCP 8.5 para un futuro cercano.

Tabla 38. Cambios estimados en los valores medios de escurrimiento natural y evaporación en embalses bajo el escenario RCP 8.5 en el futuro cercano (2015-2039).

Clave	Nombre de la cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Precip. media (mm/año)	Temp. media (°C)	Volumen de precip. (hm <sup>3</sup> /año)	RAsub (hm <sup>3</sup> /año)	ET (hm <sup>3</sup> /año)	Cp (hm <sup>3</sup> /año)	Ev (hm <sup>3</sup> /año)
907	Río Bavispe	14566.88	455.85	17.41	6640.33	745.73	5346.82	547.77	63.79
908	Río Yaqui 1	39928.81	623.30	18.19	24887.44	4917.81	17880.57	2089.06	136.76
909	Río Yaqui 2	11744.85	599.86	23.94	7045.23	910.00	5790.19	345.04	223.70
910	Río Yaqui 3	6278.69	327.02	25.58	2053.28	13.36	1984.34	55.59	0.00
913	Río Mayo 1	7658.26	830.76	19.75	6362.16	1798.30	3513.99	1049.87	0.00
914	Arroyo Quiriego	1074.87	739.48	23.27	794.85	158.87	608.73	27.25	0.00
915	Río Mayo 2	2238.02	687.28	24.89	1538.14	247.28	1141.64	149.23	93.46
916	Río Mayo 3	4634.69	415.02	25.31	1923.50	76.92	1776.58	70.00	0.00
<b>Total RH09</b>		<b>88125.07</b>	<b>581.50</b>	<b>20.09</b>	<b>51244.93</b>	<b>8868.26</b>	<b>38042.86</b>	<b>4333.81</b>	<b>517.70</b>
1001	Río Fuerte 1	26033.14	839.35	17.19	21850.86	7021.56	10833.17	3996.13	77.21
1002	Río Choix	1487.26	892.39	22.71	1327.21	363.66	682.76	280.79	0.00
1003	Arroyo Álamos	1777.68	657.00	24.50	1167.94	175.84	898.90	93.20	0.00
1004	Río Fuerte 2	5430.81	595.63	25.54	3234.76	371.43	2268.38	594.95	210.60
1005	Río Humaya	10899.15	967.02	18.61	10539.66	3774.37	4867.70	1897.60	117.12
1006	Río Tamazula	3275.23	1082.81	23.07	3546.45	1226.44	1566.74	753.27	40.52
1007	Río Culiacán	2596.83	668.26	26.18	1735.37	245.56	1055.03	434.77	0.00
1008	Río Sinaloa 1	7366.63	994.77	20.41	7328.08	2530.56	3429.85	1367.67	65.93
1009	Arroyo Ocoroni	1419.64	887.77	23.97	1260.32	324.90	785.55	149.87	17.48
1010	Arroyo Cabrera	627.02	770.14	25.49	482.89	92.59	314.83	75.47	0.00
1011	Río Sinaloa 2	3738.81	670.96	25.46	2508.57	372.78	1634.42	501.37	0.00
<b>Total RH10</b>		<b>64652.18</b>	<b>850.43</b>	<b>20.19</b>	<b>54982.12</b>	<b>16499.69</b>	<b>28337.34</b>	<b>10145.09</b>	<b>528.86</b>
2401	Río Bravo 1	3325.11	246.29	18.27	818.96	0.57	748.41	69.98	0.00
2402	Río Bravo 2	3595.13	276.25	18.35	993.15	13.10	951.59	28.46	0.00
<b>Total RH24 Alto Bravo</b>		<b>6920.24</b>	<b>261.86</b>	<b>18.31</b>	<b>1812.10</b>	<b>13.67</b>	<b>1699.99</b>	<b>98.44</b>	<b>0.00</b>
2403	Río Florido 1	1467.99	536.23	16.45	787.18	132.83	525.23	129.11	16.57
2404	Río Florido 2	1279.35	462.24	18.34	591.37	63.57	472.62	55.18	0.00
2405	Río Florido 3	4992.29	414.60	19.06	2069.82	158.06	1882.07	29.68	2.99
2406	Río Parral	1625.46	417.94	18.85	679.35	54.12	569.63	55.60	0.00
2407	Río Balleza	1188.09	699.13	13.74	830.63	250.02	489.97	90.64	0.00
2408	Río Conchos 1	19626.52	534.26	16.59	10485.65	1741.20	7709.83	1034.62	204.49
2409	Río Conchos 2	10855.15	323.01	19.74	3506.34	97.30	3013.95	395.08	0.00
2410	Río Conchos 3	6565.97	366.21	19.16	2404.54	123.28	2214.96	66.31	54.70
2411	Río Conchos 4	8726.44	294.93	19.88	2573.72	38.29	2417.18	118.25	0.00
2412	Río San Pedro	10650.94	431.16	17.34	4592.23	454.68	3764.96	372.59	47.35
2413	Río Chuvísca	419.54	460.69	16.82	193.28	23.31	165.43	4.54	2.98
2418	Arroyo de las Vacas	868.37	383.30	22.31	332.85	13.82	298.41	20.61	0.00
2419	Río San Diego	2127.59	384.77	22.27	818.63	34.69	626.03	157.91	2.36
2421	Río San Rodrigo	1907.01	379.50	22.37	723.72	28.66	595.99	99.07	3.01
2423	Río Escondido	2870.90	388.68	22.58	1115.86	47.42	1000.96	67.47	0.00

Tabla 38. (Continuación).

Clave	Nombre de la cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Precip. media (mm/año)	Temp. media (°C)	Volumen de precip. (hm <sup>3</sup> /año)	RAsub (hm <sup>3</sup> /año)	ET (hm <sup>3</sup> /año)	Cp (hm <sup>3</sup> /año)	Ev (hm <sup>3</sup> /año)
2426	Río Sabinas	17059.47	335.57	20.71	5724.64	164.21	5176.49	383.94	0.00
2427	Río Nadadores	21596.50	278.78	21.00	6020.73	24.83	5781.50	214.41	0.00
2428	Río Salado	22927.06	342.03	23.07	7841.72	164.55	7270.44	406.72	174.10
<b>Total RH24 Seis Tributarios</b>		<b>136754.65</b>	<b>375.07</b>	<b>19.97</b>	<b>51292.26</b>	<b>3614.86</b>	<b>43975.66</b>	<b>3701.74</b>	<b>508.55</b>
2414	Río Bravo 3	12199.12	285.67	20.27	3484.90	33.05	3433.16	18.68	0.00
2415	Río Bravo 4	29340.35	255.51	20.68	7496.67	0.00	7304.30	192.37	0.00
2416	Río Bravo 5	6472.99	285.98	21.68	1851.12	8.44	1680.41	162.27	136.10
2417	Río Bravo 6	220.04	371.11	22.38	81.66	2.94	74.65	4.08	0.00
2420	Río Bravo 7	363.51	464.66	22.35	168.91	13.18	119.66	36.06	0.00
2422	Río Bravo 8	1201.29	435.91	22.70	523.65	32.81	469.13	21.71	0.00
2424	Río Bravo 9	3045.20	406.77	22.87	1238.68	60.44	1146.39	31.85	0.00
2425	Río Bravo 10	4015.13	395.05	23.34	1586.16	65.60	1432.09	88.47	0.00
2429	Río Bravo 11	4174.53	394.90	24.20	1648.52	61.23	1514.39	72.89	157.64
<b>Total RH24 Medio Bravo</b>		<b>61032.16</b>	<b>296.24</b>	<b>21.29</b>	<b>18080.27</b>	<b>277.71</b>	<b>17174.18</b>	<b>628.39</b>	<b>293.73</b>
3401	Río Casas Grandes 1	5239.05	437.96	14.47	2294.52	300.84	1933.98	59.69	0.00
3402	Río Casas Grandes 2	13061.71	322.81	17.81	4216.50	158.94	3934.90	122.66	0.00
3403	Hacienda San Francisco-Juguete-Madero-Palomas	5345.80	272.68	18.17	1457.68	18.02	1368.28	71.38	0.00
3404	Laguna de Babicora	1921.38	584.51	12.89	1123.06	276.38	820.93	25.76	0.00
3405	Río Santa María 1	3870.44	435.23	14.64	1684.53	214.81	1416.03	53.69	10.23
3406	Río Santa María 2	5638.36	299.06	17.76	1686.21	44.50	1571.26	70.44	0.00
3407	Laguna El Sabinal	1885.57	265.51	18.44	500.64	4.08	473.88	22.68	0.00
3408	Desierto de Samalayuca	8358.66	223.89	19.07	1871.46	0.00	1782.00	89.46	0.00
3409	Laguna La Vieja	1837.88	275.82	18.49	506.93	6.28	471.07	29.58	0.00
3410	Río del Carmen 1	4568.98	426.38	15.15	1948.11	227.29	1664.39	56.43	6.99
3411	Río del Carmen 2	8749.72	277.46	18.07	2427.71	36.15	2283.70	107.86	0.00
3412	Rancho El Cuarenta	1023.08	260.08	17.35	266.08	2.70	251.73	11.64	0.00
3413	Arroyo Roma	1782.83	252.55	18.22	450.26	1.57	425.72	22.97	0.00
3414	Félix U. Gómez	2893.27	250.19	17.41	723.87	4.02	676.74	43.12	0.00
3415	Arroyo El Carrizo	3708.85	267.96	18.07	993.84	10.61	905.29	77.93	0.00
3416	Arroyo El Burro	4402.82	261.67	18.20	1152.08	8.55	1063.26	80.27	0.00
3417	Laguna de Tarabillas	1863.44	312.18	17.49	581.73	19.90	535.07	26.76	0.00
3418	Laguna El Cuervo	6233.89	308.56	18.56	1923.54	51.71	1775.08	96.75	0.00
3419	Laguna de Encinillas	2883.30	425.81	16.32	1227.74	128.92	1060.19	38.63	0.00
3420	Rancho Hormigas-El Diablo	196.54	365.12	17.30	71.76	4.51	63.35	3.90	0.00
3421	Laguna de Bustillos	3227.26	446.01	14.90	1439.39	189.25	1183.17	66.97	0.00
3422	Laguna Los Mexicanos	767.62	479.40	14.56	368.00	57.54	290.84	19.62	0.00
<b>Total RH34</b>		<b>89460.44</b>	<b>323.22</b>	<b>17.31</b>	<b>28915.61</b>	<b>1766.56</b>	<b>25950.83</b>	<b>1198.22</b>	<b>17.22</b>
3502	Laguna del Rey	16050.43	253.97	20.24	4076.29	0.00	3922.97	153.32	0.00
3504	Polvorillos- Arroyo El Márquez	12355.61	282.25	19.50	3487.37	38.50	3311.53	137.34	0.00
3505	El Llano-Laguna del Milagro	10342.00	308.93	19.33	3194.98	74.56	3011.34	109.08	0.00
3506	Arroyo La India-Laguna Palomas	10978.94	318.09	19.79	3492.24	88.37	3294.33	109.54	0.00
<b>Total RH35</b>		<b>49726.98</b>	<b>286.58</b>	<b>19.77</b>	<b>14250.88</b>	<b>201.44</b>	<b>13540.17</b>	<b>509.27</b>	<b>0.00</b>

A continuación, se describe para cada región hidrológica, los cambios estimados que presentan las variables climatológicas con respecto a los valores actuales, producidos por los efectos del cambio en la precipitación media anual y temperatura media anual, según el escenario de cambio climático RCP 8.5 en el futuro cercano (2015-2039).

- En la RH09 se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 51,244.93 hm<sup>3</sup> incrementando un 14.54% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 17.31% (8,868.26 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 74.24% (38,042.86 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 8.46% (4,333.81 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, teniendo una disminución de 0.41% con respecto al volumen actual. Así mismo, se estima que el volumen de evaporación en embalses será de 517.70 hm<sup>3</sup>, incrementando un 12.12%, de tal manera que, el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado disminuirá un 1.90%, siendo un volumen de 3,816.10 hm<sup>3</sup>, que representa el 7.45% del volumen de agua de lluvia.
- En la RH10 se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 54,982.12 hm<sup>3</sup> incrementando un 5.71% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 30.01% (16,499.69 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 51.54% (28,337.34 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 18.45% (10,145.09 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, teniendo una disminución de 0.41% con respecto al volumen actual. Así mismo, se estima que el volumen de evaporación en embalses será de 528.86 hm<sup>3</sup>, incrementando un 5.04%, de tal manera que, el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado disminuirá un 0.69%, siendo un volumen de 9,616.23 hm<sup>3</sup>, que representa el 17.49% del volumen de agua de lluvia.
- En la subregión RH24 Alto Bravo se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 1,812.10 hm<sup>3</sup> incrementando un 10.64% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 0.75% (13.67 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 93.81% (1,699.99 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 5.43% (98.44 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, y al no haber evaporación en embalses, es este mismo volumen el que puede ser aprovechado teniendo un aumento del 7.93%.
- En la subregión RH24 Seis Tributarios se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 51,292.26 hm<sup>3</sup> disminuyendo un 10.98% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 7.05% (3,614.86 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 85.74% (43,975.66 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 7.22% (3,701.74 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, teniendo

un aumento de 4.01% con respecto al volumen actual. Así mismo, se estima que el volumen de evaporación en embalses será de 508.55 hm<sup>3</sup>, incrementando un 6.00%, de tal manera que, el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado aumentará un 3.71%, siendo un volumen de 3,193.19 hm<sup>3</sup>, que representa el 6.23% del volumen de agua de lluvia.

- En la subregión RH24 Medio Bravo se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 18,080.27 hm<sup>3</sup> disminuyendo un 9.67% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 1.54% (277.71 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 94.99% (17,174.18 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 3.48% (628.39 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, teniendo un incremento de 0.97% con respecto al volumen actual. Así mismo, se estima que el volumen de evaporación en embalses será de 293.73 hm<sup>3</sup>, disminuyendo un 9.10%, de tal manera que, el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado aumentará un 11.84%, siendo un volumen de 334.66 hm<sup>3</sup>, que representa el 1.85% del volumen de agua de lluvia.
- En la RH34 se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 28,915.61 hm<sup>3</sup> incrementando un 11.76% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 6.11% (1,766.56 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 89.75% (25,950.83 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 4.14% (1,198.22 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, teniendo una disminución de 4.52% con respecto al volumen actual. Así mismo, se estima que el volumen de evaporación en embalses será de 17.22 hm<sup>3</sup>, incrementando un 5.46%, de tal manera que, el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado disminuirá un 4.65%, siendo un volumen de 1,180.99 hm<sup>3</sup>, que representa el 4.08% del volumen de agua de lluvia.
- En la RH35 se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 14,250.88 hm<sup>3</sup> disminuyendo un 7.87% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 1.41% (201.44 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 95.01% (13,540.17 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 3.57% (509.27 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, y al no haber evaporación en embalses, es este mismo volumen el que puede ser aprovechado teniendo un aumento del 6.18%.

En general, considerando la extensión total de la zona de estudio, se estima que bajo las condiciones del escenario RCP 8.5 para el futuro cercano, en las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua se generará un volumen de lluvia medio anual de 220,578.17 hm<sup>3</sup>, que representa un aumento de 1.48% con respecto a las condiciones actuales, del cual, se estima que el 14.16% (31,242.18 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; el 76.49% (168,721.04 hm<sup>3</sup>) se evapotranspirará; y el 9.35% (20,614.95 hm<sup>3</sup>) se convertirá en escurrimiento natural, teniendo este

último un incremento de 0.34%. Así mismo, se tendrá una evaporación total en embalses de 1,866.07 hm<sup>3</sup>, que representa un incremento del 4.57%, con lo cual, considerando el volumen de escurrimiento natural, se tiene que el volumen medio anual de agua superficial que podrá ser aprovechado será de 18,748.89 hm<sup>3</sup>, teniendo una disminución de 0.07% y que representará el 8.50% del volumen de agua de lluvia.

En la Figura 34 se muestran los cambios en los valores de las variables climatológicas y de la distribución del volumen de agua de lluvia para cada región hidrológica, así como para toda la región de estudio, considerando el escenario RCP 8.5 en un futuro cercano.

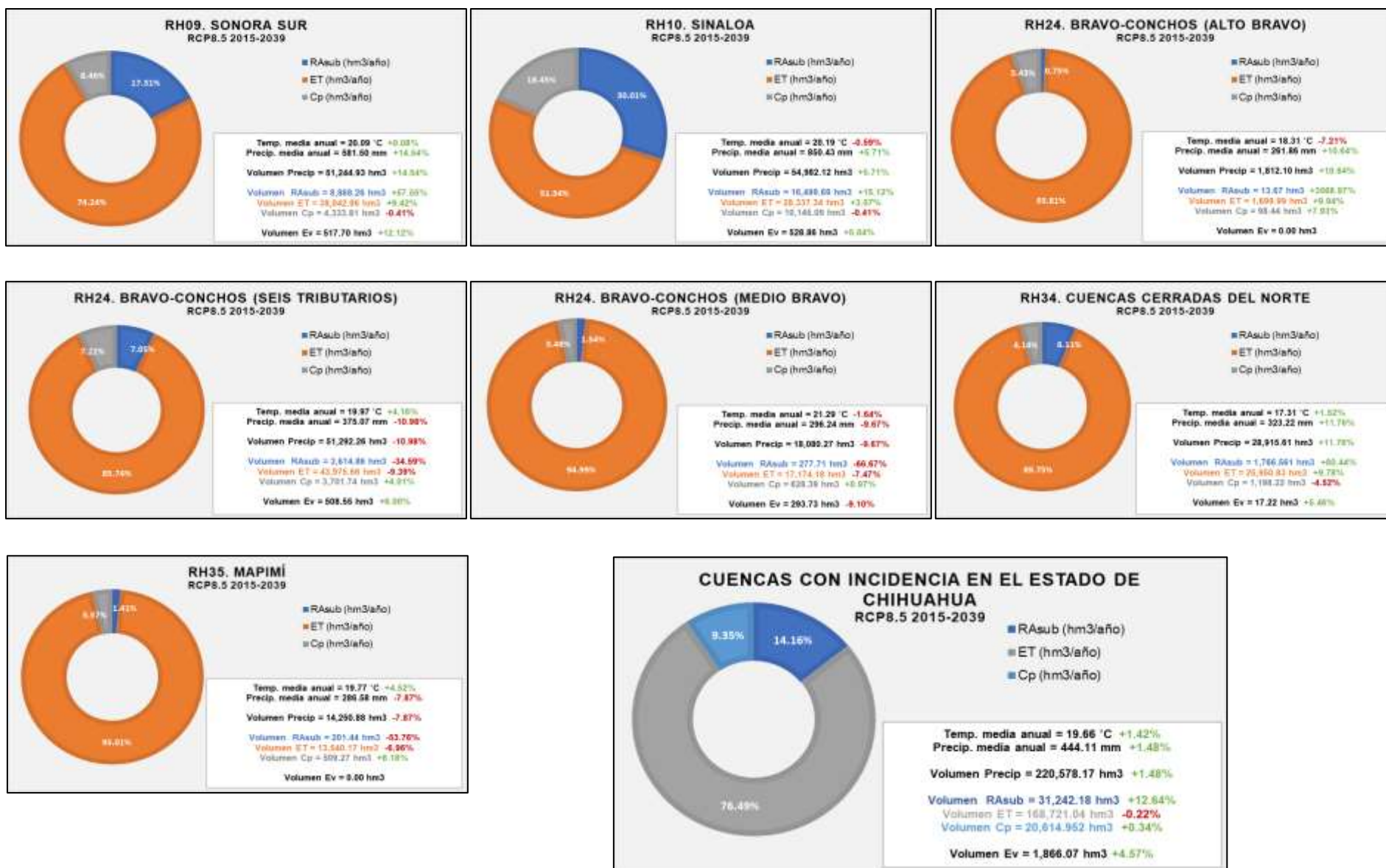


Figura 34. Distribución del agua de lluvia en las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua bajo es escenario RCP 8.5 futuro cercano (2015-2039).

### 7.1.5 Cambios estimados para el escenario RCP 8.5 en el futuro medio.

En la Tabla 39 se muestran los cambios estimados en los valores de las variables climatológicas de las cuales es función el escurrimiento natural, así como la evaporación en embalses, bajo el escenario RCP 8.5 para un futuro medio.

Tabla 39. Cambios estimados en los valores medios de escurrimiento natural y evaporación en embalses bajo el escenario RCP 8.5 en el futuro medio (2045-2069).

Clave	Nombre de la cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Precip. media (mm/año)	Temp. media (°C)	Volumen de precip. (hm <sup>3</sup> /año)	RAsub (hm <sup>3</sup> /año)	ET (hm <sup>3</sup> /año)	Cp (hm <sup>3</sup> /año)	Ev (hm <sup>3</sup> /año)
907	Río Bavispe	14566.88	417.55	19.35	6082.41	460.81	5086.42	535.18	72.16
908	Río Yaqui 1	39928.81	580.15	20.04	23164.78	3581.27	17424.53	2158.98	152.24
909	Río Yaqui 2	11744.85	565.56	25.69	6642.37	668.46	5611.79	362.11	247.32
910	Río Yaqui 3	6278.69	304.11	27.22	1909.41	0.00	1858.35	51.06	0.00
913	Río Mayo 1	7658.26	782.02	21.53	5988.92	1427.88	3494.41	1066.63	0.00
914	Arroyo Quiriego	1074.87	700.87	25.01	753.34	124.88	596.96	31.50	0.00
915	Río Mayo 2	2238.02	647.89	26.62	1450.00	187.43	1114.27	148.30	103.21
916	Río Mayo 3	4634.69	388.36	26.96	1799.93	41.46	1685.31	73.15	0.00
<b>Total RH09</b>		<b>88125.07</b>	<b>542.31</b>	<b>21.91</b>	<b>47791.16</b>	<b>6492.19</b>	<b>36872.05</b>	<b>4426.92</b>	<b>574.92</b>
1001	Río Fuerte 1	26033.14	787.99	18.93	20513.73	5600.50	10808.94	4104.29	99.63
1002	Río Choix	1487.26	849.30	24.43	1263.13	298.68	682.83	281.61	0.00
1003	Arroyo Álamos	1777.68	618.77	26.22	1099.97	131.81	874.52	93.63	0.00
1004	Río Fuerte 2	5430.81	565.58	27.19	3071.56	278.62	2225.90	567.05	232.37
1005	Río Humaya	10899.15	922.34	20.27	10052.69	3185.90	4905.96	1960.83	129.37
1006	Río Tamazula	3275.23	1043.09	24.70	3416.35	1064.96	1583.80	767.59	44.47
1007	Río Culiacán	2596.83	642.33	27.71	1668.01	198.24	1048.78	420.99	0.00
1008	Río Sinaloa 1	7366.63	947.51	22.09	6979.98	2126.65	3449.52	1403.81	72.89
1009	Arroyo Ocoroni	1419.64	852.40	25.66	1210.10	272.39	785.35	152.36	19.33
1010	Arroyo Cabrera	627.02	737.71	27.14	462.55	75.48	312.64	74.44	0.00
1011	Río Sinaloa 2	3738.81	640.57	27.06	2394.97	294.20	1615.82	484.95	0.00
<b>Total RH10</b>		<b>64652.18</b>	<b>806.36</b>	<b>21.88</b>	<b>52133.04</b>	<b>13527.43</b>	<b>28294.07</b>	<b>10311.54</b>	<b>598.07</b>
2401	Río Bravo 1	3325.11	211.53	20.32	703.34	0.00	657.79	45.55	0.00
2402	Río Bravo 2	3595.13	251.82	20.36	905.33	0.00	877.16	28.17	0.00
<b>Total RH24 Alto Bravo</b>		<b>6920.24</b>	<b>232.46</b>	<b>20.34</b>	<b>1608.67</b>	<b>0.00</b>	<b>1534.95</b>	<b>73.72</b>	<b>0.00</b>
2403	Río Florido 1	1467.99	504.54	18.20	740.66	97.83	516.73	126.09	18.57
2404	Río Florido 2	1279.35	440.58	20.10	563.65	46.27	463.57	53.82	0.00
2405	Río Florido 3	4992.29	396.02	20.83	1977.07	109.68	1827.28	40.11	3.36
2406	Río Parral	1625.46	397.30	20.62	645.80	37.05	554.95	53.79	0.00
2407	Río Balleza	1188.09	650.18	15.46	772.48	191.29	484.21	96.98	0.00
2408	Río Conchos 1	19626.52	492.72	18.35	9670.47	1200.56	7434.99	1034.92	230.64
2409	Río Conchos 2	10855.15	307.99	21.55	3343.29	45.30	2932.04	365.96	0.00
2410	Río Conchos 3	6565.97	340.77	21.04	2237.50	65.74	2096.26	75.50	61.82
2411	Río Conchos 4	8726.44	276.70	21.80	2414.61	1.77	2296.01	116.83	0.00
2412	Río San Pedro	10650.94	397.51	19.16	4233.84	283.26	3588.44	362.14	53.67
2413	Río Chuvíscar	419.54	427.58	18.69	179.39	15.42	158.14	5.83	3.39
2418	Arroyo de las Vacas	868.37	383.18	24.15	332.75	10.87	301.74	20.14	0.00
2419	Río San Diego	2127.59	386.61	24.11	822.56	28.15	640.51	153.89	2.67
2421	Río San Rodrigo	1907.01	385.51	24.21	735.17	24.52	613.56	97.09	3.39
2423	Río Escondido	2870.90	396.24	24.42	1137.57	41.73	1029.79	66.05	0.00

Tabla 39. (Continuación).

Clave	Nombre de la cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Precip. media (mm/año)	Temp. media (°C)	Volumen de precip. (hm <sup>3</sup> /año)	RAsub (hm <sup>3</sup> /año)	ET (hm <sup>3</sup> /año)	Cp (hm <sup>3</sup> /año)	Ev (hm <sup>3</sup> /año)
2426	Río Sabinas	17059.47	337.68	22.57	5760.60	122.82	5262.40	375.38	0.00
2427	Río Nadadores	21596.50	288.51	22.87	6230.81	10.13	6004.87	215.81	0.00
2428	Río Salado	22927.06	345.58	24.93	7923.12	120.46	7402.37	400.30	196.00
<b>Total RH24 Seis Tributarios</b>		<b>136754.65</b>	<b>363.58</b>	<b>21.80</b>	<b>49721.33</b>	<b>2452.84</b>	<b>43607.87</b>	<b>3660.63</b>	<b>573.51</b>
2414	Río Bravo 3	12199.12	268.56	22.19	3276.21	0.00	3240.66	35.55	0.00
2415	Río Bravo 4	29340.35	242.48	22.58	7114.46	0.00	6970.99	143.46	0.00
2416	Río Bravo 5	6472.99	279.13	23.54	1806.83	0.00	1660.07	146.76	154.92
2417	Río Bravo 6	220.04	371.67	24.23	81.78	2.27	75.49	4.02	0.00
2420	Río Bravo 7	363.51	463.22	24.18	168.39	11.10	122.10	35.19	0.00
2422	Río Bravo 8	1201.29	441.95	24.53	530.91	29.14	480.50	21.28	0.00
2424	Río Bravo 9	3045.20	414.83	24.71	1263.23	54.04	1177.78	31.42	0.00
2425	Río Bravo 10	4015.13	399.70	25.18	1604.85	55.47	1462.80	86.59	0.00
2429	Río Bravo 11	4174.53	393.60	26.05	1643.10	46.89	1524.06	72.15	177.48
<b>Total RH24 Medio Bravo</b>		<b>61032.16</b>	<b>286.57</b>	<b>23.17</b>	<b>17489.77</b>	<b>198.91</b>	<b>16714.45</b>	<b>576.41</b>	<b>332.39</b>
3401	Río Casas Grandes 1	5239.05	398.37	16.41	2087.08	184.14	1824.48	78.46	0.00
3402	Río Casas Grandes 2	13061.71	284.86	19.80	3720.77	40.76	3539.26	140.75	0.00
3403	Hacienda San Francisco-Juguete-Madero-Palomas	5345.80	236.36	20.16	1263.54	0.00	1207.46	56.08	0.00
3404	Laguna de Babicora	1921.38	539.31	14.78	1036.21	198.00	798.93	39.29	0.00
3405	Río Santa María 1	3870.44	394.38	16.52	1526.43	129.85	1330.87	65.71	11.67
3406	Río Santa María 2	5638.36	263.13	19.74	1483.62	3.53	1409.09	71.00	0.00
3407	Laguna El Sabinal	1885.57	229.76	20.45	433.23	0.00	416.72	16.51	0.00
3408	Desierto de Samalayuca	8358.66	187.56	21.10	1567.77	0.00	1515.89	51.88	0.00
3409	Laguna La Vieja	1837.88	241.06	20.46	443.04	0.00	419.68	23.36	0.00
3410	Río del Carmen 1	4568.98	388.17	17.06	1773.53	136.96	1566.67	69.91	7.96
3411	Río del Carmen 2	8749.72	241.60	20.07	2113.89	0.00	2023.28	90.61	0.00
3412	Rancho El Cuarenta	1023.08	226.90	19.40	232.13	0.00	223.18	8.95	0.00
3413	Arroyo Roma	1782.83	216.28	20.27	385.60	0.00	370.75	14.84	0.00
3414	Félix U. Gómez	2893.27	221.12	19.43	639.77	0.00	608.59	31.18	0.00
3415	Arroyo El Carrizo	3708.85	245.21	20.07	909.45	0.00	844.25	65.21	0.00
3416	Arroyo El Burro	4402.82	237.07	20.18	1043.76	0.00	980.37	63.39	0.00
3417	Laguna de Tarabillas	1863.44	278.43	19.47	518.84	4.97	487.25	26.62	0.00
3418	Laguna El Cuervo	6233.89	281.88	20.49	1757.22	12.58	1650.35	94.30	0.00
3419	Laguna de Encinillas	2883.30	391.12	18.23	1127.73	79.03	1003.30	45.40	0.00
3420	Rancho Hormigas-El Diablo	196.54	333.16	19.21	65.48	2.30	59.31	3.87	0.00
3421	Laguna de Bustillos	3227.26	406.99	16.75	1313.47	118.68	1121.05	73.74	0.00
3422	Laguna Los Mexicanos	767.62	436.50	16.38	335.06	37.12	276.44	21.50	0.00
<b>Total RH34</b>		<b>89460.44</b>	<b>288.15</b>	<b>19.28</b>	<b>25777.64</b>	<b>947.90</b>	<b>23677.18</b>	<b>1152.55</b>	<b>19.62</b>
3502	Laguna del Rey	16050.43	258.17	22.08	4143.80	0.00	4004.99	138.81	0.00
3504	Polvorillos- Arroyo El Márquez	12355.61	271.50	21.38	3354.58	0.50	3214.61	139.47	0.00
3505	El Llano-Laguna del Milagro	10342.00	301.32	21.16	3116.27	38.61	2964.52	113.14	0.00
3506	Arroyo La India-Laguna Palomas	10978.94	309.33	21.57	3396.12	47.56	3233.34	115.22	0.00
<b>Total RH35</b>		<b>49726.98</b>	<b>281.75</b>	<b>21.60</b>	<b>14010.76</b>	<b>86.67</b>	<b>13417.45</b>	<b>506.64</b>	<b>0.00</b>

A continuación, se describe para cada región hidrológica, los cambios estimados que presentan las variables climatológicas con respecto a los valores actuales, producidos por los efectos del cambio en la precipitación media anual y temperatura media anual, según el escenario de cambio climático RCP 8.5 en el futuro medio (2045-2069).

- En la RH09 se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 47,791.16 hm<sup>3</sup> incrementando un 6.82% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 13.58% (6,492.19 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 77.15% (36,872.05 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 9.26% (4,426.92 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, teniendo un incremento de 1.72% con respecto al volumen actual. Así mismo, se estima que el volumen de evaporación en embalses será de 574.92 hm<sup>3</sup>, incrementando un 24.51%, de tal manera que, el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado disminuirá un 0.98%, siendo un volumen de 3,851.99 hm<sup>3</sup>, que representa el 8.06% del volumen de agua de lluvia.
- En la RH10 se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 52,133.04 hm<sup>3</sup> incrementando un 0.23% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 25.95% (13,527.43 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 54.27% (28,294.07 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 19.78% (10,311.54 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, teniendo un incremento de 1.22% con respecto al volumen actual. Así mismo, se estima que el volumen de evaporación en embalses será de 598.07 hm<sup>3</sup>, incrementando un 18.79%, de tal manera que, el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado aumentará un 0.31%, siendo un volumen de 9,713.47 hm<sup>3</sup>, que representa el 18.63% del volumen de agua de lluvia.
- En la subregión RH24 Alto Bravo se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 1,608.67 hm<sup>3</sup> disminuyendo un 1.78% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 95.42% (1,534.95 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 4.58% (73.72 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, y al no haber evaporación en embalses, es este mismo volumen el que puede ser aprovechado teniendo una disminución de 19.18%.
- En la subregión RH24 Seis Tributarios se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 49,721.33 hm<sup>3</sup> disminuyendo un 13.71% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 4.93% (2,452.84 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 87.70% (43,607.87 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 7.36% (3,660.63 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, teniendo

un aumento de 2.86% con respecto al volumen actual. Así mismo, se estima que el volumen de evaporación en embalses será de 573.51 hm<sup>3</sup>, incrementando un 19.54%, de tal manera que, el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado aumentará un 0.26%, siendo un volumen de 3,087.12 hm<sup>3</sup>, que representa el 6.21% del volumen de agua de lluvia.

- En la subregión RH24 Medio Bravo se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 17,489.77 hm<sup>3</sup> disminuyendo un 12.62% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 1.14% (198.91 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 95.57% (16,714.45 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 3.30% (576.41 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, teniendo una disminución de 7.39% con respecto al volumen actual. Así mismo, se estima que el volumen de evaporación en embalses será de 332.39 hm<sup>3</sup>, incrementando un 2.86%, de tal manera que, el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado disminuirá un 18.45%, siendo un volumen de 244.02 hm<sup>3</sup>, que representa el 1.40% del volumen de agua de lluvia.
- En la RH34 se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 25,777.64 hm<sup>3</sup> disminuyendo un 0.37% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 3.68% (947.90 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 91.85% (23,677.18 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 4.47% (1,152.55 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, teniendo una disminución de 8.16% con respecto al volumen actual. Así mismo, se estima que el volumen de evaporación en embalses será de 19.62 hm<sup>3</sup>, incrementando un 20.17%, de tal manera que, el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado disminuirá un 8.53%, siendo un volumen de 1,132.93 hm<sup>3</sup>, que representa el 4.40% del volumen de agua de lluvia.
- En la RH35 se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 14,010.76 hm<sup>3</sup> disminuyendo un 9.43% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 0.62% (86.67 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 95.77% (13,417.45 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 3.62% (506.64 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, y al no haber evaporación en embalses, es este mismo volumen el que puede ser aprovechado teniendo un aumento del 5.63%.

En general, considerando la extensión total de la zona de estudio, se estima que bajo las condiciones del escenario RCP 8.5 para el futuro medio, en las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua se generará un volumen de lluvia medio anual de 208,532.38 hm<sup>3</sup>, que representa una disminución de 4.06% con respecto a las condiciones actuales, del cual, se estima que el 11.37% (23,705.95 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; el 78.70% (164,118.02 hm<sup>3</sup>) se

evapotranspirará; y el 9.93% (20,708.41 hm<sup>3</sup>) se convertirá en escurrimiento natural, teniendo este último un incremento de 0.79%. Así mismo, se tendrá una evaporación total en embalses de 2,098.51 hm<sup>3</sup>, que representa un incremento del 17.60%, con lo cual, considerando el volumen de escurrimiento natural, se tiene que el volumen medio anual de agua superficial que podrá ser aprovechado será de 18,609.89 hm<sup>3</sup>, teniendo una disminución de 0.81% y que representará el 8.92% del volumen de agua de lluvia.

En la Figura 35 se muestran los cambios en los valores de las variables climatológicas y de la distribución del volumen de agua de lluvia para cada región hidrológica, así como para toda la región de estudio, considerando el escenario RCP 8.5 en un futuro medio.

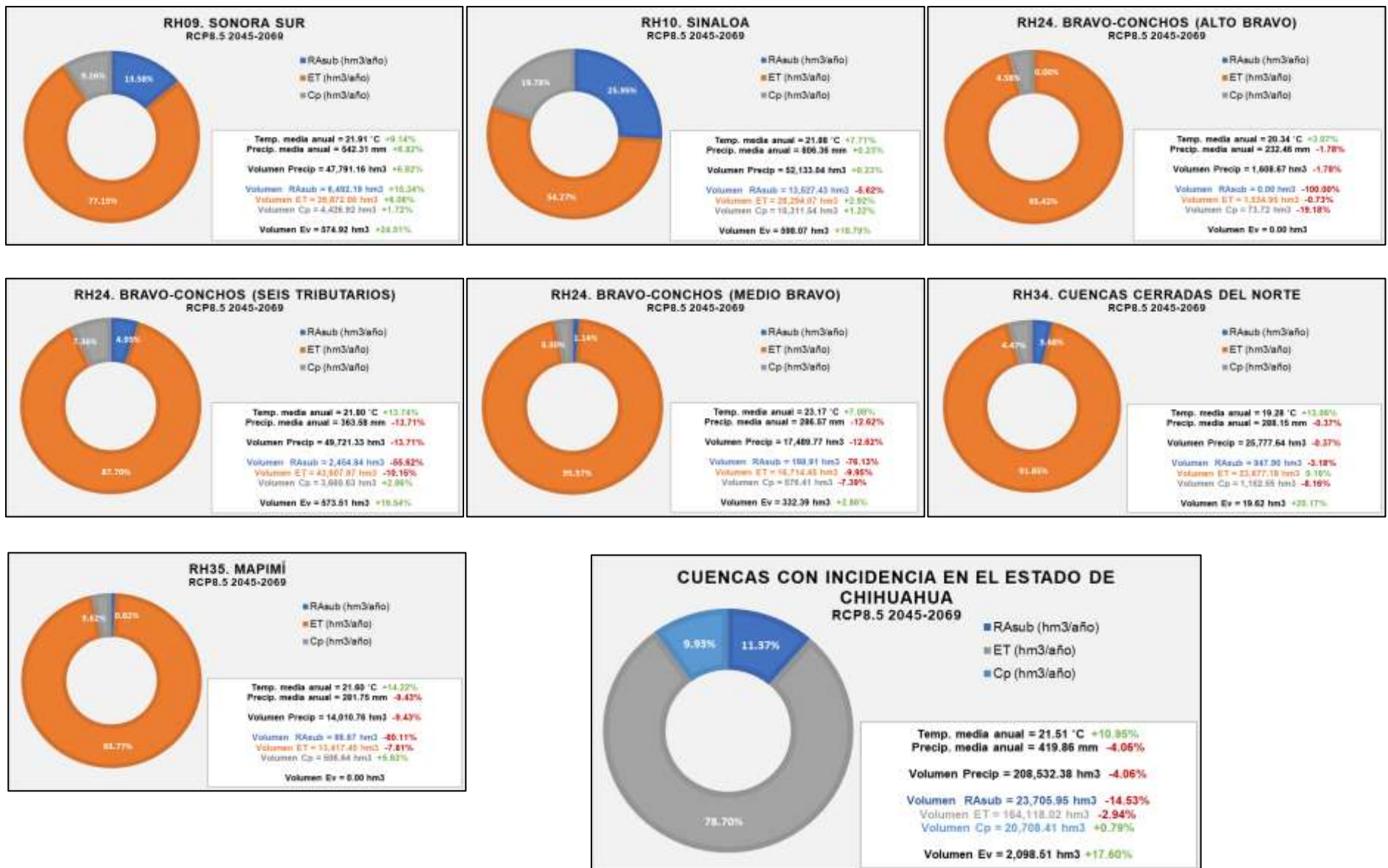


Figura 35. Distribución del agua de lluvia en las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua bajo es escenario RCP 8.5 futuro medio (2045-2069).

### 7.1.6 Cambios estimados para el escenario RCP 8.5 en el futuro lejano.

En la Tabla 40 se muestran los cambios estimados en los valores de las variables climatológicas de las cuales es función el escurrimiento natural, así como la evaporación en embalses, bajo el escenario RCP 8.5 para un futuro lejano.

Tabla 40. Cambios estimados en los valores medios de escurrimiento natural y evaporación en embalses bajo el escenario RCP 8.5 en el futuro lejano (2075-2099).

Clave	Nombre de la cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Precip. media (mm/año)	Temp. media (°C)	Volumen de precip. (hm <sup>3</sup> /año)	RAsub (hm <sup>3</sup> /año)	ET (hm <sup>3</sup> /año)	Cp (hm <sup>3</sup> /año)	Ev (hm <sup>3</sup> /año)
907	Río Bavispe	14566.88	385.21	21.70	5611.33	255.75	4853.29	502.30	81.08
908	Río Yaqui 1	39928.81	540.14	22.40	21567.11	2446.89	16982.89	2137.33	171.45
909	Río Yaqui 2	11744.85	511.98	28.08	6013.09	385.32	5258.22	369.55	279.24
910	Río Yaqui 3	6278.69	252.39	29.56	1584.66	0.00	1557.57	27.09	0.00
913	Río Mayo 1	7658.26	732.32	23.79	5608.34	1073.30	3474.22	1060.82	0.00
914	Arroyo Quiriego	1074.87	644.80	27.34	693.08	84.96	572.48	35.64	0.00
915	Río Mayo 2	2238.02	595.45	28.81	1332.62	123.36	1066.31	142.94	114.17
916	Río Mayo 3	4634.69	337.44	29.15	1563.94	0.00	1490.74	73.21	0.00
<b>Total RH09</b>		<b>88125.07</b>	<b>499.00</b>	<b>24.25</b>	<b>43974.17</b>	<b>4369.57</b>	<b>35255.73</b>	<b>4348.87</b>	<b>645.94</b>
1001	Río Fuerte 1	26033.14	749.07	21.11	19500.70	4440.47	10911.48	4148.76	111.01
1002	Río Choix	1487.26	796.52	26.51	1184.64	229.19	677.87	277.58	0.00
1003	Arroyo Álamos	1777.68	568.21	28.30	1010.10	85.81	832.94	91.36	0.00
1004	Río Fuerte 2	5430.81	512.38	29.15	2782.61	163.47	2105.05	514.08	256.75
1005	Río Humaya	10899.15	899.99	22.30	9809.16	2767.64	5035.13	2006.39	140.38
1006	Río Tamazula	3275.23	1026.20	26.61	3361.03	955.02	1627.34	778.67	57.94
1007	Río Culiacán	2596.83	627.84	29.55	1630.38	164.13	1057.48	408.76	0.00
1008	Río Sinaloa 1	7366.63	908.62	24.18	6693.44	1767.88	3499.47	1426.09	93.35
1009	Arroyo Ocoroni	1419.64	790.77	27.69	1122.61	202.54	767.15	152.91	24.82
1010	Arroyo Cabrera	627.02	685.34	29.11	429.72	54.29	303.80	71.63	0.00
1011	Río Sinaloa 2	3738.81	596.52	29.00	2230.28	204.92	1569.50	455.85	0.00
<b>Total RH10</b>		<b>64652.18</b>	<b>769.57</b>	<b>23.95</b>	<b>49754.66</b>	<b>11035.37</b>	<b>28387.21</b>	<b>10332.09</b>	<b>684.26</b>
2401	Río Bravo 1	3325.11	205.91	22.60	684.68	0.00	647.04	37.64	0.00
2402	Río Bravo 2	3595.13	236.58	22.69	850.52	0.00	830.48	20.03	0.00
<b>Total RH24 Alto Bravo</b>		<b>6920.24</b>	<b>221.84</b>	<b>22.64</b>	<b>1535.20</b>	<b>0.00</b>	<b>1477.52</b>	<b>57.67</b>	<b>0.00</b>
2403	Río Florido 1	1467.99	505.57	20.40	742.17	83.69	535.56	124.69	21.07
2404	Río Florido 2	1279.35	445.49	22.23	569.95	39.84	474.68	52.59	0.00
2405	Río Florido 3	4992.29	389.06	23.02	1942.32	78.57	1846.70	45.20	3.85
2406	Río Parral	1625.46	388.28	22.82	631.14	25.93	549.18	51.60	0.00
2407	Río Balleza	1188.09	647.59	17.66	769.40	167.08	515.43	99.69	0.00
2408	Río Conchos 1	19626.52	481.26	20.59	9445.46	933.41	7510.17	1013.11	258.82
2409	Río Conchos 2	10855.15	289.24	23.82	3139.79	0.00	2733.55	325.61	0.00
2410	Río Conchos 3	6565.97	326.46	23.39	2143.50	29.48	2038.29	79.20	71.65
2411	Río Conchos 4	8726.44	258.57	24.16	2256.36	0.00	2162.26	86.30	0.00
2412	Río San Pedro	10650.94	393.92	21.45	4195.66	213.74	3615.48	350.46	62.21
2413	Río Chuvísca	419.54	422.23	20.98	177.14	11.86	159.08	6.10	3.90
2418	Arroyo de las Vacas	868.37	360.09	26.27	312.70	4.88	290.15	19.26	0.00
2419	Río San Diego	2127.59	363.26	26.22	772.87	13.05	546.86	139.10	2.96
2421	Río San Rodrigo	1907.01	361.24	26.31	688.90	10.94	554.73	87.88	3.83
2423	Río Escondido	2870.90	368.68	26.51	1058.45	18.79	977.33	63.48	0.00

Tabla 40. (Continuación).

Clave	Nombre de la cuenca	Área (km <sup>2</sup> )	Precip. media (mm/año)	Temp. media (°C)	Volumen de precip. (hm <sup>3</sup> /año)	RAsub (hm <sup>3</sup> /año)	ET (hm <sup>3</sup> /año)	Cp (hm <sup>3</sup> /año)	Ev (hm <sup>3</sup> /año)
2426	Río Sabinas	17059.47	310.10	24.76	5290.15	17.52	4891.98	348.65	0.00
2427	Río Nadadores	21596.50	251.04	25.05	5421.48	0.00	5301.90	136.82	0.00
2428	Río Salado	22927.06	307.41	27.04	7048.06	0.00	6694.51	353.33	221.56
<b>Total RH24 Seis Tributarios</b>		<b>136754.65</b>	<b>340.80</b>	<b>24.01</b>	<b>46605.49</b>	<b>1648.78</b>	<b>41397.85</b>	<b>3383.05</b>	<b>649.86</b>
2414	Río Bravo 3	12199.12	244.90	24.46	2987.55	0.00	2965.98	21.57	0.00
2415	Río Bravo 4	29340.35	224.29	24.78	6580.65	0.00	6482.96	97.68	0.00
2416	Río Bravo 5	6472.99	259.66	25.68	1680.76	0.00	1568.20	112.55	178.08
2417	Río Bravo 6	220.04	348.71	26.32	76.73	0.88	71.91	3.94	0.00
2420	Río Bravo 7	363.51	439.48	26.27	159.76	7.20	119.94	32.62	0.00
2422	Río Bravo 8	1201.29	415.96	26.60	499.69	17.27	460.50	21.93	0.00
2424	Río Bravo 9	3045.20	386.13	26.80	1175.84	26.88	1112.61	36.36	0.00
2425	Río Bravo 10	4015.13	366.11	27.27	1469.97	20.92	1365.37	83.69	0.00
2429	Río Bravo 11	4174.53	353.04	28.10	1473.78	10.78	1390.94	72.06	194.66
<b>Total RH24 Medio Bravo</b>		<b>61032.16</b>	<b>263.87</b>	<b>25.36</b>	<b>16104.73</b>	<b>83.93</b>	<b>15538.40</b>	<b>482.40</b>	<b>372.73</b>
3401	Río Casas Grandes 1	5239.05	372.61	18.76	1952.11	111.09	1755.39	85.63	0.00
3402	Río Casas Grandes 2	13061.71	267.62	22.14	3495.51	0.00	3363.66	131.86	0.00
3403	Hacienda San Francisco-Juguete-Madero-Palomas	5345.80	224.08	22.47	1197.91	0.00	1155.75	42.16	0.00
3404	Laguna de Babicora	1921.38	507.20	17.12	974.52	140.86	786.94	46.72	0.00
3405	Río Santa María 1	3870.44	380.37	18.81	1472.19	89.12	1314.63	68.43	13.41
3406	Río Santa María 2	5638.36	249.98	22.05	1409.46	0.00	1353.26	56.20	0.00
3407	Laguna El Sabinal	1885.57	219.38	22.77	413.66	0.00	401.13	12.53	0.00
3408	Desierto de Samalayuca	8358.66	180.16	23.39	1505.87	0.00	1465.50	40.37	0.00
3409	Laguna La Vieja	1837.88	230.52	22.75	423.66	0.00	405.49	18.17	0.00
3410	Río del Carmen 1	4568.98	379.31	19.34	1733.06	98.09	1562.33	72.64	8.93
3411	Río del Carmen 2	8749.72	234.51	22.37	2051.91	0.00	1980.18	71.73	0.00
3412	Rancho El Cuarenta	1023.08	219.48	21.71	224.54	0.00	217.56	6.98	0.00
3413	Arroyo Roma	1782.83	209.51	22.55	373.53	0.00	361.80	11.73	0.00
3414	Félix U. Gómez	2893.27	213.12	21.76	616.60	0.00	592.08	24.52	0.00
3415	Arroyo El Carrizo	3708.85	231.98	22.42	860.38	0.00	810.04	50.34	0.00
3416	Arroyo El Burro	4402.82	229.07	22.54	1008.55	0.00	957.83	50.73	0.00
3417	Laguna de Tarabillas	1863.44	271.13	21.86	505.23	0.00	479.93	25.30	0.00
3418	Laguna El Cuervo	6233.89	273.62	22.86	1705.73	0.00	1620.30	85.43	0.00
3419	Laguna de Encinillas	2883.30	383.06	20.59	1104.46	56.16	1001.71	46.59	0.00
3420	Rancho Hormigas-El Diablo	196.54	328.25	21.58	64.51	1.40	59.34	3.78	0.00
3421	Laguna de Bustillos	3227.26	400.50	19.07	1292.52	89.21	1129.30	74.01	0.00
3422	Laguna Los Mexicanos	767.62	428.03	18.69	328.56	28.32	278.64	21.60	0.00
<b>Total RH34</b>		<b>89460.44</b>	<b>276.26</b>	<b>21.60</b>	<b>24714.48</b>	<b>614.26</b>	<b>23052.79</b>	<b>1047.43</b>	<b>22.34</b>
3502	Laguna del Rey	16050.43	216.82	24.28	3480.08	0.00	3403.03	77.05	0.00
3504	Polvorillos- Arroyo El Márquez	12355.61	243.30	23.65	3006.13	0.00	2914.70	91.43	0.00
3505	El Llano-Laguna del Milagro	10342.00	271.81	23.43	2811.01	0.00	2710.09	100.93	0.00
3506	Arroyo La India-Laguna Palomas	10978.94	294.03	23.74	3228.09	2.88	3104.76	120.45	0.00
<b>Total RH35</b>		<b>49726.98</b>	<b>251.88</b>	<b>23.82</b>	<b>12525.31</b>	<b>2.88</b>	<b>12132.58</b>	<b>389.85</b>	<b>0.00</b>

A continuación, se describe para cada región hidrológica, los cambios estimados que presentan las variables climatológicas con respecto a los valores actuales, producidos por los efectos del cambio en la precipitación media anual y temperatura media anual, según el escenario de cambio climático RCP 8.5 en el futuro lejano (2075-2099).

- En la RH09 se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 43,974.17 hm<sup>3</sup> disminuyendo un 1.71% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 9.94% (4,369.57 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 80.17% (35,255.73 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 9.89% (4,348.87 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, teniendo una disminución de 0.07% con respecto al volumen actual. Así mismo, se estima que el volumen de evaporación en embalses será de 645.94 hm<sup>3</sup>, incrementando un 39.89%, de tal manera que, el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado disminuirá un 4.81%, siendo un volumen de 3,702.93 hm<sup>3</sup>, que representa el 8.42% del volumen de agua de lluvia.
- En la RH10 se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 49,754.66 hm<sup>3</sup> disminuyendo un 4.34% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 22.18% (11,035.37 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 57.05% (28,387.21 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 20.77% (10,332.09 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, teniendo un incremento de 1.43% con respecto al volumen actual. Así mismo, se estima que el volumen de evaporación en embalses será de 684.26 hm<sup>3</sup>, incrementando un 35.91%, de tal manera que, el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado disminuirá un 0.37%, siendo un volumen de 9,647.83 hm<sup>3</sup>, que representa el 19.39% del volumen de agua de lluvia.
- En la subregión RH24 Alto Bravo se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 1,535.20 hm<sup>3</sup> disminuyendo un 6.27% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 96.24% (1,477.52 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 3.76% (57.67 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, y al no haber evaporación en embalses, es este mismo volumen el que puede ser aprovechado teniendo una disminución de 36.77%.
- En la subregión RH24 Seis Tributarios se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 46,605.49 hm<sup>3</sup> disminuyendo un 19.12% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 3.55% (1,648.78 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 89.16% (41,397.85 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 7.29% (3,383.05 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, teniendo

una disminución de 4.94% con respecto al volumen actual. Así mismo, se estima que el volumen de evaporación en embalses será de 649.86 hm<sup>3</sup>, incrementando un 35.45%, de tal manera que, el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado disminuirá un 11.23%, siendo un volumen de 2,733.20 hm<sup>3</sup>, que representa el 5.87% del volumen de agua de lluvia.

- En la subregión RH24 Medio Bravo se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 16,104.73 hm<sup>3</sup> disminuyendo un 19.54% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 0.52% (83.93 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 96.48% (15,538.40 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 3.00% (482.40 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, teniendo una disminución de 22.49% con respecto al volumen actual. Así mismo, se estima que el volumen de evaporación en embalses será de 372.73 hm<sup>3</sup>, incrementando un 15.34%, de tal manera que, el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado disminuirá un 63.35%, siendo un volumen de 109.67 hm<sup>3</sup>, que representa el 0.68% del volumen de agua de lluvia.
- En la RH34 se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 24,714.48 hm<sup>3</sup> disminuyendo un 4.48% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 2.49% (614.26 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 93.28% (23,052.79 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 4.24% (1,047.43 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, teniendo una disminución de 16.54% con respecto al volumen actual. Así mismo, se estima que el volumen de evaporación en embalses será de 22.34 hm<sup>3</sup>, incrementando un 36.82%, de tal manera que, el volumen medio anual de agua superficial que puede ser aprovechado disminuirá un 17.24%, siendo un volumen de 1,025.09 hm<sup>3</sup>, que representa el 4.15% del volumen de agua de lluvia.
- En la RH35 se estima que el volumen medio anual de agua de lluvia será de 12,525.31 hm<sup>3</sup> disminuyendo un 19.03% con respecto al volumen actual. De dicho volumen el 0.02% (2.88 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; 96.86% (12,132.58 hm<sup>3</sup>) será evapotranspirado; y el 3.11% (389.85 hm<sup>3</sup>) escurrirá superficialmente, y al no haber evaporación en embalses, es este mismo volumen el que puede ser aprovechado teniendo una disminución del 18.72%.

En general, considerando la extensión total de la zona de estudio, se estima que bajo las condiciones del escenario RCP 8.5 para el futuro lejano, en las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua se generará un volumen de lluvia medio anual de 195,214.03 hm<sup>3</sup>, que representa una disminución de 10.19% con respecto a las condiciones actuales, del cual, se estima que el

9.10% (17,754.79 hm<sup>3</sup>) dará lugar a la recarga de acuíferos; el 80.62% (157,242.07 hm<sup>3</sup>) se evapotranspirará; y el 10.28% (20,041.37 hm<sup>3</sup>) se convertirá en escurrimiento natural, teniendo este último una disminución de 2.45%. Así mismo, se tendrá una evaporación total en embalses de 2,375.12 hm<sup>3</sup>, que representa un incremento del 33.10%, con lo cual, considerando el volumen de escurrimiento natural, se tiene que el volumen medio anual de agua superficial que podrá ser aprovechado será de 17,666.24 hm<sup>3</sup>, teniendo una disminución de 5.84% y que representará el 9.05% del volumen de agua de lluvia.

En la Figura 36 se muestran los cambios en los valores de las variables climatológicas y de la distribución del volumen de agua de lluvia para cada región hidrológica, así como para toda la región de estudio, considerando el escenario RCP 8.5 en un futuro lejano.

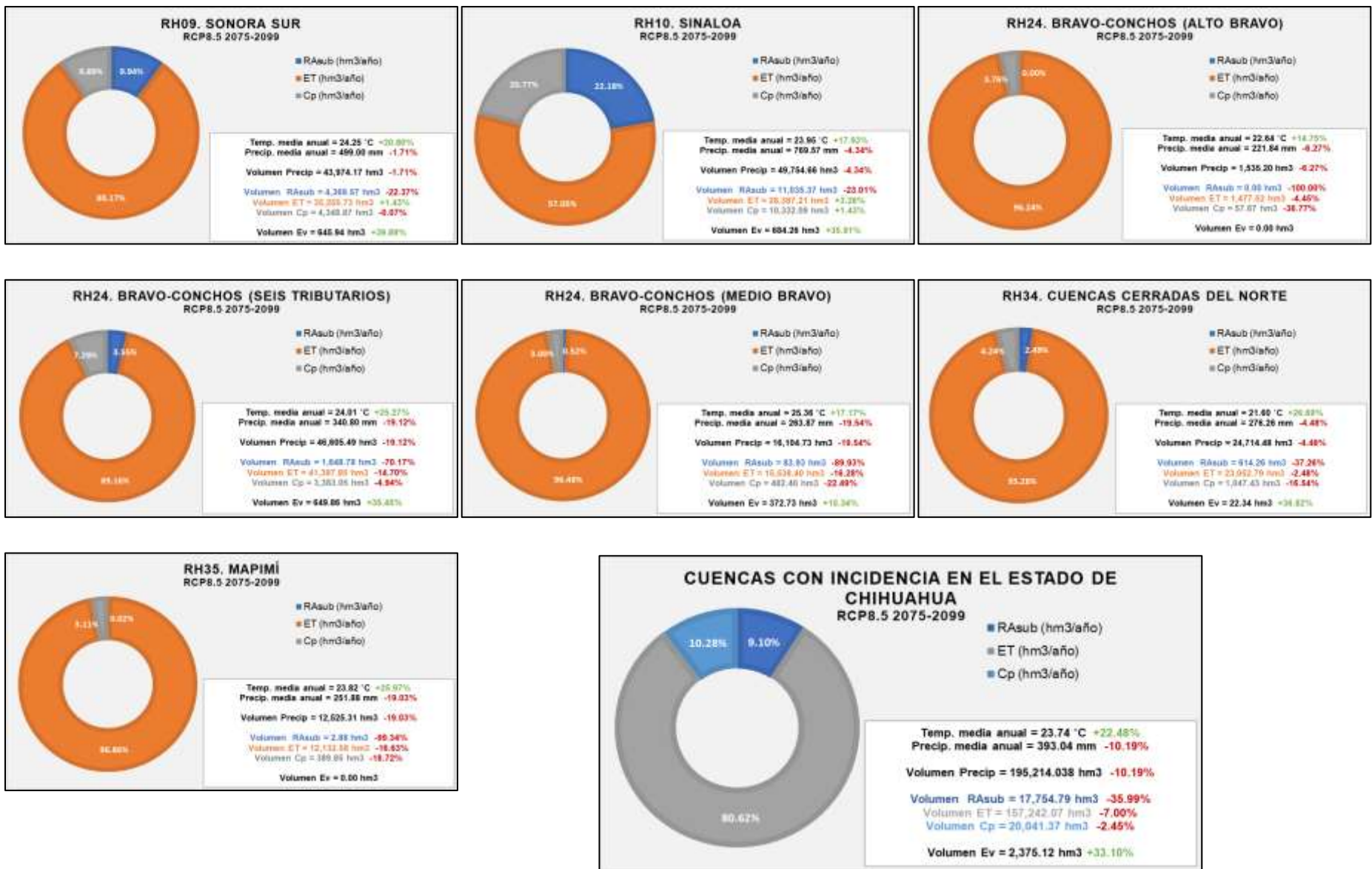


Figura 36. Distribución del agua de lluvia en las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua bajo es escenario RCP 8.5 futuro lejano (2075-2099).

## 7.2 Evaluación de los efectos del cambio climático en términos de disponibilidad de aguas superficiales.

Una vez estimados los posibles cambios en los valores medios de escurrimiento natural ( $Cp$ ) y evaporación en embalses ( $Ev$ ), mediante la aplicación de la Ecuación 2, se obtuvo para cada horizonte de los escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5, el cambio en el volumen medio anual de escurrimiento de cada cuenca hacia aguas abajo ( $Ab$ ), considerando las variables: volumen de retornos ( $R$ ), volumen anual de importaciones ( $Im$ ), volumen anual de exportaciones ( $Ex$ ) y volumen anual de extracción de agua superficial, como valores constantes. Finalmente, mediante la aplicación de la Ecuación 1, considerando el volumen anual actual comprometido aguas abajo ( $Rxy$ ) como un valor constante, se estimaron los cambios en los valores de disponibilidad media anual de agua superficial de cada cuenca hidrológica.

En el anexo electrónico se pueden consultar las hojas de cálculo en donde se muestran los cálculos de los posibles cambios en las distintas variables que intervienen en el cálculo de la disponibilidad media anual de aguas superficiales.

### 7.2.1 Evaluación de los efectos del escenario de cambio climático RCP 4.5.

En la Tabla 41 se muestran los cambios estimados en la disponibilidad media anual de aguas superficiales bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5.

Tabla 41. Cambios estimados en los valores de Disponibilidad media anual de aguas superficiales bajo el escenario de cambio climático RCP 4.5.

Clave	Nombre de la cuenca	ACTUAL	RCP 4.5						
			2015-2039			2045-2069		2075-2099	
			Disponibilidad media anual (hm <sup>3</sup> )	Disponibilidad media anual (hm <sup>3</sup> )	$\Delta$ (%)	Disponibilidad media anual (hm <sup>3</sup> )	$\Delta$ (%)	Disponibilidad media anual (hm <sup>3</sup> )	$\Delta$ (%)
907	Río Bavispe	0.40	1.76	339.96%	-5.35	-1441.72%	-14.14	-3644.11%	
908	Río Yaqui 1	4.71	-93.12	-2075.01%	-108.89	-2409.51%	-71.31	-1612.43%	
909	Río Yaqui 2	7.70	-137.53	-1884.88%	-164.97	-2241.09%	-120.63	-1665.59%	
910	Río Yaqui 3	9.88	-132.59	-1441.30%	-159.46	-1713.10%	-121.48	-1328.97%	
913	Río Mayo 1	70.75	157.43	122.53%	164.96	133.18%	171.13	141.90%	
914	Arroyo Quiriego	1.79	5.47	205.19%	4.67	160.23%	7.80	335.25%	
915	Río Mayo 2	159.74	228.85	43.27%	229.55	43.71%	236.25	47.90%	
916	Río Mayo 3	169.07	246.91	46.04%	246.25	45.65%	255.14	50.90%	
<b>Total RH09</b>		<b>424.05</b>	<b>277.19</b>	<b>-34.63%</b>	<b>206.76</b>	<b>-51.24%</b>	<b>342.76</b>	<b>-19.17%</b>	

Tabla 41. (Continuación).

Clave	Nombre de la cuenca	ACTUAL	RCP 4.5						
			2015-2039			2045-2069		2075-2099	
			Disponibilidad media anual (hm <sup>3</sup> )	Disponibilidad media anual (hm <sup>3</sup> )	Δ (%)	Disponibilidad media anual (hm <sup>3</sup> )	Δ (%)	Disponibilidad media anual (hm <sup>3</sup> )	Δ (%)
1001	Río Fuerte 1	82.13	44.39	-45.96%	96.06	16.95%	129.34	57.47%	
1002	Río Choix	5.95	7.46	25.44%	9.70	63.03%	9.48	59.23%	
1003	Arroyo Álamos	2.01	1.65	-17.55%	0.04	-98.12%	0.88	-56.06%	
1004	Río Fuerte 2	283.31	230.55	-18.62%	276.08	-2.55%	293.99	3.77%	
1005	Río Humaya	136.98	117.24	-14.41%	136.57	-0.30%	157.44	14.94%	
1006	Río Tamazula	67.22	63.59	-5.40%	70.28	4.55%	73.78	9.76%	
1007	Río Culiacán	278.78	227.16	-18.52%	255.12	-8.49%	274.21	-1.64%	
1008	Río Sinaloa 1	275.08	306.82	11.54%	318.44	15.76%	330.21	20.04%	
1009	Arroyo Ocoroni	30.50	28.00	-8.20%	26.38	-13.51%	27.59	-9.53%	
1010	Arroyo Cabrera	16.42	16.26	-1.02%	16.18	-1.48%	15.90	-3.18%	
1011	Río Sinaloa 2	433.96	458.16	5.58%	469.77	8.25%	477.91	10.13%	
<b>Total RH10</b>		<b>1612.35</b>	<b>1501.29</b>	<b>-6.89%</b>	<b>1674.61</b>	<b>3.86%</b>	<b>1790.74</b>	<b>11.06%</b>	
2401	Río Bravo 1	-15.38	-28.08	-82.64%	-18.56	-20.70%	-34.68	-125.52%	
2402	Río Bravo 2	-17.95	-20.93	-16.57%	-12.62	29.69%	-28.13	-56.71%	
<b>Total RH24 Alto Bravo</b>		<b>-33.33</b>	<b>-49.01</b>	<b>-47.05%</b>	<b>-31.18</b>	<b>6.44%</b>	<b>-62.81</b>	<b>-88.45%</b>	
2403	Río Florido 1	-301.60	-203.12	32.65%	-228.08	24.38%	-250.21	17.04%	
2404	Río Florido 2	-301.60	-203.12	32.65%	-228.08	24.38%	-250.21	17.04%	
2405	Río Florido 3	-301.60	-203.12	32.65%	-228.08	24.38%	-250.21	17.04%	
2406	Río Parral	-301.60	-203.12	32.65%	-228.08	24.38%	-250.21	17.04%	
2407	Río Balleza	-301.60	-203.12	32.65%	-228.08	24.38%	-250.21	17.04%	
2408	Río Conchos 1	-301.60	-203.12	32.65%	-228.08	24.38%	-250.21	17.04%	
2409	Río Conchos 2	-301.60	-203.12	32.65%	-228.08	24.38%	-250.21	17.04%	
2410	Río Conchos 3	-301.60	-203.12	32.65%	-228.08	24.38%	-250.21	17.04%	
2411	Río Conchos 4	-301.60	-203.12	32.65%	-228.08	24.38%	-250.21	17.04%	
2412	Río San Pedro	-301.60	-203.12	32.65%	-228.08	24.38%	-250.21	17.04%	
2413	Río Chuviscar	-301.60	-203.12	32.65%	-228.08	24.38%	-250.21	17.04%	
2418	Arroyo de las Vacas	-301.60	-203.12	32.65%	-228.08	24.38%	-250.21	17.04%	
2419	Río San Diego	-301.60	-203.12	32.65%	-228.08	24.38%	-250.21	17.04%	
2421	Río San Rodrigo	-301.60	-203.12	32.65%	-228.08	24.38%	-250.21	17.04%	
2423	Río Escondido	-301.60	-203.12	32.65%	-228.08	24.38%	-250.21	17.04%	
2426	Río Sabinas	-301.60	-203.12	32.65%	-228.08	24.38%	-250.21	17.04%	
2427	Río Nadadores	-301.60	-203.12	32.65%	-228.08	24.38%	-250.21	17.04%	
2428	Río Salado	-301.60	-203.12	32.65%	-228.08	24.38%	-250.21	17.04%	
<b>Total RH24 Seis Tributarios</b>		<b>-301.60</b>	<b>-203.12</b>	<b>32.65%</b>	<b>-228.08</b>	<b>24.38%</b>	<b>-250.21</b>	<b>17.04%</b>	
2414	Río Bravo 3	-612.09	-500.91	18.16%	-521.87	14.74%	-586.94	4.11%	
2415	Río Bravo 4	-612.09	-500.91	18.16%	-521.87	14.74%	-586.94	4.11%	
2416	Río Bravo 5	-612.09	-500.91	18.16%	-521.87	14.74%	-586.94	4.11%	
2417	Río Bravo 6	-612.09	-500.91	18.16%	-521.87	14.74%	-586.94	4.11%	
2420	Río Bravo 7	-612.09	-500.91	18.16%	-521.87	14.74%	-586.94	4.11%	
2422	Río Bravo 8	-612.09	-500.91	18.16%	-521.87	14.74%	-586.94	4.11%	
2424	Río Bravo 9	-612.09	-500.91	18.16%	-521.87	14.74%	-586.94	4.11%	
2425	Río Bravo 10	-612.09	-500.91	18.16%	-521.87	14.74%	-586.94	4.11%	
2429	Río Bravo 11	-612.09	-500.91	18.16%	-521.87	14.74%	-586.94	4.11%	
<b>Total RH24 Medio Bravo</b>		<b>-612.09</b>	<b>-500.91</b>	<b>18.16%</b>	<b>-521.87</b>	<b>14.74%</b>	<b>-586.94</b>	<b>4.11%</b>	

Tabla 41. (Continuación).

Clave	Nombre de la cuenca	ACTUAL	RCP 4.5						
			2015-2039			2045-2069		2075-2099	
			Disponibilidad media anual (hm <sup>3</sup> )	Disponibilidad media anual (hm <sup>3</sup> )	Δ (%)	Disponibilidad media anual (hm <sup>3</sup> )	Δ (%)	Disponibilidad media anual (hm <sup>3</sup> )	Δ (%)
3401	Río Casas Grandes 1	65.75	44.30	-32.62%	42.28	-35.69%	53.92	-17.98%	
3402	Río Casas Grandes 2	197.11	165.54	-16.02%	160.10	-18.78%	182.39	-7.47%	
3403	Hacienda San Francisco-Juguete-Madero-Palomas	62.13	70.29	13.12%	71.07	14.39%	64.38	3.62%	
3404	Laguna de Babícora	45.82	26.89	-41.32%	26.20	-42.82%	34.35	-25.03%	
3405	Río Santa María 1	12.73	-1.13	-108.89%	-4.23	-133.24%	2.46	-80.72%	
3406	Río Santa María 2	33.35	21.63	-35.15%	17.85	-46.49%	25.57	-23.32%	
3407	Laguna El Sabinal	5.66	5.59	-1.25%	5.84	3.02%	2.64	-53.45%	
3408	Desierto de Samalayuca	120.36	72.47	-39.79%	84.64	-29.67%	61.91	-48.56%	
3409	Laguna La Vieja	30.07	28.70	-4.54%	29.28	-2.63%	27.90	-7.20%	
3410	Río del Carmen 1	42.62	25.83	-39.39%	21.17	-50.34%	28.52	-33.08%	
3411	Río del Carmen 2	113.23	97.84	-13.59%	93.51	-17.42%	100.41	-11.33%	
3412	Rancho El Cuarenta	11.70	11.53	-1.45%	11.70	-0.01%	10.30	-11.92%	
3413	Arroyo Roma	22.93	19.57	-14.66%	22.94	0.07%	17.23	-24.87%	
3414	Félix U. Gómez	30.38	39.64	30.50%	43.19	42.17%	35.27	16.09%	
3415	Arroyo El Carrizo	41.10	73.48	78.75%	77.04	87.42%	68.87	67.55%	
3416	Arroyo El Burro	52.92	76.70	44.92%	80.58	52.25%	72.21	36.44%	
3417	Laguna de Tarabillas	26.94	26.94	0.01%	26.66	-1.04%	26.89	-0.19%	
3418	Laguna El Cuervo	93.63	96.16	2.70%	96.24	2.79%	95.78	2.29%	
3419	Laguna de Encinillas	49.28	41.10	-16.61%	37.52	-23.86%	41.44	-15.90%	
3420	Rancho Hormigas-El Diablo	3.88	3.92	1.16%	3.86	-0.37%	3.89	0.42%	
3421	Laguna de Bustillos	64.95	59.18	-8.90%	57.77	-11.05%	61.23	-5.73%	
3422	Laguna Los Mexicanos	19.80	17.83	-9.95%	17.72	-10.52%	18.68	-5.67%	
<b>Total RH34</b>		<b>1146.36</b>	<b>1023.99</b>	<b>-10.67%</b>	<b>1022.92</b>	<b>-10.77%</b>	<b>1036.26</b>	<b>-9.60%</b>	
3502	Laguna del Rey	45.50	37.87	-16.78%	42.56	-6.46%	25.38	-44.23%	
3504	Polvorillos- Arroyo El Márquez	40.43	41.15	1.77%	40.08	-0.88%	41.83	3.46%	
3505	El Llano-Laguna del Milagro	29.37	42.55	44.89%	39.18	33.41%	43.05	46.60%	
3506	Arroyo La India-Laguna Palomas	17.04	33.11	94.35%	30.73	80.39%	36.99	117.09%	
<b>Total RH35</b>		<b>132.34</b>	<b>154.68</b>	<b>16.88%</b>	<b>152.55</b>	<b>15.27%</b>	<b>147.25</b>	<b>11.27%</b>	

A continuación, se describe para cada región hidrológica, los cambios estimados en la disponibilidad media anual de aguas superficiales con respecto a la disponibilidad actual, según el escenario de cambio climático RCP 4.5 y sus distintos horizontes de tiempo.

- En la RH09 se estima que en la cuenca del río Mayo se tendrá un aumento en la disponibilidad de aguas superficiales, mientras que en la cuenca del río Yaqui se tendrá una disminución, pero es precisamente esta última la que representa el mayor porcentaje de

extensión territorial y en la que se concentra la mayor población y actividad económica, por lo tanto, las variaciones en la cuenca del río Yaqui impactan en mayor medida el cambio de la disponibilidad de agua superficial en toda la región hidrológica. De manera general se espera una disminución en la disponibilidad de agua en esta región en los tres horizontes de tiempo, siendo el más desfavorable el futuro medio. Se estima que el cambio en la disponibilidad media anual de aguas superficiales sea de -34.63% para un futuro cercano, -51.24% para el futuro medio y de -19.17% considerando el futuro lejano.

- En la RH10 se estima que en la cuenca del río Sinaloa habrá un aumento en la disponibilidad de agua en los tres horizontes de tiempo; en el caso de la cuenca del río Culiacán se estima una disminución en la disponibilidad de agua en el futuro cercano y medio, y un aumento en el futuro lejano; en la cuenca del río Fuerte se tendrá una disminución en la disponibilidad de aguas superficiales en el futuro cercano, mientras que en el futuro medio y lejano se tendrá un incremento en la disponibilidad, siendo esta última la que representa más del 50% de la extensión territorial de esta región hidrológica, por lo que, las variaciones de la cuenca del río Fuerte impactan en mayor medida el cambio en la disponibilidad de agua superficial. De manera general para esta región hidrológica, se espera una disminución de la disponibilidad de agua en el futuro cercano y un aumento en el futuro medio y lejano. Se estima que el cambio en la disponibilidad media anual de aguas superficiales sea de -6.89% en el futuro cercano, +3.86% en el futuro medio y de +11.06% en el futuro lejano.
- En la subregión RH24 Alto Bravo se espera que, en los tres horizontes de tiempo las cuencas permanezcan sin disponibilidad de agua superficial. Se estima un incremento en el grado de presión hídrica en el futuro cercano y lejano, ya que se estima que el déficit aumentará un 47.02% y 88.45% respectivamente, mientras que para el futuro medio se espera una ligera disminución en el grado de presión, ya que, se estima que el déficit se reducirá un 6.44%.
- En la subregión RH24 Seis Tributarios también se espera que, en los tres horizontes de tiempo las cuencas permanezcan sin disponibilidad de agua superficial, sin embargo, se estima una reducción en el grado de presión de las aguas superficiales. Se estima que en el futuro cercano se reduzca el déficit de agua un 32.65%, en el futuro medio se estima que

la reducción del déficit será de 24.38%, mientras que para el futuro lejano se estima que se reducirá el déficit un 17.04%.

- En la subregión RH24 Medio Bravo de igual manera se espera que, las cuencas permanecerán sin disponibilidad de agua en los tres horizontes de tiempo, pero también, se estima una reducción en el déficit de agua superficial. Se estima que en el futuro cercano se reduzca el déficit de agua un 18.16%, en el futuro medio se estima que la reducción del déficit será de 14.74%, mientras que para el futuro lejano se estima que se reducirá el déficit un 4.11%.
- En la RH34 se estima que en las cuencas: Hacienda San Francisco-Juguete-Madero-Palomas, Félix U. Gómez, Arroyo El Carrizo, Arroyo El Burro y Laguna El Cuervo, aumentará la disponibilidad de agua en los tres horizontes de tiempo, sin embargo, en las cuencas de mayor relevancia para esta región hidrológica, tales como: Río Casas Grandes, Río Santa María, Río del Carmen, Laguna de Babícora, Laguna de Encinillas, Laguna de Bustillos y Laguna Los Mexicanos, se estima que habrá una disminución de la disponibilidad de agua en los tres horizontes de tiempo, y es precisamente en estas últimas cuencas, en donde se concentra la mayor parte de la población y las que representan el mayor porcentaje de la extensión territorial de esta región hidrológica, de tal manera que, las variaciones de estas cuencas, impactan en mayor medida el cambio en la disponibilidad de agua superficial. De manera general para esta región hidrológica, se estima que el cambio en la disponibilidad media anual de aguas superficiales sea de -10.67% en el futuro cercano, -10.77% en el futuro medio y de -9.60% en el futuro lejano.
- En la RH35 se estima que todas las cuencas tendrán un incremento en la disponibilidad de aguas superficiales en los tres horizontes de tiempo, a excepción de la cuenca Laguna del Rey que tendrá una disminución de la disponibilidad. En general para esta región hidrológica, se estima que el cambio en la disponibilidad media anual de aguas superficiales sea de +16.88% en el futuro cercano, +15.27% en el futuro medio y de +11.27% en el futuro lejano.

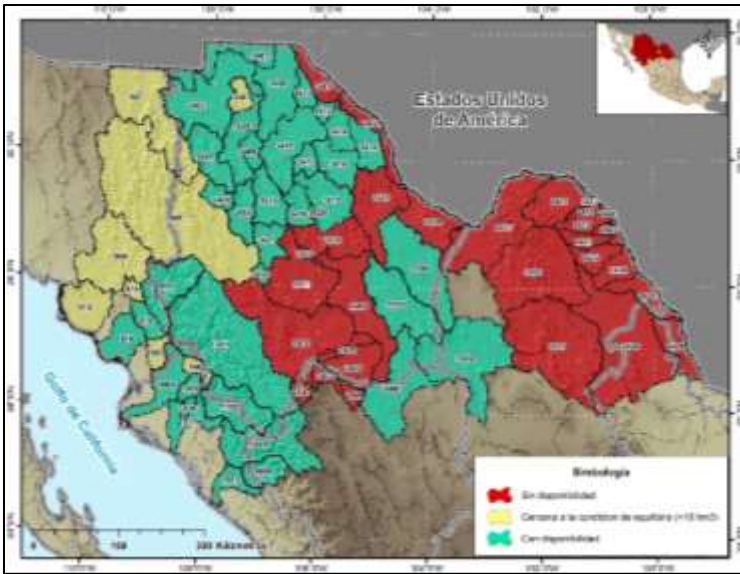
De manera general, considerando todas las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua se espera lo siguiente:

Para el futuro cercano, se estima un cambio en la disponibilidad de aguas superficiales de -6.92%, en donde 33 cuencas estarán sin disponibilidad o en déficit, siendo cuatro cuencas más con respecto a la actualidad. De dichas cuencas, tres pertenecen a la RH10 (Río Yaqui 1, Río Yaqui 2 y Río Yaqui 3), una pertenece a la RH34 (Río Santa María 1), y las 29 cuencas restantes son las pertenecientes a la RH24 que permanecerán en situación de déficit.

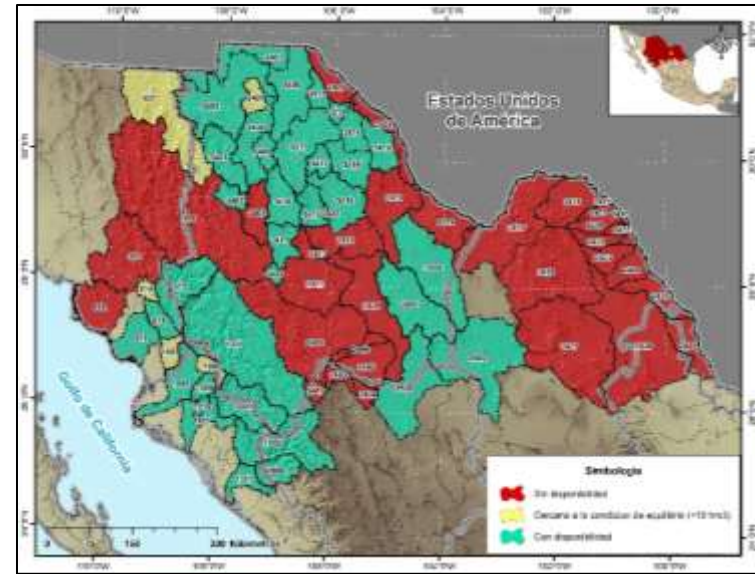
Para el futuro medio, se estima un cambio en la disponibilidad de aguas superficiales de -3.90%, en donde 34 cuencas estarán sin disponibilidad o en déficit, siendo cinco cuencas más con respecto a la actualidad. De dichas cuencas, cuatro pertenecen a la RH10 (Río Bavispe, Río Yaqui 1, Río Yaqui 2 y Río Yaqui 3), una pertenece a la RH34 (Río Santa María 1), y las 29 cuencas restantes son las pertenecientes a la RH24 que permanecerán en situación de déficit.

Para el futuro lejano, se estima un cambio en la disponibilidad de aguas superficiales de +2.07%, en donde 33 cuencas estarán sin disponibilidad o en déficit, siendo cuatro cuencas más con respecto a la actualidad. De dichas cuencas, cuatro pertenecen a la RH10 (Río Bavispe, Río Yaqui 1, Río Yaqui 2 y Río Yaqui 3), y las 29 cuencas restantes son las pertenecientes a la RH24 que permanecerán en situación de déficit.

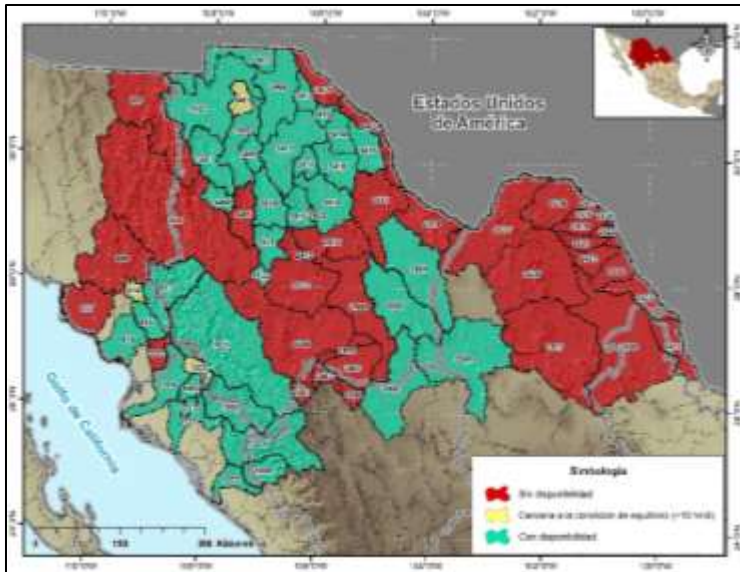
En la Figura 37 se muestra una comparativa entre la situación actual de las cuencas hidrológicas y los horizontes de tiempo bajo el escenario RCP 4.5.



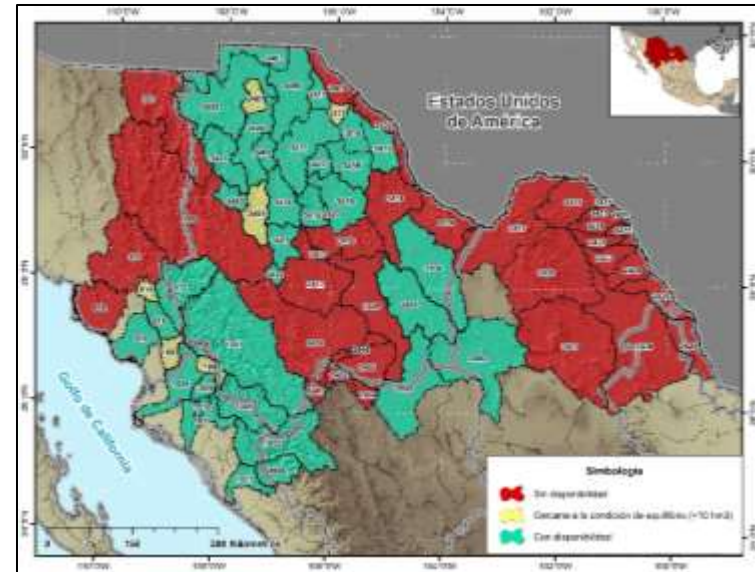
a) Condiciones actuales



c) RCP 4.5 futuro cercano (2015-2039)



e) RCP 4.5 futuro medio (2045-2069)



g) RCP 4.5 futuro lejano (2075-2099)

Figura 37. Comparación de la situación de las cuencas hidrológicas entre las condiciones actuales y los tres horizontes de tiempo del escenario RCP 4.5.

## 7.2.2 Evaluación de los efectos del escenario de cambio climático RCP 8.5.

En la Tabla 42 se muestran los cambios estimados en la disponibilidad media anual de aguas superficiales bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5.

Tabla 42. Cambios estimados en los valores de Disponibilidad media anual de aguas superficiales bajo el escenario de cambio climático RCP 8.5.

Clave	Nombre de la cuenca	ACTUAL	RCP 8.5					
			2015-2039			2045-2069		2075-2099
		Disponibilidad media anual (hm <sup>3</sup> )	Disponibilidad media anual (hm <sup>3</sup> )	Δ (%)	Disponibilidad media anual (hm <sup>3</sup> )	Δ (%)	Disponibilidad media anual (hm <sup>3</sup> )	Δ (%)
907	Río Bavispe	0.40	1.24	210.04%	-19.73	-5043.69%	-61.53	-
908	Río Yaqui 1	4.71	-97.63	-2170.71%	-64.16	-1460.70%	-146.82	-3213.94%
909	Río Yaqui 2	7.70	-141.38	-1934.87%	-114.44	-1585.31%	-221.60	-2975.99%
910	Río Yaqui 3	9.88	-138.22	-1498.31%	-115.81	-1271.61%	-246.94	-2598.14%
913	Río Mayo 1	70.75	155.76	120.17%	172.52	143.86%	166.71	135.65%
914	Arroyo Quiriego	1.79	4.48	150.08%	8.74	387.51%	12.87	617.96%
915	Río Mayo 2	159.74	226.43	41.75%	236.76	48.22%	218.77	36.95%
916	Río Mayo 3	169.07	243.18	43.83%	256.66	51.81%	238.72	41.20%
<b>Total RH09</b>		<b>424.05</b>	<b>253.85</b>	<b>-40.14%</b>	<b>360.54</b>	<b>-14.98%</b>	<b>-39.82</b>	<b>-109.39%</b>
1001	Río Fuerte 1	82.13	54.54	-33.60%	140.28	70.80%	173.36	111.07%
1002	Río Choix	5.95	7.57	27.15%	8.38	40.90%	4.35	-26.93%
1003	Arroyo Álamos	2.01	1.12	-43.94%	1.55	-22.54%	-0.72	-135.71%
1004	Río Fuerte 2	283.31	243.77	-13.96%	281.08	-0.79%	230.52	-18.64%
1005	Río Humaya	136.98	118.83	-13.25%	169.82	23.97%	204.36	49.19%
1006	Río Tamazula	67.22	64.85	-3.52%	75.21	11.89%	72.83	8.34%
1007	Río Culiacán	278.78	226.90	-18.61%	274.47	-1.54%	294.40	5.60%
1008	Río Sinaloa 1	275.08	306.88	11.56%	336.05	22.17%	337.88	22.83%
1009	Arroyo Ocoroni	30.50	27.98	-8.26%	28.62	-6.17%	23.68	-22.35%
1010	Arroyo Cabrera	16.42	16.28	-0.88%	15.24	-7.20%	12.44	-24.26%
1011	Río Sinaloa 2	433.96	458.19	5.58%	470.55	8.43%	435.55	0.36%
<b>Total RH10</b>		<b>1612.35</b>	<b>1526.91</b>	<b>-5.30%</b>	<b>1801.27</b>	<b>11.72%</b>	<b>1788.64</b>	<b>10.93%</b>
2401	Río Bravo 1	-15.38	-16.04	-4.31%	-40.47	-163.16%	-48.38	-214.62%
2402	Río Bravo 2	-17.95	-10.72	40.28%	-35.45	-97.46%	-51.49	-186.83%
<b>Total RH24 Alto Bravo</b>		<b>-33.33</b>	<b>-26.76</b>	<b>19.71%</b>	<b>-75.92</b>	<b>-127.77%</b>	<b>-99.87</b>	<b>-199.65%</b>
2403	Río Florido 1	-301.60	-187.50	37.83%	-293.56	2.67%	-647.49	-114.68%
2404	Río Florido 2	-301.60	-187.50	37.83%	-293.56	2.67%	-647.49	-114.68%
2405	Río Florido 3	-301.60	-187.50	37.83%	-293.56	2.67%	-647.49	-114.68%
2406	Río Parral	-301.60	-187.50	37.83%	-293.56	2.67%	-647.49	-114.68%
2407	Río Balleza	-301.60	-187.50	37.83%	-293.56	2.67%	-647.49	-114.68%
2408	Río Conchos 1	-301.60	-187.50	37.83%	-293.56	2.67%	-647.49	-114.68%
2409	Río Conchos 2	-301.60	-187.50	37.83%	-293.56	2.67%	-647.49	-114.68%
2410	Río Conchos 3	-301.60	-187.50	37.83%	-293.56	2.67%	-647.49	-114.68%
2411	Río Conchos 4	-301.60	-187.50	37.83%	-293.56	2.67%	-647.49	-114.68%
2412	Río San Pedro	-301.60	-187.50	37.83%	-293.56	2.67%	-647.49	-114.68%
2413	Río Chuviscar	-301.60	-187.50	37.83%	-293.56	2.67%	-647.49	-114.68%
2418	Arroyo de las Vacas	-301.60	-187.50	37.83%	-293.56	2.67%	-647.49	-114.68%
2419	Río San Diego	-301.60	-187.50	37.83%	-293.56	2.67%	-647.49	-114.68%
2421	Río San Rodrigo	-301.60	-187.50	37.83%	-293.56	2.67%	-647.49	-114.68%
2423	Río Escondido	-301.60	-187.50	37.83%	-293.56	2.67%	-647.49	-114.68%
2426	Río Sabinas	-301.60	-187.50	37.83%	-293.56	2.67%	-647.49	-114.68%
2427	Río Nadadores	-301.60	-187.50	37.83%	-293.56	2.67%	-647.49	-114.68%
2428	Río Salado	-301.60	-187.50	37.83%	-293.56	2.67%	-647.49	-114.68%
<b>Total RH24 Seis Tributarios</b>		<b>-301.60</b>	<b>-187.50</b>	<b>37.83%</b>	<b>-293.56</b>	<b>2.67%</b>	<b>-647.49</b>	<b>-114.68%</b>

Tabla 42. (Continuación).

Clave	Nombre de la cuenca	ACTUAL	RCP 4.5						
			2015-2039			2045-2069		2075-2099	
			Disponibilidad media anual (hm <sup>3</sup> )	Disponibilidad media anual (hm <sup>3</sup> )	Δ (%)	Disponibilidad media anual (hm <sup>3</sup> )	Δ (%)	Disponibilidad media anual (hm <sup>3</sup> )	Δ (%)
2414	Río Bravo 3	-612.09	-455.32	25.61%	-676.75	-10.56%	-1181.07	-92.96%	
2415	Río Bravo 4	-612.09	-455.32	25.61%	-676.75	-10.56%	-1181.07	-92.96%	
2416	Río Bravo 5	-612.09	-455.32	25.61%	-676.75	-10.56%	-1181.07	-92.96%	
2417	Río Bravo 6	-612.09	-455.32	25.61%	-676.75	-10.56%	-1181.07	-92.96%	
2420	Río Bravo 7	-612.09	-455.32	25.61%	-676.75	-10.56%	-1181.07	-92.96%	
2422	Río Bravo 8	-612.09	-455.32	25.61%	-676.75	-10.56%	-1181.07	-92.96%	
2424	Río Bravo 9	-612.09	-455.32	25.61%	-676.75	-10.56%	-1181.07	-92.96%	
2425	Río Bravo 10	-612.09	-455.32	25.61%	-676.75	-10.56%	-1181.07	-92.96%	
2429	Río Bravo 11	-612.09	-455.32	25.61%	-676.75	-10.56%	-1181.07	-92.96%	
<b>Total RH24 Medio Bravo</b>		<b>-612.09</b>	<b>-455.32</b>	<b>25.61%</b>	<b>-676.75</b>	<b>-10.56%</b>	<b>-1181.07</b>	<b>-92.96%</b>	
3401	Río Casas Grandes 1	65.75	40.63	-38.21%	59.39	-9.66%	66.56	1.24%	
3402	Río Casas Grandes 2	197.11	154.74	-21.49%	191.60	-2.79%	189.87	-3.67%	
3403	Hacienda San Francisco-Juguete-Madero-Palomas	62.13	71.37	14.86%	56.07	-9.76%	42.15	-32.17%	
3404	Laguna de Babicora	45.82	25.46	-44.45%	38.99	-14.92%	46.42	1.29%	
3405	Río Santa María 1	12.73	-2.34	-118.35%	8.24	-35.27%	9.22	-27.57%	
3406	Río Santa María 2	33.35	19.72	-40.88%	30.85	-7.49%	17.03	-48.93%	
3407	Laguna El Sabinal	5.66	5.80	2.38%	-0.37	-106.59%	-4.35	-176.87%	
3408	Desierto de Samalayuca	120.36	89.46	-25.67%	51.88	-56.90%	40.37	-66.46%	
3409	Laguna La Vieja	30.07	29.24	-2.74%	23.02	-23.44%	17.83	-40.69%	
3410	Río del Carmen 1	42.62	22.70	-46.73%	35.21	-17.39%	36.97	-13.26%	
3411	Río del Carmen 2	113.23	94.94	-16.16%	90.19	-20.35%	73.07	-35.47%	
3412	Rancho El Cuarenta	11.70	11.64	-0.46%	8.95	-23.47%	6.98	-40.30%	
3413	Arroyo Roma	22.93	22.97	0.17%	14.84	-35.26%	11.73	-48.84%	
3414	Félix U. Gómez	30.38	43.12	41.95%	31.18	2.64%	24.52	-19.29%	
3415	Arroyo El Carrizo	41.10	77.21	87.83%	64.49	56.88%	49.62	20.71%	
3416	Arroyo El Burro	52.92	79.86	50.90%	62.98	19.00%	50.32	-4.93%	
3417	Laguna de Tarabillas	26.94	26.76	-0.66%	26.62	-1.19%	25.30	-6.08%	
3418	Laguna El Cuervo	93.63	96.62	3.19%	94.16	0.57%	85.30	-8.90%	
3419	Laguna de Encinillas	49.28	38.38	-22.12%	45.15	-8.38%	46.34	-5.97%	
3420	Rancho Hormigas-El Diablo	3.88	3.90	0.51%	3.87	-0.09%	3.78	-2.65%	
3421	Laguna de Bustillos	64.95	58.60	-9.78%	65.37	0.65%	65.64	1.06%	
3422	Laguna Los Mexicanos	19.80	17.84	-9.89%	19.72	-0.40%	19.82	0.07%	
<b>Total RH34</b>		<b>1146.36</b>	<b>1028.62</b>	<b>-10.27%</b>	<b>1022.41</b>	<b>-10.81%</b>	<b>924.47</b>	<b>-19.36%</b>	
3502	Laguna del Rey	45.50	47.08	3.46%	32.57	-28.41%	-29.19	-164.14%	
3504	Polvorillos- Arroyo El Márquez	40.43	39.94	-1.21%	42.07	4.05%	-5.97	-114.75%	
3505	El Llano-Laguna del Milagro	29.37	40.05	36.36%	44.11	50.19%	31.89	8.60%	
3506	Arroyo La India-Laguna Palomas	17.04	34.93	105.00%	40.61	138.34%	45.84	169.03%	
<b>Total RH35</b>		<b>132.34</b>	<b>161.99</b>	<b>22.40%</b>	<b>159.36</b>	<b>20.42%</b>	<b>42.58</b>	<b>-67.83%</b>	

A continuación, se describe para cada región hidrológica, los cambios estimados en la disponibilidad media anual de aguas superficiales con respecto a la disponibilidad actual, según el escenario de cambio climático RCP 8.5 y sus distintos horizontes de tiempo.

- En la RH09 se estima que en la cuenca del río Mayo se tendrá un aumento en la disponibilidad de aguas superficiales, mientras que en la cuenca del río Yaqui se tendrá una disminución. Por tal motivo, de manera general se espera una disminución en la disponibilidad de agua en esta región en los tres horizontes de tiempo, siendo el más desfavorable el lejano. Se estima que el cambio en la disponibilidad media anual de aguas superficiales sea de -40.14% para un futuro cercano, -14.98% para el futuro medio y de hasta -109.39% considerando el futuro lejano.
- En la RH10 se estima que en la cuenca del río Sinaloa habrá un aumento en la disponibilidad de agua en los tres horizontes de tiempo; en el caso de la cuenca del río Culiacán se estima una disminución en la disponibilidad de agua en el futuro cercano y un aumento en el futuro medio y lejano; en la cuenca del río Fuerte se tendrá una disminución en la disponibilidad de aguas superficiales en el futuro cercano, mientras que en el futuro medio y lejano se tendrá un incremento en la disponibilidad, por lo que, considerando que las variaciones de la cuenca del río Fuerte impactan en mayor medida el cambio en la disponibilidad de agua superficial, de manera general para esta región hidrológica, se espera una disminución de la disponibilidad de agua en el futuro cercano y un aumento en el futuro medio y lejano. Se estima que el cambio en la disponibilidad media anual de aguas superficiales sea de -5.30% en el futuro cercano, +11.72% en el futuro medio y de +10.93% en el futuro lejano.
- En la subregión RH24 Alto Bravo se espera que, en los tres horizontes de tiempo las cuencas permanezcan sin disponibilidad de agua superficial. Se estima un gran incremento en el grado de presión hídrica en el futuro medio y lejano, ya que se estima que el déficit aumentará un 127.77% y 199.65% respectivamente, mientras que para el futuro medio se espera una ligera disminución en el grado de presión, ya que, se estima que el déficit se reducirá un 19.71%.
- En la subregión RH24 Seis Tributarios también se espera que, en los tres horizontes de tiempo las cuencas permanezcan sin disponibilidad de agua superficial, sin embargo, se estima una reducción en el grado de presión de las aguas superficiales en el futuro cercano

y ligeramente en el futuro medio, pero para el futuro lejano ocurre todo lo contrario, ya que aumentará drásticamente el grado de presión hídrica. Se estima que en el futuro cercano se reduzca el déficit de agua un 37.83%, en el futuro medio se estima que la reducción del déficit será de 2.67%, mientras que para el futuro lejano se estima que incrementara el déficit hasta un 114.68%.

- En la subregión RH24 Medio Bravo de igual manera se espera que, las cuencas permanezcan sin disponibilidad de agua en los tres horizontes de tiempo, pero también, se estima una reducción en el déficit de agua superficial en el futuro cercano, mientras que para el futuro medio y lejano dicho déficit incrementará. Se estima que en el futuro cercano se reduzca el déficit de agua un 25.61%, en el futuro medio se estima que el déficit incrementará un 10.56%, mientras que para el futuro lejano se estima que el déficit aumentará hasta un 92.96%.
- En la RH34 se estima que en las cuencas: Hacienda San Francisco-Juguete-Madero-Palomas, Félix U. Gómez, Arroyo El Carrizo, Arroyo El Burro y Laguna El Cuervo, aumentará la disponibilidad de agua en el futuro cercano y medio, sin embargo, en cuencas de mayor relevancia para esta región hidrológica, tales como: Río Casas Grandes, Río Santa María, Río del Carmen y Laguna de Encinillas, se estima que habrá una disminución de la disponibilidad de agua en los tres horizontes de tiempo, de tal manera que, para esta región hidrológica, se estima que el cambio en la disponibilidad media anual de aguas superficiales sea de -10.27% en el futuro cercano, -10.81% en el futuro medio y de -19.36% en el futuro lejano.
- En la RH35 se estima que las cuencas El Llano-Laguna del Milagro y Arroyo La India-Laguna Palomas tendrán un incremento en la disponibilidad de aguas superficiales en los tres horizontes de tiempo, mientras que la cuenca Laguna del Rey tendrá una disminución en el futuro medio y lejano y la cuenca Polvorillos-Arroyo El Márquez presentará una disminución de la disponibilidad en el futuro cercano y lejano. En general para esta región hidrológica, se estima que el cambio en la disponibilidad media anual de aguas superficiales sea de +22.40% en el futuro cercano, +20.42% en el futuro medio y de hasta -67.83% en el futuro lejano.

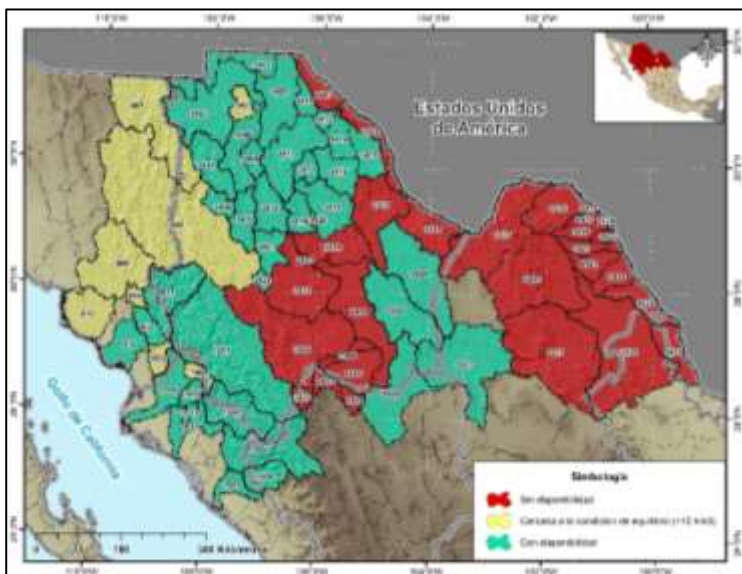
De manera general, considerando todas las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua se espera lo siguiente:

Para el futuro cercano, se estima un cambio en la disponibilidad de aguas superficiales de -2.80%, en donde 33 cuencas estarán sin disponibilidad o en déficit, siendo cuatro cuencas más con respecto a la actualidad. De dichas cuencas, tres pertenecen a la RH10 (Río Yaqui 1, Río Yaqui 2 y Río Yaqui 3), una pertenece a la RH34 (Río Santa María 1), y las 29 cuencas restantes son las pertenecientes a la RH24 que permanecerán en situación de déficit.

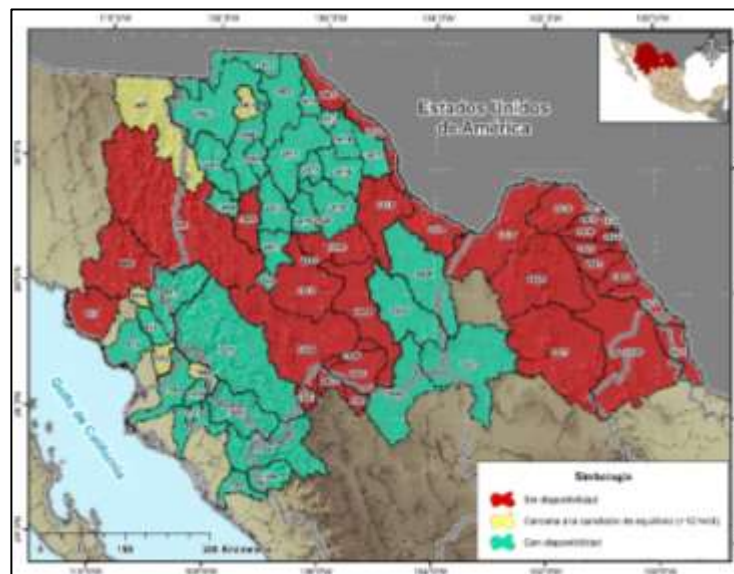
Para el futuro medio, se estima un cambio en la disponibilidad de aguas superficiales de -2.99%, en donde 34 cuencas estarán sin disponibilidad o en déficit, siendo cinco cuencas más con respecto a la actualidad. De dichas cuencas, cuatro pertenecen a la RH10 (Río Bavispe, Río Yaqui 1, Río Yaqui 2 y Río Yaqui 3), una pertenece a la RH34 (Laguna El Sabinal), y las 29 cuencas restantes son las pertenecientes a la RH24 que permanecerán en situación de déficit.

Para el futuro lejano, se estima un cambio en la disponibilidad de aguas superficiales de hasta -66.75%, siendo un escenario muy crítico y alarmante, en donde 37 cuencas estarán sin disponibilidad o en déficit, siendo ocho cuencas más con respecto a la actualidad. De dichas cuencas, cuatro pertenecen a la RH10 (Río Bavispe, Río Yaqui 1, Río Yaqui 2 y Río Yaqui 3), una pertenece a la RH10 (Arroyo Álamos), una pertenece a la RH34 (Laguna El Sabinal), dos pertenecen a la RH35 (Laguna del Rey y Polvorillos-Arroyo El Márquez) y las 29 cuencas restantes son las pertenecientes a la RH24 que permanecerán en situación de déficit.

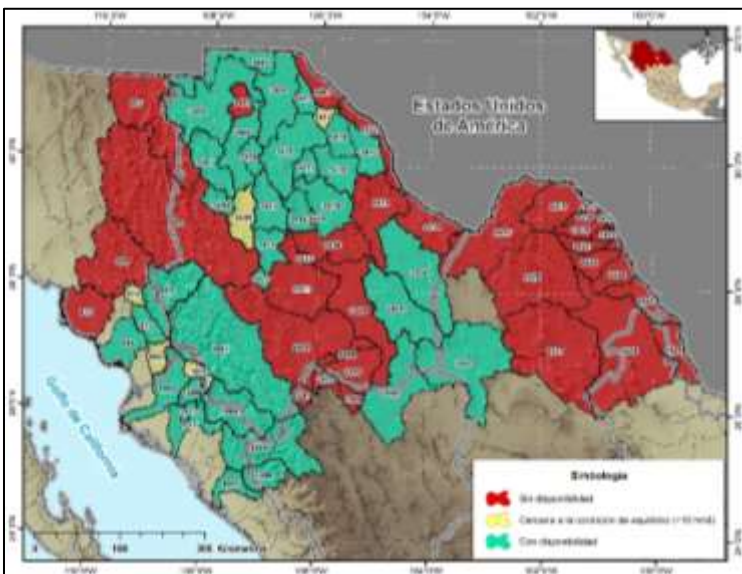
En la Figura 38 se muestra una comparativa entre la situación actual de las cuencas hidrológicas y los horizontes de tiempo bajo el escenario RCP 8.5.



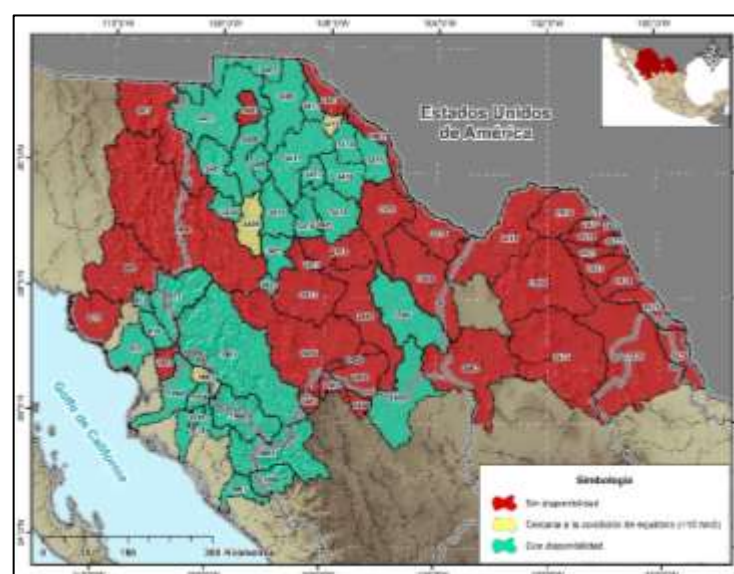
a) Condiciones actuales



c) RCP 8.5 futuro cercano (2015-2039)



e) RCP 8.5 futuro medio (2045-2069)



g) RCP 8.5 futuro lejano (2075-2099)

Figura 38. Comparación de la situación de las cuencas hidrológicas entre las condiciones actuales y los tres horizontes de tiempo del escenario RCP 8.5

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 8.1 Conclusiones.

El incremento de la temperatura y la variación de la precipitación en las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua, asociadas a los posibles efectos del cambio climático, traerán consigo alteraciones en los valores medios de recarga de agua subterránea, generación de escurrimiento natural, evapotranspiración y evaporación en embalses; que modificarán la cantidad de agua superficial que puede ser aprovechada en cada cuenca y por consiguiente cambios en la disponibilidad media anual de agua superficial. La magnitud de estos cambios depende del forzamiento radiativo adoptado por cada escenario de cambio climático según la mitigación de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero, así como del horizonte de tiempo.

Para un escenario con forzamiento radiativo de  $4.5 \text{ W/m}^2$  o RCP 4.5 (mitigación media-emisiones bajas), se estima que, a nivel general, para el futuro cercano y medio, se tendrá una reducción de la disponibilidad de agua superficial de 6.92% y 3.90% respectivamente, mientras que para el futuro lejano se tendrá un incremento de 2.07%.

Considerando un escenario con forzamiento radiativo de  $8.5 \text{ W/m}^2$  o RCP 8.5 (mitigación baja o nula-emisiones altas), se estima que, a nivel general, se tendrá una reducción de la disponibilidad de agua superficial en los tres horizontes de tiempo, siendo de 2.80% para el futuro cercano, 2.99% para el futuro medio y hasta 66.75% para el futuro lejano.

Es importante recalcar, que la magnitud de los cambios mencionados para cada escenario de cambio climático, representan un promedio de todas las cuencas con incidencia en el estado de Chihuahua, en donde se incluyen regiones áridas, semiáridas y húmedas, incluso cuencas fuera del territorio chihuahuense; sin embargo, es en las cuencas áridas y semiáridas del Estado (las pertenecientes a la RH24 Alto Bravo, RH24 Seis Tributarios y RH34), en donde se debe prestar especial atención, ya que, es en estas donde se concentra la mayor población y tienen lugar las actividades económicas más significativas.

Considerando únicamente las cuencas de mayor relevancia en el Estado, para el escenario RCP 4.5, en promedio se estima una reducción de la disponibilidad de aguas superficiales de 4.88% en el futuro cercano, 5.89% en el futuro medio y 10.87% en el futuro lejano; mientras que para el escenario RCP 8.5 en el futuro cercano se espera un ligero aumento de 0.36%, atribuido

principalmente a una reducción del déficit en las cuencas de la RH24, y para el futuro medio y lejano se espera una reducción de 19.53% y hasta de 78.17% respectivamente.

Los cambios estimados en los valores de disponibilidad de agua en la presente investigación, se realizaron considerando únicamente los posibles cambios de las variables sensibles a las variaciones de la temperatura y la precipitación, y como constantes los valores del resto de las variables, sin embargo, el volumen anual de extracción de agua superficial, es una variable que también tendrá cambios importantes debido al acelerado crecimiento demográfico, por lo que, es muy probable que el grado de presión en las cuencas hidrológicas incremente aún más de lo estimado.

Las medidas de mitigación ante el cambio climático que se adopten en el estado de Chihuahua, serán determinantes para aminorar sus posibles efectos adversos, ya que, de estas depende bajo qué escenario se estará en el futuro, siendo evidente que uno será mucho más crítico que otro.

Sin importar las medidas de mitigación, para ambos escenarios se espera una reducción de la disponibilidad de agua en el futuro, por lo que es imprescindible la planeación y ejecución de medidas de adaptación para garantizar la seguridad hídrica de la región, y a su vez salvaguardar las condiciones de calidad de vida de la población chihuahuense.

A pesar de las limitaciones impuestas por los alcances y condiciones establecidas, la presente investigación constituye un fundamento para la toma de decisiones e implementación de medidas de las instituciones encargadas de la administración y gestión hídrica, así como de los organismos operadores, que garanticen la seguridad hídrica en el estado de Chihuahua, ya que, de lo contrario, se tendrán múltiples problemas ambientales, políticos y sociales.

## **8.2 Recomendaciones.**

Se recomienda retomar la presente investigación, incluyendo los posibles cambios en algunas variables, que no fueron considerados, tales como: el incremento del volumen de extracción de agua superficial por el crecimiento demográfico, la variación de la superficie de agua expuesta en los embalses y el cambio de uso de suelo en las cuencas hidrológicas; con lo cual, se puedan realizar estimaciones más certeras.

Como resultado de la estimación de cambios en los valores medios de variables climatológicas, se prevé una reducción en la recarga de agua subterránea, por lo que también se recomienda complementar la presente investigación realizando una evaluación del efecto del cambio climático en la disponibilidad de aguas subterráneas del estado de Chihuahua, de tal manera, que se cuente con una evaluación integral de las condiciones futuras del recurso hídrico, con lo cual, se podrán tomar mejores decisiones e implementar las adecuadas medidas de adaptación.

Finalmente, como parte de las medidas de mitigación ante el cambio climático, se recomienda: realizar campañas de concientización para el uso eficiente del agua, con lo cual se logre reducir el consumo de agua en los sectores público urbano, agrícola e industrial; implementar programas de protección y conservación de cuencas, de manera que se logre mantener la humedad de suelos y la conservación de los mismos; invertir en proyectos ambientales para la recuperación de volúmenes de agua concesionados y para el máximo aprovechamiento de aguas residuales; y la creación de leyes y reglamentos más estrictos para la regulación y reducción de emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero, ya que, este último es uno de los factores determinantes en el forzamiento radiativo.

## 9. REFERENCIAS.

- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements. *FAO Irrigation and Drainage Paper 56*, 300(9), D05109.
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (2006). Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. *Estudio FAO de Riego y Drenaje*, 298.
- Aparicio, F. J. (1992). *Fundamentos de Hidrología de superficie*. México, D.F.: Editorial Limusa S.A. de C.V.
- Arteaga-Ramírez, R., Aguirre-Rodríguez, A., Sangerman-Jarquín, D., Vázquez-Peña, M. A., Ibáñez-Castillo, L. A., & Hernández-Mendoza, T. M. (2010). Presión de vapor actual observada y estimada en observatorios sinópticos de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1(1), 77–87.
- Bruton, J. M., Hoogenboom, G., & McClendon, R. W. (2000). A compararison of automatically and manually collected pan evaporation data. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 43, 1097–1101.
- Campos, D. F. (1984). *Procesos del ciclo hidrológico Vol. 2*. San Luis Potosí, México: Editorial Universitaria Potosina.
- CILA. Tratado Sobre la Distribución de Aguas Internacionales entre Los Estados Unidos Mexicanos y Los Estados Unidos de América (Tratado de Aguas) (1944). México.
- CONAGUA. (2016). Atlas del Agua en México 2016. *Comisión Nacional Del Agua. Subdirección General de Planeación.*, 135. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- DOF. (2015). NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015. *Diario Oficial de La Federación*, 27 de Marzo.
- DOF. (2016a). ACUERDO por el que se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales de las 757 cuencas hidrológicas que comprenden las 37 regiones

hidrológicas en que se encuentra dividido los Estados Unidos Mexicanos. *Diario Oficial de La Federación*, 7 de Julio.

DOF. (2016b). ACUERDO por el que se dan a conocer los límites de las 757 cuencas hidrológicas que comprenden las 37 regiones hidrológicas en que se encuentra dividido los Estados Unidos Mexicanos. *Diario Oficial de La Federación*, 27 de Mayo.

DOF. (2018a). ACUERDO por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las Regiones Hidrológico-Administrativas que se indican. *Diario Oficial de La Federación*, 4 de Enero.

DOF. (2018b). ACUERDO por el que se dan a conocer los valores de cada una de las variables que integran las fórmulas para determinar durante el ejercicio fiscal 2018 las zonas de disponibilidad, a que se refieren las fracciones I y II, del artículo 231 de la Ley Federa. *Diario Oficial de La Federación*, 8 de Febrero.

Fernández Eguiarte, A., Zavala Hidalgo, J., & Romero Centeno, R. (2015). Atlas Climático Digital de México. Retrieved from <http://uniatmos.atmosfera.unam.mx/ACDM/>

Fernández Eguiarte, A., Zavala Hidalgo, J., Romero Centeno, R., Conde Álvarez, A. C., & Trejo Vázquez, R. I. (2015). *Actualización de los escenarios de cambio climático para estudios de impactos, vulnerabilidad y adaptación*. Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Secretaría de Medio. Recuperado de: <http://atlasclimatico.unam.mx/AECC/servmapas/>

García, E. (1964). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. México, D.F: Instituto de Geografía.

Gardner, L. R. (2009). Assessing the Effect of Climate Change on Mean Annual Runoff. *Journal of Hydrology*, 379(3), 351–359.

Harbeck, G. E. J. (1962). A practical field technique for measuring reservoir evaporation utilizing mass-transfer theory. *U.S. Geol. Surv. Prof. Paper*. 272-E, 101–105.

- INEGI. (1999). *Estudio hidrológico del estado de Chihuahua*. Aguascalientes, Aguascalientes.
- INEGI. (2003). *Síntesis de Información Geográfica del Estado de Chihuahua*. Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía.
- INEGI. (2017). Anuario estadístico y geográfico de Chihuahua 2017. *Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía*, 501. Retrieved from [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/anuarios\\_2017/702825092115.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825092115.pdf)
- IPCC. (2013). *Climate change 2013 the physical science basis: Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Vol. 9781107057). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324>
- IPCC. (2014a). *Cambio Climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad*. Suiza. Retrieved from [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5\\_wgII\\_spm\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_es.pdf)
- IPCC. (2014b). *Cambio climático 2014: Informe de Síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*.
- JCAS. (2011). Programa Sectorial 2011-2016 El Agua de Chihuahua. Chihuahua, Chih. Recuperado de: [http://chihuahua.gob.mx/atach2/sf/uploads/indtfisc/progSER2010-2016/ProgSec\\_JuntaCentral.pdf](http://chihuahua.gob.mx/atach2/sf/uploads/indtfisc/progSER2010-2016/ProgSec_JuntaCentral.pdf)
- Magaña, V., & Caetano, E. (2007). *Pronóstico climático estacional regionalizado para la República Mexicana como elemento para la reducción de riesgo, para la identificación de opciones de adaptación al cambio climático y para la alimentación del sistema: cambio climático por estado y por*. Recuperado de: <http://www2.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/e2007o.pdf>
- Rivas-Martínez, S. (2008). Otros índices bioclimáticos.
- SEMARNAT-INE. (2009). *México Cuarta Comunicación Nacional Ante La Convención Marco de Las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático*. México, D.F.

- SEMARNAT-INECC. (2012). *México Quinta Comunicación Nacional Ante La Convención Marco de Las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático*. México, D.F.
- Silva, H. (2010). *Modelo matemático para la distribución de agua superficial en cuencas hidrológicas*. Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.
- Turc, L. (1954). El balance hídrico de los suelos, relación entre las precipitaciones, la evaporación y el escurrimiento. In *3a Jornada de Hidráulica* (Vol. III, pp. 491–569). Argel: Anuario Agronómico y Suelos Africanos.
- Yang, H., Yang, D., Lei, Z., Sun, F., & Cong, Z. (2008). Regional variability of the complementary relationship between actual and potential evapotranspiration. *Journal of Tsinghua University (Science and Technology)*, 48(9), 1413–1416.

## **Curriculum Vitae.**

Ingeniero civil, egresado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), en el año 2015. De junio de 2016 a diciembre de 2017, laboró en el Organismo de Cuenca Río Bravo con sede en la ciudad de Monterrey, N.L., donde fungió como Consultor Externo como parte del equipo de trabajo para la puesta en marcha del Sistema de Pronóstico de Ríos (SPR), encargado de realizar estudios hidrológicos e hidráulicos y la construcción de los modelos hidrológicos para las cuencas más importantes del país, entre otras actividades. En enero del año 2018, ingresó a la Maestría en Ingeniería en Hidrología en la Facultad de Ingeniería de la UACH, en donde actualmente es candidato a grado. En junio de 2018 comenzó a laborar para la empresa “Hidroconsultores”, con sede en la ciudad de Chihuahua, Chih., y donde labora actualmente como Consultor en hidrología e hidráulica, encargado de la elaboración de estudios hidrológicos, análisis hidráulico, diseño de infraestructura hidráulica, entre otras actividades.

Dentro de sus publicaciones se encuentra su tesis de licenciatura “Análisis del comportamiento hidrológico de la cuenca del río Conchos ante eventos aislados de precipitación mediante el modelo HEC-HMS” (octubre, 2016). El resumen “Identificación de incremento de temperatura mediante análisis estadístico de series de tiempo, en la región árida en el estado de Chihuahua” (Reunión Anual UGM, 2019). Y la presente investigación como tesis de posgrado, “Evaluación del efecto del cambio climático en la disponibilidad de aguas superficiales en el estado de Chihuahua” (diciembre, 2020).

Domicilio Permanente: Paseos de Meoqui #14524, Col. Paseos de Chihuahua.  
Chihuahua, Chihuahua. C.P. 31125

Esta tesis fue mecanografiada por Rogelio Iván Jara Vera.