



Environment
Canada

Environnement
Canada

SEMARNAT
SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



INECC
INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA
Y CAMBIO CLIMÁTICO



Al servicio
de las personas
y las naciones

Esquema de monitoreo de balance hidráulico a nivel cuenca en México, incorporando escenarios regionales de cambio climático

Informe final



Serie

2

Evaluación y mapeo de la vulnerabilidad
y los riesgos climáticos

2016

Documento generado a
partir de los resultados
de la consultoría
realizada por:

Gerardo Sánchez Torres
Esqueda

Derechos Reservados © 2018

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

Montes Urales 440, Colonia Lomas de Chapultepec, Delegación Miguel Hidalgo, CP.11000, Ciudad de México.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)

Boulevard Adolfo Ruiz Cortines No. 4209, Colonia Jardines en la Montaña, Delegación Tlalpan, CP. 14210, Ciudad de México.

Todos los derechos están reservados. Ni esta publicación ni partes de ella pueden ser reproducidas, almacenadas mediante cualquier sistema o transmitidas, en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, de fotocopiado, de grabado o de otro tipo, sin el permiso previo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

El análisis y las conclusiones aquí expresadas no reflejan necesariamente las opiniones del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, de su Junta Ejecutiva, de sus Estados Miembros, o del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.

Documento generado a partir de los resultados de la consultoría realizada por: Gerardo Sánchez Torres Esqueda.

Citar como:

PNUD México-INECC. 2016. *Esquema de monitoreo de balance hidráulico a nivel cuenca en México, incorporando escenarios regionales de cambio climático*. Proyecto 86487 “Plataforma de Colaboración sobre Cambio Climático y Crecimiento Verde entre Canadá y México”, 130 pp. Gerardo Sánchez Torres Esqueda. México.

Esta publicación fue desarrollada en el marco del proyecto 86487 “Plataforma de Colaboración sobre Cambio Climático y Crecimiento Verde entre Canadá y México” del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Agradecimiento:

Al gobierno de Canadá a través de Environment Canada por el apoyo financiero recibido para el desarrollo del proyecto 86487 “Plataforma de Colaboración sobre Cambio Climático y Crecimiento Verde entre Canadá y México”, durante 2014-2018. Al Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático por el apoyo prestado para el buen desarrollo de la Plataforma.

Contenido

1. Introducción.	10
2. Descripción general del área de estudio.	10
3. Metodología aplicada para estimar el balance hidráulico en la CRGT.	6
3.1 Cálculo del Número de Curva (CN) del Método del SCS.	7
3.2 Estimación de la Climatología Base.	7
3.3 Estimación del escurrimiento medio mensual para el escenario base mediante la aplicación del Método del SCS.	15
3.3.1 Descripción del Método del SCS.	15
3.3.2 Criterios generales para la estimación del Número de Curva o Número de Escurrimiento	18
3.4 Estimación del escurrimiento medio mensual asociado a los diferentes modelos de cambio climático considerados para cada tramo de la CRGT.	27
3.4.1 Escenario de cambio climático RCP4.5. Futuro cercano 2015-2039	28
3.4.2 Escenario de cambio climático RCP4.5. Futuro medio 2045-2069	35
3.4.3 Escenario de cambio climático RCP4.5. Futuro lejano 2075-2099	41
3.5 Balance hidráulico en los doce tramos de la CRGT.	47
3.5.1 Escenario de cambio climático RCP4.5. Futuro cercano 2015-2039	56
3.5.2 Escenario de cambio climático RCP4.5. Futuro medio 2045-2069	68
3.5.3 Escenario de cambio climático RCP4.5. Futuro lejano 2075-2099	80
4. Metodología aplicada para estimar las temperaturas ponderadas y evaporación neta en las presas de la CRGT	87
5. Conclusiones.	97
6. Referencias	101

Lista de Tablas

Tabla 1 Descripción de los Tramos de la Cuenca del Río Guayalejo – Tamesí.	13
Tabla 2 Usos de Agua Superficial en la Cuenca del Río Guayalejo - Tamesí.	14
Tabla 3 Volúmenes de agua concesionada para riego en la CRGT.	14

Tabla 4 Valores medios ponderados del parámetro CN para la CRGT.....	7
Tabla 5 Criterios para establecer las condiciones de humedad antecedente del suelo para estimar el parámetro CN.....	19
Tabla 6 Valores del parámetro CN para condiciones normales de humedad del suelo.....	19
Tabla 7 Resultados de la aplicación del Método del SCS en el tramo 47 Río Jaumave – Chihue de la CRGT.....	20
Tabla 8 Resultados de la aplicación del Método del SCS en el tramo 48 Río Guayalejo 1 de la CRGT.....	21
Tabla 9 Resultados de la aplicación del Método del SCS en el tramo 49 Río Guayalejo 2 de la CRGT.....	21
Tabla 10 Resultados de la aplicación del Método del SCS en el tramo 50 Río Sabinas de la CRGT.....	22
Tabla 11 Resultados de la aplicación del Método del SCS en el tramo 51 Río Comandante 1 de la CRGT.....	22
Tabla 12 Resultados de la aplicación del Método del SCS en el tramo 48 Río Comandante 2 de la CRGT.....	23
Tabla 13 Resultados de la aplicación del Método del SCS en el tramo 53 Río Mante de la CRGT.....	23
Tabla 14 Resultados de la aplicación del Método del SCS en el tramo 54 Río Guayalejo 3 de la CRGT.....	24
Tabla 15 Resultados de la aplicación del Método del SCS en el tramo 55 Arroyo El Cojo de la CRGT.....	24
Tabla 16 Resultados de la aplicación del Método del SCS en el tramo 56 Río Tantoán de la CRGT.....	25
Tabla 17 Resultados de la aplicación del Método del SCS en el tramo 57 Río Guayalejo 4 de la CRGT.....	25
Tabla 18 Resultados de la aplicación del Método del SCS en el tramo 58 Río Tamesí de la CRGT.....	27
Tabla 19 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015-2039 en el tramo 47 Río Jaumave – Chihue de la CRGT.....	28
Tabla 20 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro	29
Tabla 21 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015-2039 en el tramo 49 Río Guayalejo 2 de la CRGT.....	29
Tabla 22 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro	30
Tabla 23 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015-2039 en el tramo 47 Río Comandante de la CRGT.....	30
Tabla 24 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro	31
Tabla 25 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015-2039 en el tramo 53 Río Mante de la CRGT.....	31

Tabla 26 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro	32
Tabla 27 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015-2039 en el tramo 55 Arroyo El Cojo de la CRGT.....	32
Tabla 28 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro	33
Tabla 29 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015-2039 en el tramo 57 Río Guayalejo 4 de la CRGT.....	33
Tabla 30 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro	34
Tabla 31 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045-2069 en el tramo 47 Río Jaumave – Chihue de la CRGT.....	35
Tabla 32 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro	35
Tabla 33 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045-2069 en el tramo 49 Río Guayalejo 2 de la CRGT.....	36
Tabla 34 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro	36
Tabla 35 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045-2069 en el tramo 51 Río Comandante 1 de la CRGT.....	37
Tabla 36 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro	37
Tabla 37 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045-2069 en el tramo 53 Río Mante de la CRGT.....	38
Tabla 38 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro	38
Tabla 39 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045-2069 en el tramo 55 Arroyo El Cojo de la CRGT.....	39
Tabla 40 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro	39
Tabla 41 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045-2069 en el tramo 57 Río Guayalejo 4 de la CRGT.....	40
Tabla 42 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro	40
Tabla 43 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075-2099 en el tramo 47 Río Jaumave – Chihue de la CRGT.....	41
Tabla 44 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro	41
Tabla 45 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075-2099 en el tramo 49 Río Guayalejo 2 de la CRGT.....	42
Tabla 46 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro	42
Tabla 47 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075-2099 en el tramo 51 Río Comandante 1 de la CRGT.....	43
Tabla 48 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro	43
Tabla 49 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro lejano	

2075-2099 en el tramo 53 Río Mante de la CRGT.....	44
Tabla 50 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro	44
Tabla 51 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075-2099 en el tramo 55 Arroyo El Cojo de la CRGT.....	45
Tabla 52 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075-2099 en el tramo 56 Río Tantoán de la CRGT.....	45
Tabla 53 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075-2099 en el tramo 57 Río Guayalejo 4 de la CRGT.....	46
Tabla 54 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075-2099 en el tramo 58 Río Tamesí de la CRGT.....	46
Tabla 55 Variación del escurrimiento mensual por tramo, Mm ³ . Escenario RCP4.5. Futuro cercano (2015-2039).....	47
Tabla 56 Variación del escurrimiento mensual por tramo, Mm ³ . Escenario RCP4.5. Futuro medio (2045-2069).....	47
Tabla 57 Variación del escurrimiento mensual por tramo, Mm ³ . Escenario RCP4.5. Futuro lejano (2075-2099).....	48
Tabla 58 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015-2039 en el tramo 47 Río Jaumave - Chihue de la CRGT.....	56
Tabla 59 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015- 2039 en el tramo 48 Río Guayalejo 1 de la CRGT.....	57
Tabla 60 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015- 2039 en el tramo 49 Río Guayalejo 2 de la CRGT.....	58
Tabla 61 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015-	59
Tabla 62 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015- 2039 en el tramo 51 Río Comandante 1 de la CRGT.....	60
Tabla 63 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015- 2039 en el tramo 52 Río Guayalejo 1 de la CRGT.....	61
Tabla 64 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015- 2039 en el tramo 53 Río Mante de la CRGT.....	62
Tabla 65 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015-2039 en el tramo 54 Río Guayalejo 3 de la CRGT.....	63
Tabla 66 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015- 2039 en el tramo 55 Río Arroyo El Cojo de la CRGT.....	64
Tabla 67 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015-2039 en el tramo 56 Río Tantoán de la CRGT.....	65
Tabla 68 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015- 2039 en el tramo 57 Río Guayalejo 4 de la CRGT.....	66

Tabla 69 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015-2039 en el tramo 58 Río Tamesí de la CRGT.....	67
Tabla 70 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045- 2069 en el tramo 47 Río Jaumave – Chihue de la CRGT.....	68
Tabla 71 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045- 2069 en el tramo 48 Río Guayalejo 1 de la CRGT.....	69
Tabla 72 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045-2069 en el tramo 49 Río Guayalejo 2 de la CRGT.....	70
Tabla 73 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045- 2069 en el tramo 50 Río Sabinas de la CRGT.....	71
Tabla 74 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro medio 20452069 en el tramo 51 Río Comandante 1 de la CRGT.....	72
Tabla 75 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045- 2069 en el tramo 52 Río Comandante 2 de la CRGT.....	73
Tabla 76 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045-2069 en el tramo 53 Río Mante de la CRGT.....	74
Tabla 77 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045- 2069 en el tramo 54 Río Guayalejo 3 de la CRGT.....	75
Tabla 78 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045-2069 en el tramo 55 Arroyo El Cojo de la CRGT.....	76
Tabla 79 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045- 2069 en el tramo 56 Río Tantoán de la CRGT.....	77
Tabla 80 Tabla No. 80 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045-2069 en el tramo 57 Río Guayalejo 4 de la CRGT.....	78
Tabla 81 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045- 2069 en el tramo 58 Río Tamesí de la CRGT.....	79
Tabla 82 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075-2099 en el tramo 47 Río Jaumave – Chihue de la CRGT.	80
Tabla 83 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075- 2099 en el tramo 48 Río Guayalejo 1 de la CRGT.....	81
Tabla 84 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075-2099 en el tramo 49 Río Guayalejo 2 de la CRGT.....	82
Tabla 85Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075- 2099 en el tramo 50 Río Sabinas de la CRGT.....	83
Tabla 86 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075-2099 en el tramo 51 Río Comandante 1 de la CRGT.....	84
Tabla 87 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075- 2099 en	

el tramo 52 Río Comandante 2 de la CRGT.....	85
Tabla 88 Tabla No. 88 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075-2099 en el tramo 53 Río Mante de la CRGT.....	86
Tabla 89 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075- 2099 en el tramo 54 Río Guayalejo 3 de la CRGT.....	87
Tabla 90 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075-2099 en el tramo 55 Arroyo El Cojo de la CRGT.....	88
Tabla 91 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075- 2099 en el tramo 56 Río Tantoán de la CRGT.....	89
Tabla 92 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075-2099 en el tramo 57 Río Guayalejo 4 de la CRGT.....	90
Tabla 93 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075- 2099 en el tramo 58 Río Tamesí de la CRGT.....	91
Tabla 94 Resumen del comportamiento del Déficit de Agua para los 12 tramos, para los meses representativos en los tres horizontes de planeación.	106
Tabla 95 Estimación de la Evaporación Neta (mm) para la presa Emilio Portes Gil en el tramo 54 Río Guayalejo 3 para el RCP4.5, horizonte cercano.....	88
Tabla 96 Estimación de la Evaporación Neta (mm) para la presa Ramiro Caballero “Las Ánimas” en el tramo 54 Río Guayalejo 3 para el RCP4.5, horizonte cercano.....	89
Tabla 97 Estimación de la Evaporación Neta (mm) para el Sistema Lagunario del Río Tamesí en el tramo 58 Río Tamesí para el RCP4.5, horizonte cercano.....	90
Tabla 98 Estimación de la Evaporación Neta (mm) para la presa Emilio Portes Gil en el tramo 54 Río Guayalejo 3 para el RCP4.5, horizonte medio.....	91
Tabla 99 Estimación de la Evaporación Neta (mm) para la presa Ramiro Caballero “Las Ánimas” en el tramo 54 Río Guayalejo 3 para el RCP4.5, horizonte medio.....	92
Tabla 100 Estimación de la Evaporación Neta (mm) para el Sistema Lagunario del Río Tamesí en el tramo 58 Río Tamesí para el RCP4.5, horizonte medio.....	93
Tabla 101 Estimación de la Evaporación Neta (mm) para la presa Emilio Portes Gil en el tramo 54 Río Guayalejo 3 para el RCP4.5, horizonte lejano.....	94
Tabla 102 Estimación de la Evaporación Neta (mm) para la presa Ramiro Caballero “Las Ánimas” en el tramo 54 Río Guayalejo 3 para el RCP4.5, horizonte lejano.....	95
Tabla 103 Estimación de la Evaporación Neta (mm) para el Sistema Lagunario del Río Tamesí en el tramo 58 Río Tamesí para el RCP4.5, horizonte lejano.....	96

Lista de Gráficas

Gráfica 1 Déficit de agua en el tramo 47 Río Jaumave – Chihue de la CRGT para el mes de Febrero.....	93
Gráfica 2 Déficit de agua en el tramo 48 Río Guayalejo 1 de la CRGT para el mes de Febrero.....	93
Gráfica 3 Déficit de agua en el tramo 49 Río Guayalejo 2 de la CRGT para el mes de Febrero.....	94
Gráfica 4 Déficit de agua en el tramo 50 Río Sabinas de la CRGT para el mes de Febrero.....	94
Gráfica 5 Déficit de agua en el tramo 51 Río Comandante 1 de la CRGT para el mes de Febrero.....	95
Gráfica 6 Déficit de agua en el tramo 52 Río Comandante 2 de la CRGT para el mes de Febrero.....	95
Gráfica 7 Déficit de agua en el tramo 53 Río Mante de la CRGT para el mes de Febrero.....	96
Gráfica 8 Déficit de agua en el tramo 55 Arroyo El Cojo de la CRGT para el mes de Febrero.....	96
Gráfica 9 Déficit de agua en el tramo 56 Río Tantoán de la CRGT para el mes de Febrero.	97
Gráfica 10 Déficit de agua en el tramo 48 Río Guayalejo 1 de la CRGT para el mes de Mayo.	97
Gráfica 11 Déficit de agua en el tramo 49 Río Guayalejo 2 de la CRGT para el mes de Mayo.	98
Gráfica 12 Déficit de agua en el tramo 50 Río Sabinas de la CRGT para el mes de Mayo.	98
Gráfica 13 Déficit de agua en el tramo 52 Río Comandante 2 de la CRGT para Mayo.....	99
Gráfica 14 Déficit de agua en el tramo 53 Río Mante de la CRGT para el mes de Mayo.	99
Gráfica 15 Déficit de agua en el tramo 48 Río Guayalejo 1 de la CRGT para el mes de Agosto.	100
Gráfica 16 Déficit de agua en el tramo 50 Río Sabinas de la CRGT para el mes de Agosto.	100
Gráfica 17 Déficit de agua en el tramo 53 Río Mante de la CRGT para el mes de Agosto.	101
Gráfica 18 Déficit de agua en el tramo 47 Río Jaumave - Chihue de la CRGT para el mes de Noviembre.....	101
Gráfica 19 Déficit de agua en el tramo 48 Río Guayalejo 1 de la CRGT para el mes de Noviembre.	102
Gráfica 20 Déficit de agua en el tramo 49 Río Guayalejo 2 de la CRGT para el mes de Noviembre.....	102
Gráfica 21 Déficit de agua en el tramo 50 Río Sabinas de la CRGT para el mes de Noviembre.....	103
Gráfica 22 Déficit de agua en el tramo 51 Río Comandante 1 de la CRGT para el mes de Noviembre.....	103
Gráfica 23 Déficit de agua en el tramo 52 Río Comandante 2 de la CRGT para el mes de Noviembre.....	104
Gráfica 24 Déficit de agua en el tramo 53 Río Mante de la CRGT para el mes de Noviembre.	104
Gráfica 25 Déficit de agua en el tramo 55 Arroyo El Cojo de la CRGT para el mes de Noviembre.....	105
Gráfica 26 Déficit de agua en el tramo 56 Río Tantoán de la CRGT para el mes de Noviembre.	105

1. Introducción.

En los informes técnicos anteriores a este informe técnico final, se hizo una descripción de la metodología propuesta para llevar a cabo el balance hidráulico del estudio de caso correspondiente a la cuenca del Río Guayalejo-Tamesí (CRGT) en el sur de Tamaulipas. Así entonces, en este informe técnico final se describen las diferentes etapas que comprende la metodología propuesta, se describen los procesos en ArcGIS para obtener el parámetro *CN*, definido como número de escurrimiento, la climatología base definida por el INECC (climatología de Hijmans), las anomalías de precipitación asociadas a diferentes escenarios y modelos de cambio climático y los procesos de cálculo para obtener la información requerida para llevar a cabo el balance hidráulico en la CRGT. Toda esta información; así como, las plantillas de cálculo en Excel que se desarrollaron para lograr el objetivo principal de este proyecto están incluidas en los diferentes anexos de este informe final.

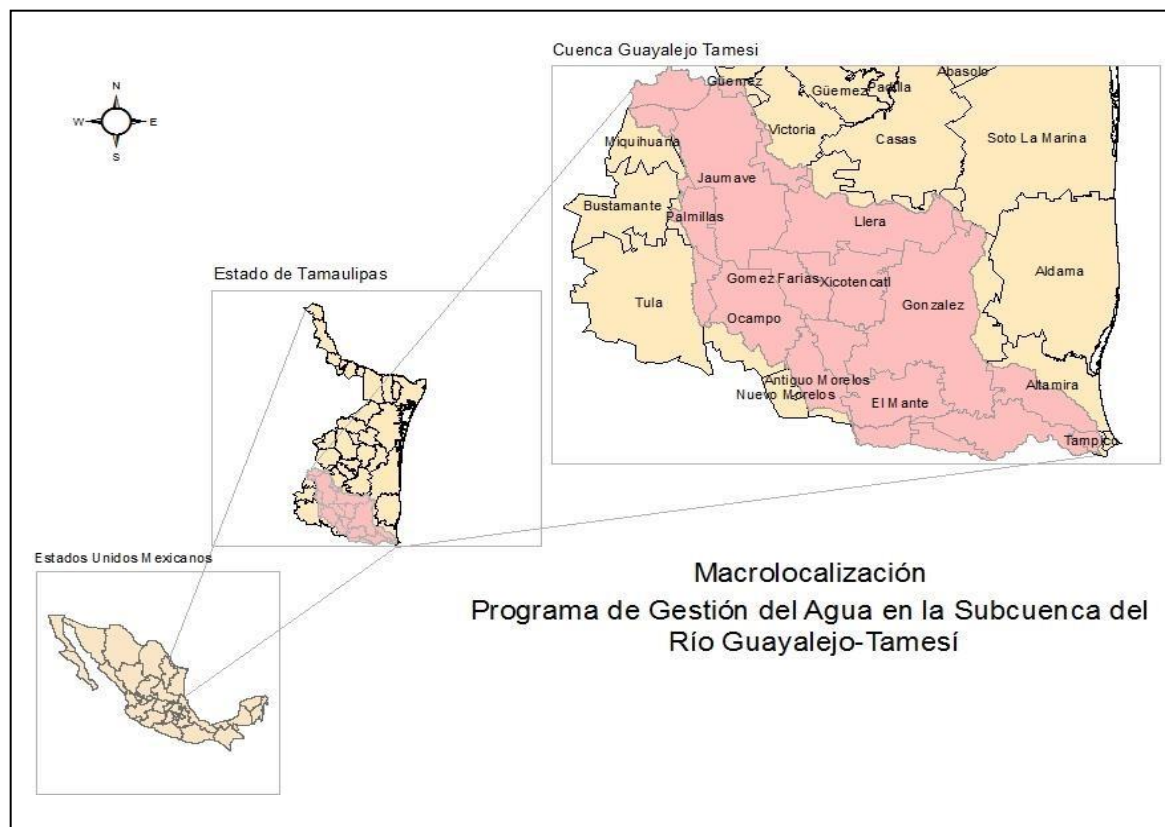
Los resultados obtenidos muestran, como ya se había mencionado en los informes técnicos anteriores para el estudio de caso de la CRGT, que en el momento en que se aplica un proceso de cálculo mensual para estimar la disponibilidad de agua, se observa normalmente que no hay disponibilidad de agua en la época de estiaje y que sí hay disponibilidad de agua en la época de lluvias, a diferencia del enfoque anual considerado en la NOM-011-CNA-2000, en donde se estima que siempre hay disponibilidad de agua en todos los tramos de la CRGT.

La metodología propuesta y aplicada a la CRGT se puede replicar en cualquier cuenca hidrológica en México para estimar con mayor precisión la disponibilidad de agua y con ello contribuir al mejor manejo y conservación de los recursos hidráulicos en México.

2. Descripción general del área de estudio.

La CRGT se encuentra ubicada en el sur de Tamaulipas con una superficie estimada durante el desarrollo de este proyecto de 16,496.81 km². El 80% de esta superficie se encuentra en Tamaulipas y el restante 20% se distribuye en los siguientes estados: Nuevo León 7%, San Luis Potosí 5% y Veracruz 8% (CONAGUA-CEAT 2015). En la Figura No.1 se muestra la localización de la CRGT. En la cuenca alta y media de la cuenca las principales actividades económicas están vinculadas al sector agrícola y algunas actividades de tipo industrial, como lo es el caso del ingenio azucarero de Mante. En la cuenca baja, las principales actividades están vinculadas con los sectores industrial y petroquímico ubicados en el puerto industrial de Altamira y en la refinería de Pemex en Ciudad Madero. La CRGT comprende a un total de 22 municipios ubicados en los cuatro estados mencionados anteriormente. Los principales centros urbanos están ubicados en Tamaulipas y corresponden a Xicotécatl, Ciudad Mante, Altamira, Tampico y Ciudad Madero. La población actual que vive dentro de la cuenca es cercana a un millón de habitantes y aproximadamente el 87% de esta población vive en zonas urbanas y el restante 13% vive en zonas rurales (CCRG 2012).

Figura 1 Localización de la cuenca del Río Guayalejo – Tamesí.

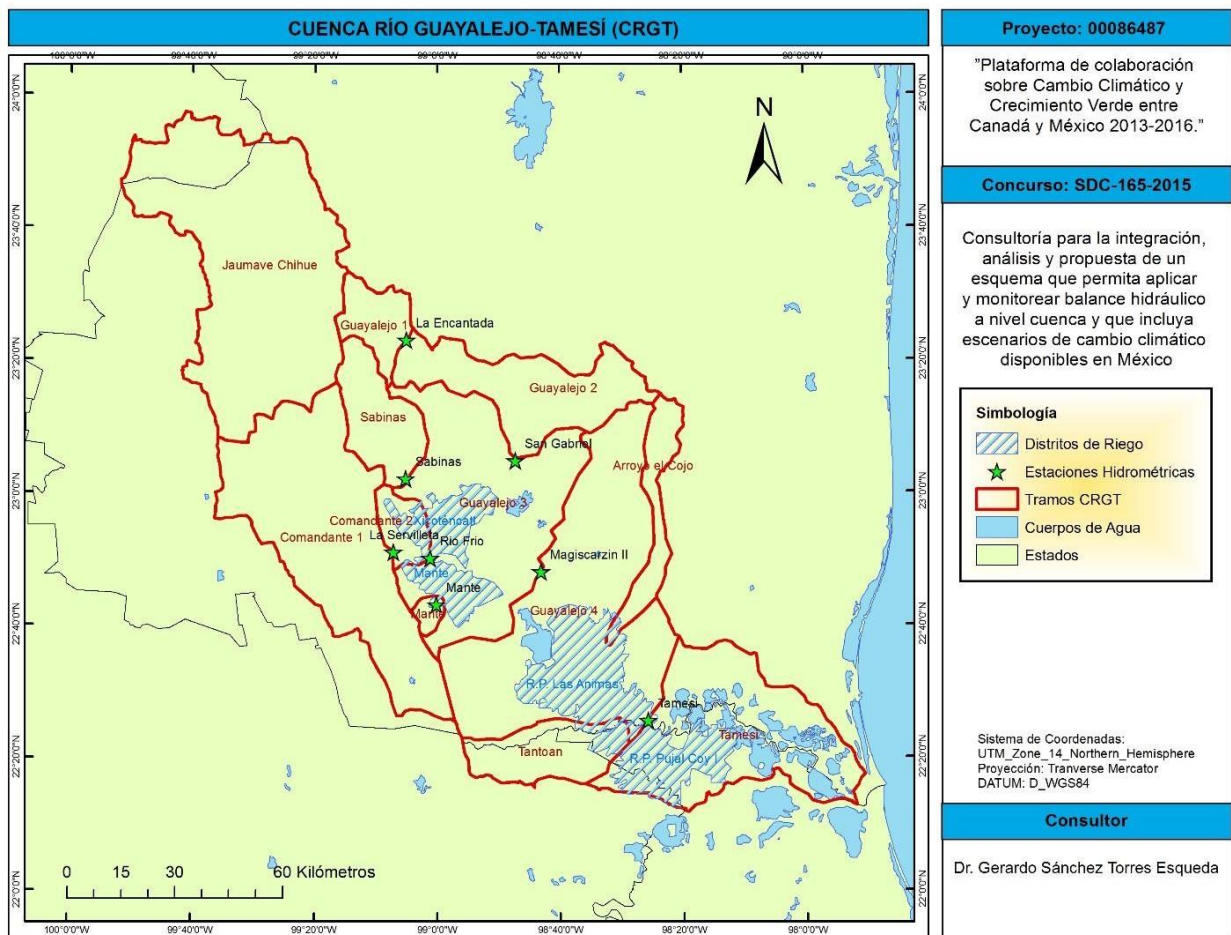


Fuente: Programa de Gestión del Agua de la Cuenca del Río Guayalejo-Tamesí. CCRGT (2012).

Para fines de estudios de disponibilidad de agua, la CONAGUA ha dividido a esta cuenca en doce tramos, los cuales se pueden identificar en la Figura No.2 y se describen en la Tabla No.1. En cada uno de estos doce tramos de la CRGT, la CONAGUA lleva a cabo periódicamente estudios de disponibilidad de agua de acuerdo con los criterios que establece la NOM-011-CNA- 2000. El último estudio de disponibilidad hecho por la CONAGUA fue publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) del 8 de Marzo de 2016. En este estudio, de acuerdo con los criterios de la norma vigente, se declaró a toda la CRGT como una cuenca con disponibilidad de agua.

En cada tramo de la CRGT se llevan a cabo diferentes actividades económicas que requieren de ciertos volúmenes de agua superficial y subterránea. Por lo tanto, con base en información obtenida del Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), e información proporcionada por la Gerencia Regional Golfo Norte de la CONAGUA y la Comisión Estatal de Agua de Tamaulipas (CEAT) fue posible integrar la Tabla No.2 en donde se muestran los diferentes usos de agua que se tienen actualmente en la CRGT.

Figura 2 General de la Cuenca del Río Guayalejo-Tamesí



Fuente: Elaborado a partir de DOF (2011), INEGI-SIATL (2015) y CONABIO (2008).

Tabla 1 Descripción de los Tramos de la Cuenca del Río Guayalejo – Tamesí.

Tramo		Nombre y descripción
47 (GT-A)	XLVII	Río Jaumave-Chihue: Desde su nacimiento hasta su confluencia con el Río Guayalejo.
48 (GT-B)	XLVIII	Río Guayalejo 1: Desde la Confluencia de los Ríos Jaumave-Chihue hasta la estación hidrométrica La Encantada.
49 (GT-C)	XLIX	Río Guayalejo 2: Desde la estación hidrométrica La Encantada hasta la estación hidrométrica San Gabriel.
50 (GT-D)	L	Río Sabinas: Desde su nacimiento hasta la estación hidrométrica Sabinas.
51 (GT-E ₁)	LI	Río Comandante 1: Desde su nacimiento hasta la estación hidrométrica La Servilleta.
52 (GT-E ₂)	LII	Río Comandante 2: Desde la estación hidrométrica La Servilleta hasta la estación hidrométrica Río Frío.
53 (GT-F)	LIII	Río Mante: Desde su nacimiento hasta la estación hidrométrica Mante.
54 (GT-G)	LIV	Río Guayalejo 3: Desde las estaciones hidrométricas San Gabriel, Sabinas, Río Frío y Mante hasta la estación hidrométrica Magiscatzín.
55 (GT-H)	LV	Arroyo El Cojo: Desde su nacimiento hasta la confluencia con el Río Guayalejo.
56 (GT-I)	LVI	Río Tantoán: Desde su nacimiento hasta la confluencia con el Río Guayalejo.
57 (GT-J)	LVII	Río Guayalejo 4: Desde la estación hidrométrica Magiscatzín y las confluencias del Arroyo El Cojo y el Río Tantoán hasta la estación hidrométrica Tamesí.
58 (GT-K)	LVIII	Río Tamesí: Desde la estación hidrométrica Tamesí hasta la confluencia con el Río Pánuco.

Fuente: DOF del 8 de marzo de 2016.

Tabla 2 Usos de Agua Superficial en la Cuenca del Río Guayalejo - Tamesí.

Uso del agua	Agua superficial (Mm ³ /Año)	Agua subterránea (Mm ³ /Año)	Total (Mm ³ /Año)
Acuacultura	0.32	0.028	0.348
Agrícola	981.690	26.879	1,008.569
Doméstico	0.10	0.239	0.339
Industrial	107.44	0.119	107.559
Usos múltiples	0.28	---	0.28
Pecuario	0.25	0.394	0.644
Público urbano	84.89	3.254	88.144
Servicios	0.37	0.132	0.502
Total:	1,175.34	31.045	1,206.385

Fuente: Bases de datos en Excel proporcionados por el Organismo de Cuenca Golfo Norte de la CONAGUA (2012).

Por otra parte, con base en información proporcionada por la CEAT, los volúmenes de agua concesionada para riego en los distritos de riego existentes en la CRGT se muestran en la Tabla No.3.

Tabla 3 Volúmenes de agua concesionada para riego en la CRGT.

Distrito de Riego	Volumen concesionado (Mm ³ /Año)
DR 002 Mante	165.768
DR 029 Xicoténcatl	245.850
DR 092 Las Ánimas	254.762
Total:	666.380

Fuente: Volúmenes concesionados de acuerdo a los títulos de concesión de los Distritos de Riego inscritos en el REPDA 2012.

Con toda esta información fue posible desarrollar el proceso de cálculo para estimar el balance hidráulico en cada uno de los doce tramos de la CRGT, aplicando la metodología que describe en la siguiente sección de este informe técnico.

3. Metodología aplicada para estimar el balance hidráulico en la CRGT.

Como se mencionó en el segundo informe técnico, el objetivo principal de este proyecto fue el desarrollar una metodología que permita darle seguimiento a las variables que intervienen en la estimación del balance hidráulico en cuencas hidrológicas e incorporar escenarios de cambio climático. Además, con esta metodología se buscó mejorar el procedimiento de cálculo del Método Indirecto de la NOM-011.CNA-2000 y cambiar el enfoque de esta norma de una estimación anual del balance hidráulico, a una estimación mensual del mismo, para poder ver la distribución en el tiempo del proceso lluvia-escurrimiento.

Por otra parte, para estimar la relación lluvia-escurrimiento dentro del balance hidráulico del área de estudio, se propuso aplicar el Método del Soil Conservation Service (Método del SCS) por ser un método preciso, que se ha aplicado ampliamente en los Estados Unidos; así como en otros países (principalmente en India), y porque dentro de su procedimiento de cálculo es posible estimar también las abstracciones iniciales, la infiltración y el escurrimiento directo, parámetros que forman parte del balance hidráulico en una cuenca hidrológica.

Así entonces, la metodología aplicada se basó en los lineamientos establecidos en la NOM-011-CNA-2000 en la parte correspondiente a la estimación del balance hidráulico mediante el Método Indirecto, pero incorporando dos cambios fundamentales: (1) el balance hidráulico se hizo en forma mensual, para incorporar la variación en el tiempo del escurrimiento superficial, y (2) para el cálculo de la relación lluvia-escurrimiento se aplicó el Método del SCS, el cual es más completo y preciso que el método incorporado en la NOM-011-CNA-2000.

La metodología aplicada comprendió entonces diferentes procesos de cálculo que permitieron ir obteniendo los datos necesarios para aplicar el Método del SCS y finalmente estimar el balance hidráulico en la CRGT. Estos procesos de cálculo se describen en forma breve a continuación:

- Cálculo del *Número de Curva (CN)* del Método del SCS. Mediante el uso de información digital del INEGI correspondiente a los tipos de suelos, cubierta vegetal y usos del suelo en la CRGT, fue posible estimar un *CN* ponderado para cada uno de los tramos en que se dividió la CRGT
- Se analizaron 52 estaciones climatológicas, dentro y en la periferia de la CRGT, para estimar las precipitaciones medias mensuales en esas estaciones climatológicas. Posteriormente se obtuvo una precipitación media mensual ponderada, para cada tramo de la CRGT, mediante la aplicación de Polígonos de Thiessen y finalmente la precipitación media mensual ponderada para cada tramo de la cuenca se comparó con la climatología base para el período 1950-2000 desarrollada por Hijmans et al. (2005), encontrándose una gran similitud entre ambas bases de datos. Por recomendación del INECC se utilizó la climatología de Hijmans et al. (2005) para llevar a cabo el balance hidráulico para el escenario base
- Con la precipitación media mensual ponderada obtenida de la climatología de Hijmans et al. (2005) para la CRGT, se procedió a aplicar el Método del SCS para estimar los

volúmenes de escurrimiento superficial medio mensual en cada uno de los tramos de la CRGT para el escenario base sin impacto del cambio climático

- Posteriormente, el INECC recomendó y suministró las anomalías de precipitación con una resolución de 0.5° x 0.5° de los modelos CNRM-CM5 (Francia), HADGEM2-ES (Reino Unido), MPI-ESM-LR (Alemania), GFDL-CM3 (Estados Unidos) y el ensamble REA para los escenarios de cambio climático RCP4.5 y RCP8.5, para los horizontes de planeación: futuro cercano (2015-2039), futuro medio (2045-2069) y futuro lejano (2075-2099). Con esta información se estimaron las precipitaciones medias mensuales impactadas por el cambio climático (escenario base más/menos anomalías de precipitación) para cada tramo de la CRGT. Para llevar a cabo estos cálculos se desarrollaron varias hojas de cálculo en Excel
- Una vez estimadas las precipitaciones medias mensuales impactadas por el cambio climático se procedió a aplicar de nueva cuenta el Método del SCS para estimar ahora los escurrimientos superficiales medios mensuales, impactados por cambio climático, para cada tramo de la CRGT. Para llevar a cabo estos cálculos se desarrollaron varias hojas de cálculo en Excel
- Mediante la aplicación de la NMX-AA-159-SCFI-2012 que establece el procedimiento para estimar el caudal ecológico en cuencas hidrológicas, se calcularon los caudales ecológicos aplicando el Método de Tennant para un año seco, un año medio, y un año húmedo, para los tributarios y cauces principales comprendidos en los doce tramos en que fue dividida la CRGT de acuerdo con los criterios establecidos por la CONAGUA para incorporar estos caudales ecológicos en el cálculo del balance hidráulico en la CRGT. Sin embargo, para los alcances de este proyecto, únicamente se consideraron los caudales ecológicos correspondientes al año medio
- Con toda la información generada en los pasos anteriores se procedió a desarrollar una serie de hojas de cálculo en Excel en donde fue posible estimar el balance hidráulico en forma mensual, para el escenario base (climatología 1950-2000) y para los diferentes escenarios de cambio climático, para cada uno de los doce tramos en los cuales se dividió la CRGT, de acuerdo con los criterios de la CONAGUA

3.1 Cálculo del Número de Curva (CN) del Método del SCS.

Como se mencionó anteriormente, mediante el uso de la información digital del INEGI disponible en Internet relacionada con los tipos de suelos, cubierta vegetal y usos del suelo, fue posible desarrollar un proceso que se describe en el Anexo 1 de este informe técnico para estimar los valores medios ponderados del parámetro *CN*. En la Tabla No.4 se muestran los valores de *CN* obtenidos para cada uno de los doce tramos de la CRGT.

Tabla 4 Valores medios ponderados del parámetro CN para la CRGT.

Tramo No.	Nombre del Tramo	Área (Km ²)	CN
47	Río Jaumave Chihue	3363.59	74.78
48	Río Guayalejo 1	356.45	75.32
49	Río Guayalejo 2	1145.20	74.03
50	Río Sabinas	609.96	77.06
51	Río Comandante 1	2505.40	75.16
52	Río Comandante 2	244.71	78.11
53	Río Mante	69.21	82.89
54	Río Guayalejo 3	2351.75	78.09
55	Arroyo el Cojo	401.39	76.54
56	Río Tantoán	617.39	78.30
57	Río Guayalejo 4	3099.14	75.88
58	Río Tamesí	1982.79	59.38
TOTAL:		16,746.98	

3.2 Estimación de la Climatología Base.

Como se mencionó anteriormente, se analizaron 52 estaciones climatológicas ubicadas dentro y en la periferia de la CRGT y se compararon con la climatología de Hijmans et al. (2005), observándose una buena similitud entre ambas bases de datos; por lo que, a sugerencia del INECC se decidió utilizar la climatología de Hijmans et al. (2005) para establecer la climatología base del área de estudio. En las Figuras No.4 a 15 se muestran las gráficas de precipitación media mensual de las dos bases de datos para los doce tramos de la CRGT y en los Anexos 2 y 3 se pueden encontrar la descripción detallada y tablas de datos de las precipitaciones medias mensuales del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y de Hijmans et al. (2005).

Analizando las Figuras No.4 a 15 se puede observar que las mayores diferencias en las gráficas de precipitación media mensual se observan en los tramos correspondientes a la cuenca alta del Río Guayalejo-Tamesí y que estas diferencias tienden a disminuir para los tramos ubicados en la cuenca baja del Río Guayalejo-Tamesí. Con base en la experiencia que se tiene sobre la información climatológica disponible en la CRGT, estas diferencias en las gráficas de precipitación se pueden deber a dos factores: (1) el número de estaciones climatológicas existentes en la cuenca alta es menor al número de estaciones existentes en la cuenca baja del Río Guayalejo-Tamesí, y (2) los períodos de registros y la calidad de los registros es más deficiente en la cuenca alta que en la cuenca baja del Río Guayalejo-Tamesí. Por lo tanto, el margen de error en las interpolaciones que se hagan en las estaciones climatológicas de la cuenca alta es mayor, o en este caso la diferencia entre las gráficas de precipitación, que en la cuenca baja del Río Guayalejo-Tamesí.

En la Figura No.3 se muestra un mapa de la CRGT con la ubicación de las 52 estaciones climatológicas del SMN que se utilizaron para generar las gráficas de precipitación media mensual del SMN, las cuales se compararon con las precipitaciones medias mensuales de Hijmans et al. (2005).

Figura 3 Estaciones Climatológicas ubicadas dentro y en la periferia de la CRGT.

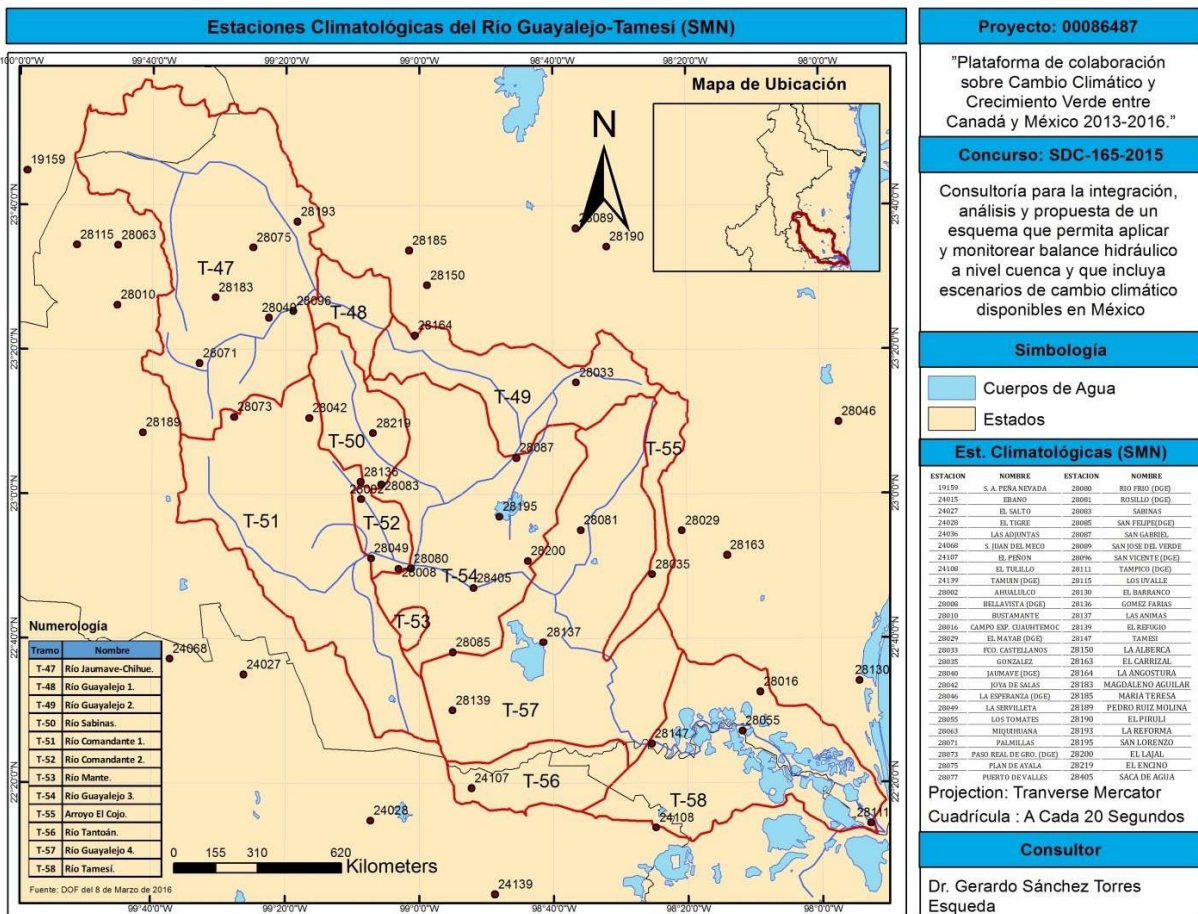


Figura 4 Comparación de la precipitación media mensual para el tramo 47 Río Jaumave – Chihue de la CRGT.

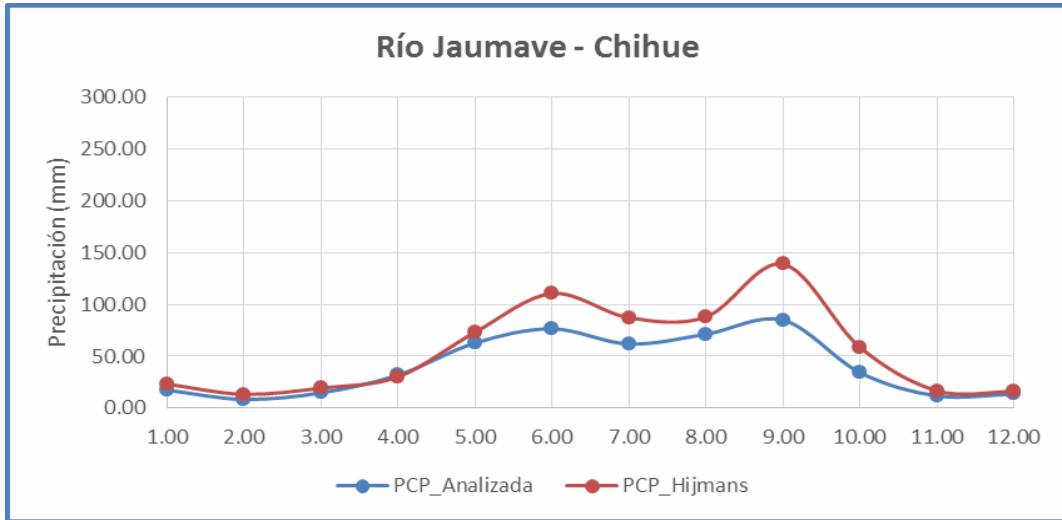


Figura 5 Comparación de la precipitación media mensual para el tramo 48 Río Guayalejo 1 de la CRGT.

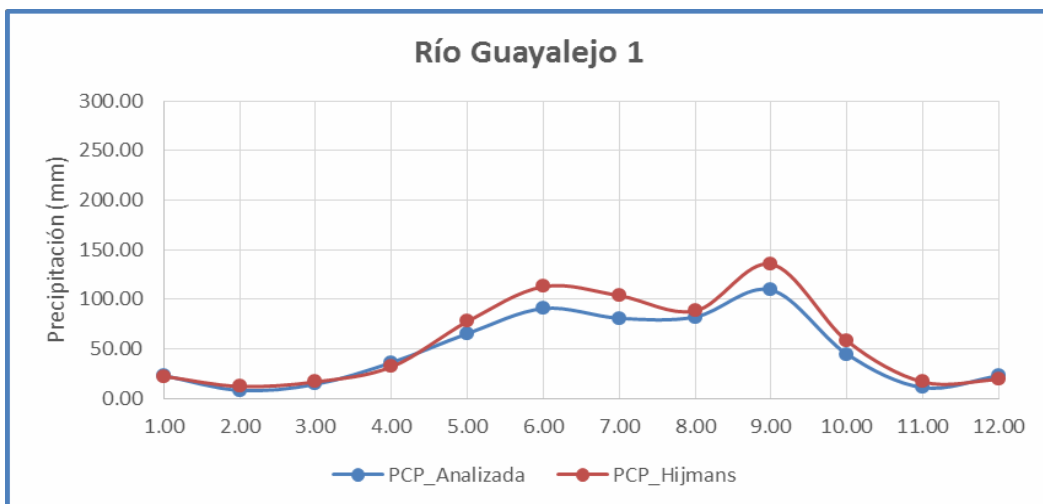


Figura 6 Comparación de la precipitación media mensual para el tramo 49

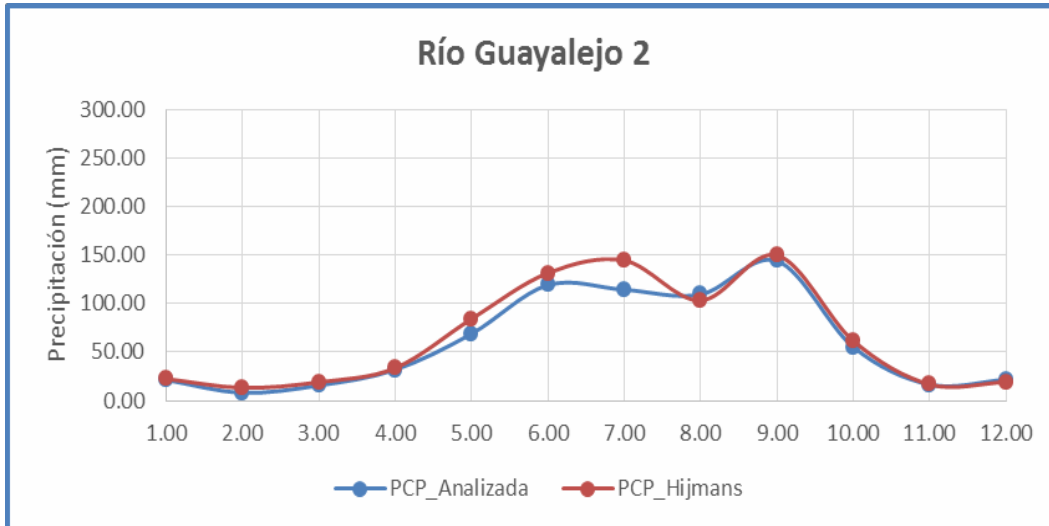


Figura 7 Comparación de la precipitación media mensual para el tramo 50 Río Sabinas de la CRGT.

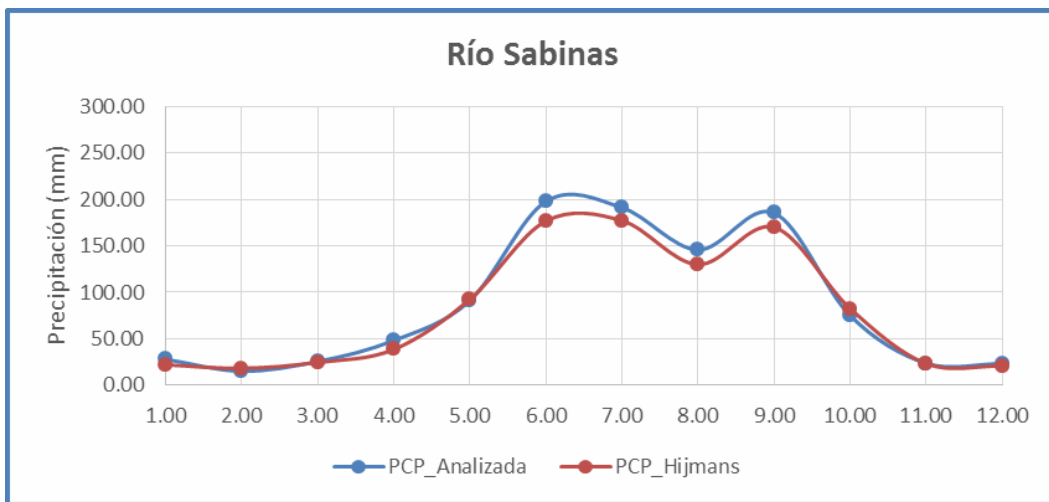


Figura 8 Comparación de la precipitación media mensual para el tramo 51

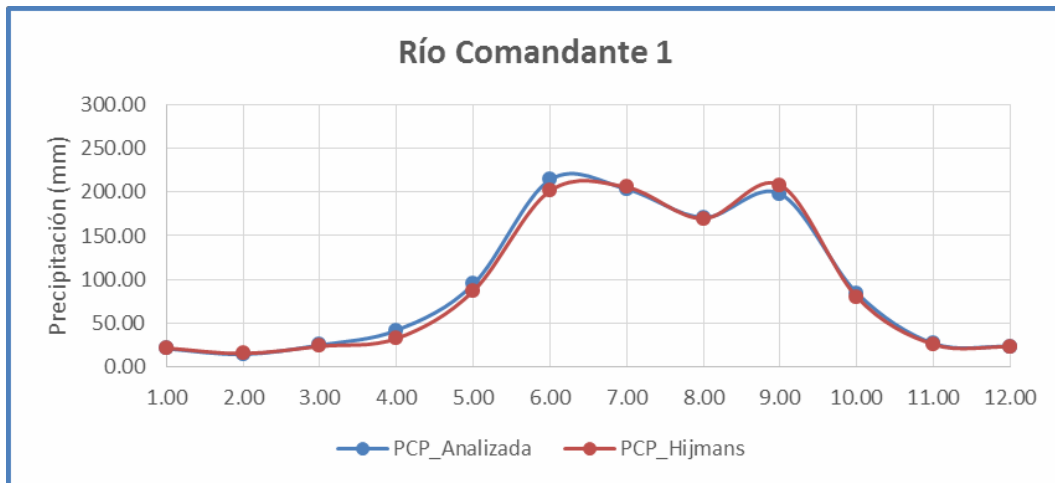


Figura 9 Comparación de la precipitación media mensual para el tramo 52 Río Comandante 2 de la CRGT.

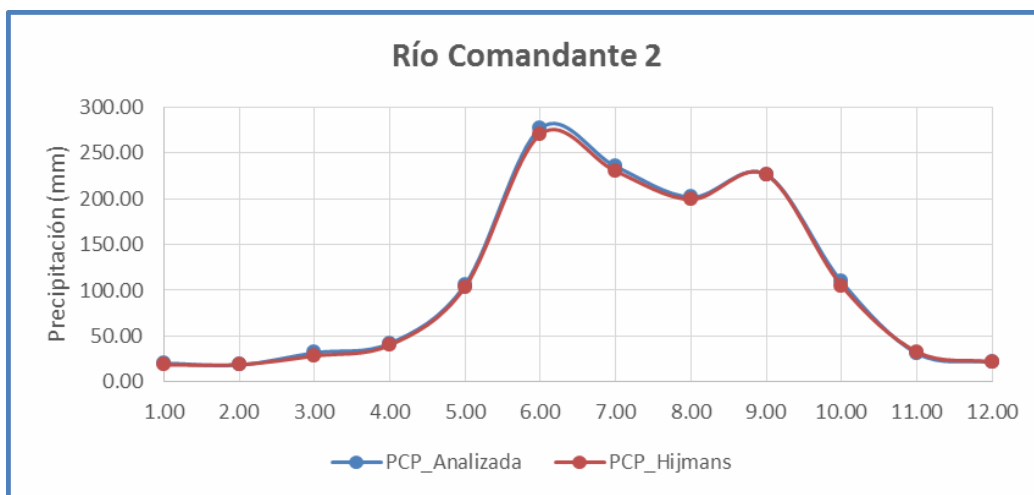


Figura 10 Comparación de la precipitación media mensual para el tramo 53

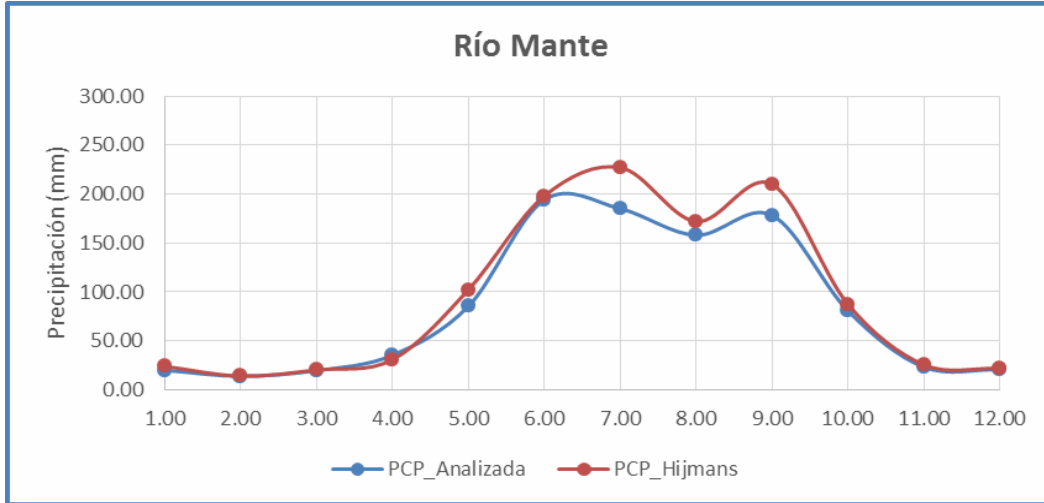


Figura 11 Comparación de la precipitación media mensual para el tramo 54 Río Guayalejo 3 de la CRGT.

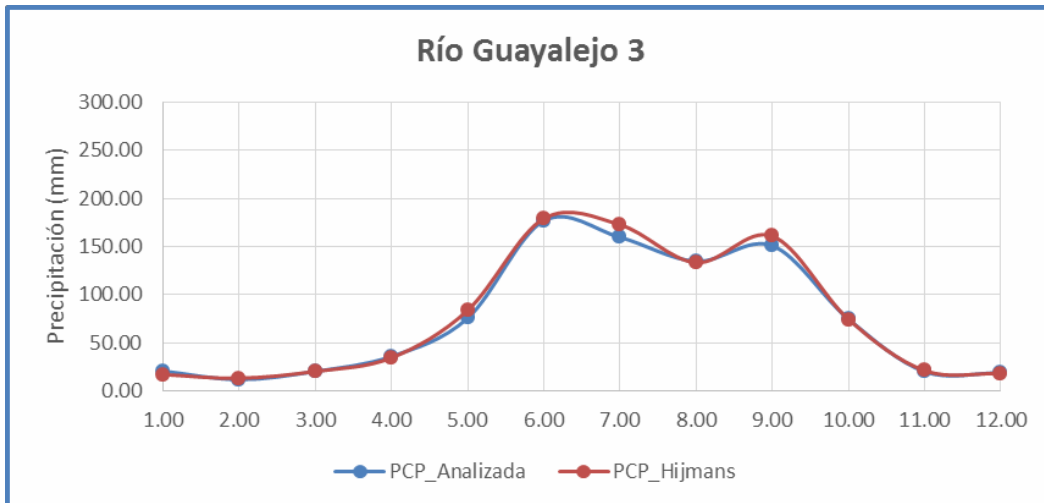


Figura 12 Comparación de la precipitación media mensual para el tramo 55

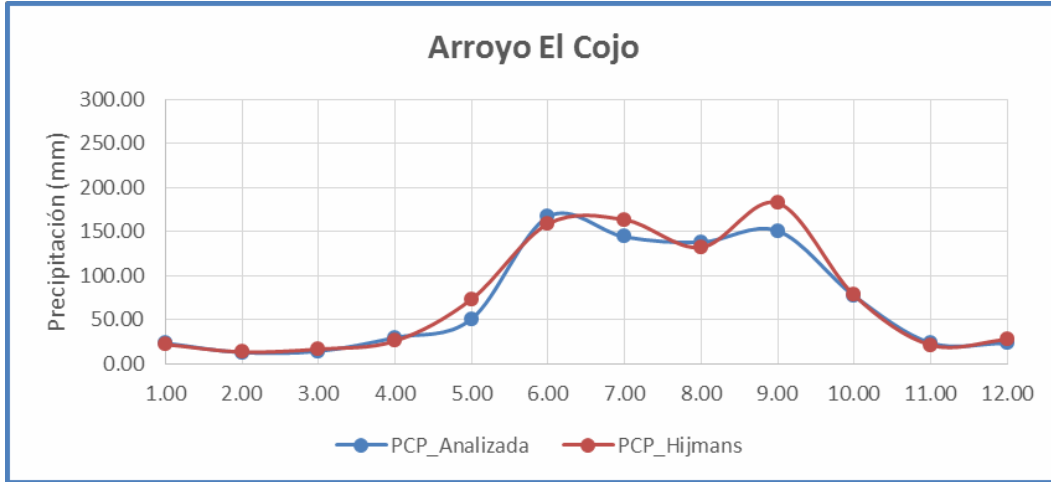


Figura 13 Comparación de la precipitación media mensual para el tramo 56 Río Tantoán de la CRGT.

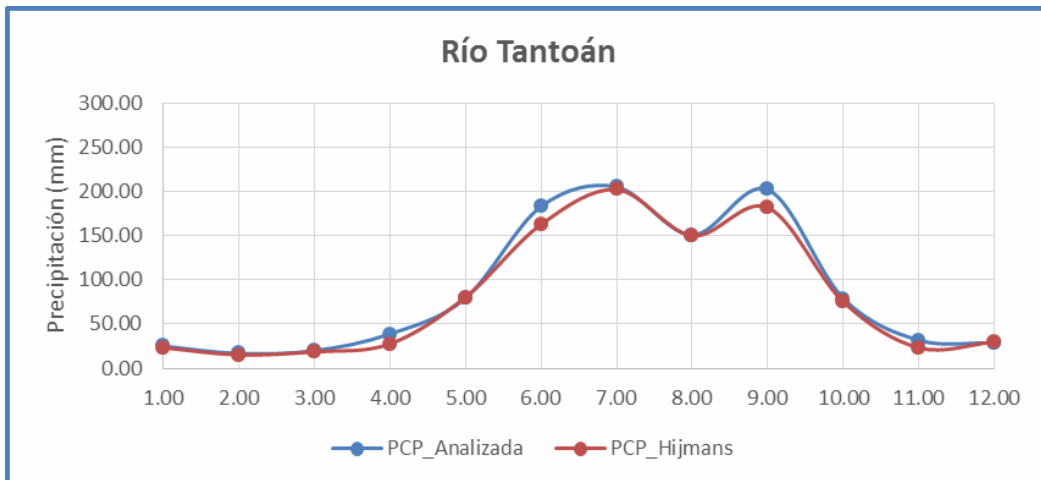


Figura 14 Comparación de la precipitación media mensual para el tramo 57

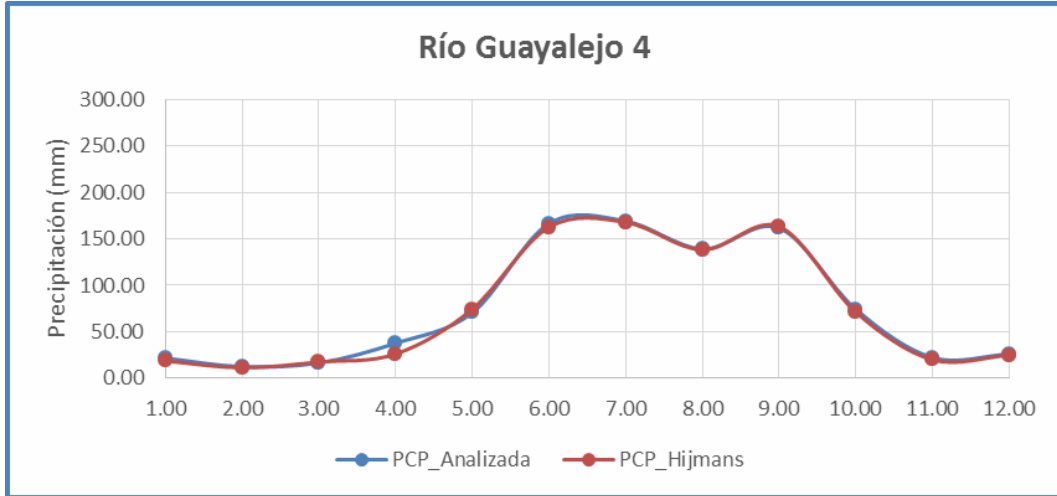
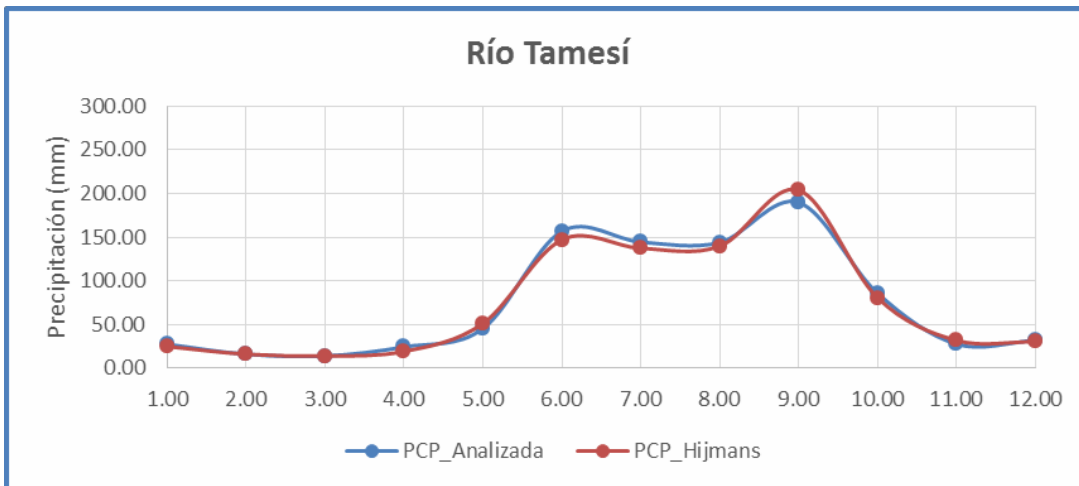


Figura 15 Comparación de la precipitación media mensual para el tramo 58 Río Tamesí de la CRGT.



3.3 Estimación del escurrimiento medio mensual para el escenario base mediante la aplicación del Método del SCS.

Con base en los resultados obtenidos hasta este momento mediante la aplicación de la metodología propuesta, se procedió entonces a aplicar el Método del SCS para estimar el escurrimiento directo asociado con las precipitaciones del escenario base para cada tramo de la CRGT. Dado que la aplicación de este método es parte fundamental de la metodología propuesta, a continuación, se hace una breve descripción del método y posteriormente se muestra una serie de tablas de resultados, para cada tramo de la CRGT, de todos los parámetros que son posibles estimar mediante la aplicación del Método del SCS.

3.3.1 Descripción del Método del SCS

Existe una gran cantidad de referencias bibliográficas en donde se puede encontrar la descripción de este método. Para los fines de este proyecto se consideraron las siguientes publicaciones clásicas de la hidrología en donde se plantea el Método del SCS: Ponce (1989), la versión en internet del libro de Ponce (1989) cuya liga es la siguiente: <http://ponce.sdsu.edu/enghydro/index.html>, Chow et al. (1988), McCuen (1982 y 1989) y Hawkins et al. (2009).

La agencia del gobierno de Estados Unidos, Soil Conservation Service (SCS) propuso su método en 1972 (hoy en día esta agencia se conoce como Natural Resources Conservation Service, NRCS) en el cual se considera que, para una tormenta dada, la lámina de precipitación en exceso o escurrimiento directo P_e , es siempre menor o igual que la lámina de precipitación total P . Además, después de que comienza el escurrimiento, la lámina de lluvia que todavía es retenida por la cuenca (vía infiltración) F_a , es menor o igual que un potencial de retención máxima S . Por otra parte, existe una cantidad de lluvia definida como abstracción inicial I_a , que no contribuirá al escurrimiento directo. Por lo que, el potencial de escurrimiento se definirá como $P-I_a$.

La hipótesis del Método del SCS plantea entonces la siguiente relación:

$$\frac{F_a}{S} = \frac{P_e}{P - I_a}$$

en donde:

$$P = P_e + I_a + F_a$$

Combinando estas dos relaciones y resolviendo para P_e da por resultado:

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

Por otra parte, con base en experimentos de campo se estableció que:

$$I_a = 0.2S$$

Por lo que:

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

Donde:

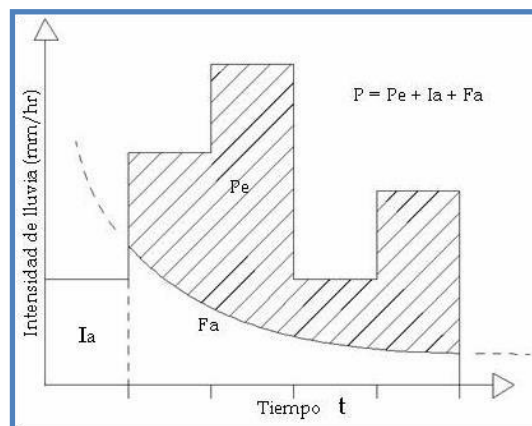
$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Y la infiltración es igual a:

$$F_a = P - P_e - I_a$$

Donde CN es el número de curva en función del tipo de suelo y cubierta vegetal, para condiciones de humedad antecedente normal. Los diferentes parámetros descritos anteriormente se muestran en forma gráfica en la Figura No.15.

Figura 16 Descripción gráfica de los parámetros del Método del SCS.



3.3.2 Criterios generales para la estimación del Número de Curva o Número de Escurrimiento

El volumen o intensidad del escurrimiento superficial Q_{sup} depende de dos factores principalmente: (1) condiciones meteorológicas y (2) características de la cuenca. Para la estimación del volumen de escurrimiento, el Método del SCS requiere de la estimación de un coeficiente que represente el efecto de estos dos factores mencionados anteriormente. Así entonces, el Número de Curva o Número de Escurrimiento CN es el coeficiente que permite involucrar las condiciones meteorológicas y las características de la cuenca en la estimación del escurrimiento. El volumen de precipitación es la característica meteorológica más importante en el proceso de estimación del volumen de escurrimiento. El tipo de suelo, uso del suelo, y las condiciones hidrológicas del tipo de cubierta vegetal son las características de la cuenca hidrológica que tendrán un mayor impacto en la evaluación del escurrimiento superficial. Las condiciones de humedad inicial del suelo serán también un factor determinante en la estimación del escurrimiento superficial.

El Soil Conservation Service (SCS) del Gobierno de E.U. desarrolló en los años 70 un método denominado Número de Curva (Curve Number Method) o Número de Escurrimiento para determinar el valor numérico del coeficiente CN que se aplica en la estimación del volumen de escurrimiento. Este método considera principalmente cuatro tipos de suelos, uso del suelo o cubierta vegetal, y las condiciones iniciales de humedad del suelo para asignar un valor al parámetro CN con el cual estimar el escurrimiento directo. Los tipos de suelos son:

Suelo Tipo A. Es un suelo con un potencial de escurrimiento mínimo que incluye a arenas profundas con poco limo y arcilla y a loess (suelos limo arenosos) muy permeables.

Suelo Tipo B. Es un suelo que incluye a suelos arenosos menos profundos que el tipo A y loess menos profundos o menos compactos que los suelos del tipo A. Este grupo de suelos tiene una capacidad de infiltración superior a la media después de alcanzar su grado de saturación.

Suelo Tipo C. Es un suelo que incluye a suelos poco profundos y que contienen cantidades considerables de arcilla y coloides. Este grupo de suelos tiene una capacidad de infiltración menor que la media después de alcanzar su grado de saturación.

Suelo Tipo D. Es un suelo con un potencial de escurrimiento máximo que incluye principalmente a arcillas con un alto índice de hinchamiento. También incluye algunos suelos poco profundos con subhorizontes casi impermeables cerca de la superficie.

Las condiciones de humedad antecedente (CHA) se clasifican en tres grupos de acuerdo a las condiciones descritas en la siguiente Tabla No.5:

Tabla 5 Criterios para establecer las condiciones de humedad antecedente del suelo para estimar el parámetro CN.

Grupo	Precipitación total en los 5 días antecedentes (mm)	
	Temporada sin cultivos	Temporada de cultivos
I	< 12.7	< 35.6
II	12.7 a 27.9	35.6 a 53.3
III	> 27.9	> 53.3

Las *CHA* normales son las correspondientes al Grupo II. Los valores de *CN* que se muestran en la siguiente tabla corresponden al Grupo II. Para el cálculo de *CN* para el Grupo I (condición seca) o para el Grupo III (condición húmeda) se aplican las fórmulas mostradas a continuación, las cuales permiten estimar los valores de *CN(I)* y de *CN(III)* en función de los valores de *CN(II)* mostrados en la siguiente tabla. Así entonces:

$$CN(I) = \frac{4.2 CN(II)}{10 - 0.058 CN(II)}$$

$$CN(III) = \frac{23 CN(II)}{10 + 0.13 CN(II)}$$

Los valores de *CN(II)* para condiciones normales de humedad (Grupo II) se muestran en la siguiente Tabla No. 6:

Tabla 6 Valores del parámetro CN para condiciones normales de humedad del suelo.

Uso del suelo o cubierta vegetal	Condición de la superficie del suelo	Tipo de Suelo			
		A	B	C	D
Bosques (sembrados y cultivados)	Ralo, baja transpiración	45	66	77	83
	Normal, transpiración media	36	60	73	79
	Espeso o alta transpiración	25	55	70	77
Calles y caminos	De terracería	72	82	87	89
	Superficie dura	74	84	90	92
	De grava	76	85	89	91
	Pavimentados	98	98	98	98
Bosques naturales	Muy ralo con baja transpiración	56	75	86	91
	Ralo con baja transpiración	46	68	78	84
	Normal con transpiración media	36	60	70	76
	Espeso con alta transpiración	26	52	62	69
	Muy espeso con alta transpiración	15	44	54	61
Descanso (sin cultivo)	Surcos rectos	77	86	91	94
Cultivos de surco	Surcos rectos	70	80	87	90
	Surcos en curvas de nivel	67	77	83	87
	Terrazas	64	73	79	82
Cereales	Surcos rectos	64	76	84	88
	Surcos en curvas de nivel	62	74	82	85
	Terrazas	60	71	79	82
Leguminosas (sembradas con maquinaria o a volteo) o potreros de rotación	Surcos rectos	62	75	83	87
	Surcos en curvas de nivel	60	72	81	84
	Terrazas	57	70	78	82
Pastizal	Pobre	68	79	86	89
	Normal	49	69	79	84
	Bueno	39	61	74	80
	Curvas de nivel, pobre	47	67	81	88
	Curvas de nivel, normal	25	59	75	83
	Curvas de nivel, bueno	16	35	70	79
Potrero (permanente)	Normal	30	58	71	78
Espacios abiertos, parques, campos de golf, cementerios, etc.	Buenas condiciones: pasto en más del 75% de la superficie	39	61	74	80
	Condición regular: pasto en 50% a 75% de la superficie	49	69	79	84
Zonas comerciales	85% de la superficie impermeable	89	92	94	95
Zonas industriales	72% de la superficie impermeable	81	88	91	93
Estacionamientos	Pavimentados	98	98	98	98
Zonas residenciales	Lotes <500 m² y 65% de suelo impermeable	77	85	90	92
	Lotes de 1,000 m² y 38% de suelo impermeable	61	75	83	87
	Lotes de 1,350 m² y 30% de suelo impermeable	57	72	81	86
	Lotes de 2,000 m² y 25% de suelo impermeable	54	70	80	85
	Lotes de 4,000 m² y 20% de suelo impermeable	51	68	79	84

Fuente: Springal (1969) y Chow et al. (1988).

Así entonces, en las siguientes Tablas No.7 a 18 se muestran los resultados obtenidos de la aplicación del Método del SCS para el escenario base en los doce tramos en los cuales se dividió la CRGT. En estas tablas se muestran los valores que toman las variables principales que intervienen en el proceso de cálculo del Método del SCS para establecer la relación lluvia- escurrimiento en cada uno de los doce tramos en los que se dividió la CRGT. En el Anexo 5 de este informe final se encuentran cuatro archivos en Excel que contienen los resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario base y para los tres horizontes de planeación en donde se hicieron los cálculos respectivos del escurrimiento directo para los dos escenarios de cambio climático, los cuatro modelos de cambio climático y el ensamble REA.

Analizando las Tablas No.7 a 18 se puede observar que el valor de la abstracción inicial es constante para cada tramo de la CRGT. Esto es correcto dado que la abstracción inicial es igual a 0.2 del potencial de retención máxima (S) y este parámetro a la vez está en función del número de curva (CN). Dado que el valor de CN es único y constante para cada tramo de la cuenca, esto da por resultado un valor constante de S para cada tramo de la cuenca y con ello un valor único y constante de la abstracción inicial para cada tramo de la CRGT. Otra observación importante a los resultados mostrados en estas Tablas No.7 a 18 es que cuando la precipitación es menor a la abstracción inicial, entonces el escurrimiento directo, o superficial, es igual a cero. Esto quiere decir que cuando se presenten precipitaciones menores a la abstracción inicial, toda la precipitación será retenida por las abstracciones iniciales de la cuenca en estudio y no se desarrollará ningún tipo de escurrimiento superficial.

Tabla 7 Resultados de la aplicación del Método del SCS en el tramo 47 Río Jaumave – Chihue de la CRGT.

Tramo: 47 Río Jaumave-Chihue		Área del tramo (ha): 336,359.3439			
Me s	Precipitación (mm)	Abstracción inicial (mm)	Escurrimiento directo (mm)	Infiltración (mm)	Escurrimiento directo (Mm ³)
Enero	23.25	17.14	0.408	5.711	1.37
Febrero	13.42	17.14	0.000	0.000	0.00
Marzo	19.37	17.14	0.057	2.175	0.19
Abril	30.29	17.14	1.752	11.407	5.89
Mayo	73.17	17.14	22.155	33.877	74.52
Junio	110.44	17.14	48.642	44.664	163.61
Julio	87.21	17.14	31.527	38.547	106.04
Agosto	87.97	17.14	32.056	38.775	107.82
Septiembre	138.79	17.14	71.386	50.273	240.11
Octubre	58.69	17.14	13.573	27.984	45.66
Noviembre	16.81	17.14	0.000	0.000	0.00
Diciembre	16.08	17.14	0.000	0.000	0.00

Tabla 8 Resultados de la aplicación del Método del SCS en el tramo 48 Río Guayalejo 1 de la CRGT.

Tramo: 48 Río Guayalejo 1		Área del tramo (ha): 35,644.75697			
Mes	Precipitación (mm)	Abstracción inicial (mm)	Escorrentamiento directo (mm)	Infiltración (mm)	Escorrentamiento directo (Mm ³)
Enero	22.36	16.65	0.367	5.347	0.13
Febrero	12.04	16.65	0.000	0.000	0.00
Marzo	16.69	16.65	0.000	0.040	0.00
Abril	31.89	16.65	2.359	12.883	0.84
Mayo	77.57	16.65	25.744	35.175	9.18
Junio	112.81	16.65	51.549	44.618	18.37
Julio	103.67	16.65	44.476	42.543	15.85
Agosto	88.30	16.65	33.151	38.507	11.82
Septiembre	135.49	16.65	69.889	48.951	24.91
Octubre	57.99	16.65	13.719	27.622	4.89
Noviembre	16.58	16.65	0.000	0.000	0.00
Diciembre	19.10	16.65	0.070	2.382	0.03

Tabla 9 Resultados de la aplicación del Método del SCS en el tramo 49 Río Guayalejo 2 de la CRGT.

Tramo: 49 Río Guayalejo 2		Área del tramo (ha): 114,520.3469			
Mes	Precipitación (mm)	Abstracción inicial (mm)	Escorrentamiento directo (mm)	Infiltración (mm)	Escorrentamiento directo (Mm ³)
Enero	22.42	17.82	0.226	4.378	0.26
Febrero	13.21	17.82	0.000	0.000	0.00
Marzo	19.00	17.82	0.015	1.167	0.02
Abril	33.57	17.82	2.365	13.382	2.71
Mayo	84.18	17.82	28.324	38.032	32.44
Junio	131.45	17.82	63.686	49.939	72.93
Julio	144.48	17.82	74.353	52.305	85.15
Agosto	103.22	17.82	41.792	43.604	47.86
Septiembre	149.83	17.82	78.817	53.196	90.26
Octubre	61.56	17.82	14.403	29.338	16.49
Noviembre	16.65	17.82	0.000	0.000	0.00
Diciembre	19.10	17.82	0.018	1.260	0.02

Tabla 10 Resultados de la aplicación del Método del SCS en el tramo 50 Río Sabinas de la CRGT.

Tramo: 50 Río Sabinas		Área del tramo (ha): 60,996.28355			
Mes	Precipitación (mm)	Abstracción inicial (mm)	Escurrimiento directo (mm)	Infiltración (mm)	Escurrimiento directo (Mm ³)
Enero	22.13	15.12	0.594	6.411	0.36
Febrero	18.27	15.12	0.126	3.024	0.08
Marzo	24.57	15.12	1.050	8.402	0.64
Abril	38.59	15.12	5.557	17.908	3.39
Mayo	92.35	15.12	39.021	38.206	23.80
Junio	176.74	15.12	110.106	51.513	67.16
Julio	177.22	15.12	110.539	51.562	67.42
Agosto	130.02	15.12	69.297	45.603	42.27
Septiembre	170.05	15.12	104.111	50.813	63.50
Octubre	82.57	15.12	31.800	35.649	19.40
Noviembre	23.25	15.12	0.789	7.340	0.48
Diciembre	20.80	15.12	0.397	5.283	0.24

Tabla 11 Resultados de la aplicación del Método del SCS en el tramo 51 Río Comandante 1 de la CRGT.

Tramo: 51 Río Comandante 1		Área del tramo (ha): 250,540.1892			
Mes	Precipitación (mm)	Abstracción inicial (mm)	Escurrimiento directo (mm)	Infiltración (mm)	Escurrimiento directo (Mm ³)
Enero	21.80	16.79	0.282	4.725	0.71
Febrero	15.51	16.79	0.000	0.000	0.00
Marzo	23.72	16.79	0.528	6.399	1.32
Abril	32.67	16.79	2.526	13.353	6.33
Mayo	86.94	16.79	31.933	38.213	80.01
Junio	201.34	16.79	126.850	57.698	317.81
Julio	205.54	16.79	130.648	58.102	327.33
Agosto	169.67	16.79	98.697	54.189	247.28
Septiembre	208.13	16.79	133.000	58.346	333.22
Octubre	80.00	16.79	27.152	36.057	68.03
Noviembre	25.92	16.79	0.896	8.237	2.25
Diciembre	23.23	16.79	0.459	5.984	1.15

Tabla 12 Resultados de la aplicación del Método del SCS en el tramo 48 Río Comandante 2 de la CRGT.

Tramo: 52 Río Comandante 2		Área del tramo (ha): 24,470.87475			
Mes	Precipitación (mm)	Abstracción inicial (mm)	Escurrimiento directo (mm)	Infiltración (mm)	Escurrimiento directo (Mm ³)
Enero	18.85	14.24	0.281	4.331	0.07
Febrero	18.82	14.24	0.277	4.305	0.07
Marzo	28.43	14.24	2.358	11.830	0.58
Abril	40.22	14.24	6.948	19.036	1.70
Mayo	103.72	14.24	49.834	39.648	12.19
Junio	270.48	14.24	200.529	55.713	49.07
Julio	230.06	14.24	162.287	53.533	39.71
Agosto	199.30	14.24	133.650	51.413	32.71
Septiembre	226.23	14.24	158.695	53.294	38.83
Octubre	105.12	14.24	50.960	39.920	12.47
Noviembre	32.97	14.24	3.901	14.828	0.95
Diciembre	21.81	14.24	0.728	6.842	0.18

Tabla 13 Resultados de la aplicación del Método del SCS en el tramo 53 Río Mante de la CRGT.

Tramo: 53 Río Mante		Área del tramo (ha): 6,920.933858			
Mes	Precipitación (mm)	Abstracción inicial (mm)	Escurrimiento directo (mm)	Infiltración (mm)	Escurrimiento directo (Mm ³)
Enero	23.94	10.49	2.749	10.708	0.19
Febrero	13.91	10.49	0.210	3.214	0.01
Marzo	20.26	10.49	1.537	8.240	0.11
Abril	30.74	10.49	5.644	14.609	0.39
Mayo	102.25	10.49	58.404	33.364	4.04
Junio	198.21	10.49	146.743	40.979	10.16
Julio	227.31	10.49	174.609	42.216	12.08
Agosto	172.04	10.49	121.979	39.580	8.44
Septiembre	210.26	10.49	158.249	41.526	10.95
Octubre	87.37	10.49	45.717	31.170	3.16
Noviembre	25.59	10.49	3.380	11.728	0.23
Diciembre	21.77	10.49	1.999	9.286	0.14

Tabla 14 Resultados de la aplicación del Método del SCS en el tramo 54 Río Guayalejo 3 de la CRGT.

Tramo: 54 Río Guayalejo 3		Área del tramo (ha): 235,174.7517			
Mes	Precipitación (mm)	Abstracción inicial (mm)	Escorrentamiento directo (mm)	Infiltración (mm)	Escorrentamiento directo (Mm ³)
Enero	17.08	14.25	0.108	2.716	0.25
Febrero	13.14	14.25	0.000	0.000	0.00
Marzo	20.27	14.25	0.468	5.545	1.10
Abril	34.46	14.25	4.463	15.742	10.50
Mayo	83.75	14.25	34.313	35.185	80.70
Junio	178.98	14.25	114.980	49.744	270.40
Julio	172.58	14.25	109.186	49.145	256.78
Agosto	133.27	14.25	74.441	44.574	175.07
Septiembre	160.80	14.25	98.600	47.948	231.88
Octubre	74.25	14.25	27.421	32.573	64.49
Noviembre	21.03	14.25	0.589	6.192	1.39
Diciembre	18.08	14.25	0.195	3.631	0.46

Tabla 15 Resultados de la aplicación del Método del SCS en el tramo 55 Arroyo El Cojo de la CRGT.

Tramo: 55 Arroyo El Cojo		Área del tramo (ha): 40,138.65596			
Mes	Precipitación (mm)	Abstracción inicial (mm)	Escorrentamiento directo (mm)	Infiltración (mm)	Escorrentamiento directo (Mm ³)
Enero	21.84	15.57	0.467	5.801	0.19
Febrero	13.16	15.57	0.000	0.000	0.00
Marzo	16.41	15.57	0.009	0.831	0.00
Abril	25.68	15.57	1.162	8.947	0.47
Mayo	73.13	15.57	24.470	33.091	9.82
Junio	158.82	15.57	92.820	50.435	37.26
Julio	163.39	15.57	96.832	50.990	38.87
Agosto	132.04	15.57	69.811	46.657	28.02
Septiembre	182.51	15.57	113.858	53.087	45.70
Octubre	77.65	15.57	27.548	34.538	11.06
Noviembre	21.13	15.57	0.370	5.187	0.15
Diciembre	27.45	15.57	1.573	10.308	0.63

Tabla 16 Resultados de la aplicación del Método del SCS en el tramo 56 Río Tantoán de la CRGT.

Tramo: 56 Río Tantoán		Área del tramo (ha): 61,738.64358			
Mes	Precipitación (mm)	Abstracción inicial (mm)	Escorrentamiento directo (mm)	Infiltración (mm)	Escorrentamiento directo (Mm ³)
Enero	23.37	14.08	1.082	8.204	0.67
Febrero	15.19	14.08	0.017	1.086	0.01
Marzo	18.56	14.08	0.268	4.210	0.17
Abril	27.54	14.08	2.161	11.301	1.33
Mayo	80.19	14.08	32.015	34.097	19.77
Junio	162.74	14.08	100.879	47.781	62.28
Julio	202.13	14.08	136.814	51.230	84.47
Agosto	150.01	14.08	89.543	46.385	55.28
Septiembre	181.74	14.08	118.067	49.587	72.89
Octubre	75.00	14.08	28.254	32.660	17.44
Noviembre	23.19	14.08	1.043	8.063	0.64
Diciembre	29.81	14.08	2.871	12.855	1.77

Tabla 17 Resultados de la aplicación del Método del SCS en el tramo 57 Río Guayalejo 4 de la CRGT.

Tramo: 57 Río Guayalejo 4		Área del tramo (ha): 309,914.2826			
Mes	Precipitación (mm)	Abstracción inicial (mm)	Escorrentamiento directo (mm)	Infiltración (mm)	Escorrentamiento directo (Mm ³)
Enero	18.67	16.15	0.077	2.449	0.24
Febrero	11.38	16.15	0.000	0.000	0.00
Marzo	17.52	16.15	0.023	1.346	0.07
Abril	26.22	16.15	1.116	8.952	3.46
Mayo	74.54	16.15	24.501	33.885	75.93
Junio	162.75	16.15	94.534	52.069	292.97
Julio	167.85	16.15	99.006	52.698	306.83
Agosto	138.36	16.15	73.588	48.622	228.06
Septiembre	163.31	16.15	95.025	52.140	294.50
Octubre	71.17	16.15	22.300	32.725	69.11
Noviembre	19.96	16.15	0.171	3.635	0.53
Diciembre	24.82	16.15	0.841	7.832	2.61

Tabla 18 Resultados de la aplicación del Método del SCS en el tramo 58 Río Tamesí de la CRGT.

Tramo: 58 Río Tamesí		Área del tramo (ha): 198,278.6966			
Mes	Precipitación (mm)	Abstracción inicial (mm)	Escorrimento directo (mm)	Infiltración (mm)	Escorrimento directo (Mm ³)
Enero	24.91	34.75	0.000	0.000	0.00
Febrero	16.06	34.75	0.000	0.000	0.00
Marzo	13.95	34.75	0.000	0.000	0.00
Abril	19.24	34.75	0.000	0.000	0.00
Mayo	51.32	34.75	1.443	15.128	2.86
Junio	147.16	34.75	44.160	68.254	87.56
Julio	137.42	34.75	38.132	64.534	75.61
Agosto	139.71	34.75	39.527	65.432	78.37
Septiembre	203.96	34.75	83.482	85.724	165.53
Octubre	80.62	34.75	9.582	36.292	19.00
Noviembre	31.85	34.75	0.000	0.000	0.00
Diciembre	30.38	34.75	0.000	0.000	0.00

Los resultados mostrados en las tablas anteriores pueden servir para hacer los siguientes comentarios: (1) cada tramo de la CRGT tiene un comportamiento hidrológico diferente; sin embargo, todos los tramos muestran claramente una época de estiaje con escurrimientos superficiales pequeños o iguales a cero, (2) el escurrimiento superficial en cada tramo de la CRGT es diferente, y (3) las láminas de infiltración son también diferentes en cada tramo de la CRGT, pero también se observa claramente el comportamiento estacional entre la época de estiaje y la época de avenidas, en donde la recarga de los acuíferos es mayor.

3.4 Estimación del escurrimiento medio mensual asociado a los diferentes modelos de cambio climático considerados para cada tramo de la CRGT.

Después de haber estimado la relación lluvia-escurrimiento para el escenario base, o escenario base, en la CRGT, se procedió a hacer los cálculos correspondientes para establecer la relación lluvia-escurrimiento para dos escenarios de cambio climático: RCP4.5 y RCP8.5, para tres horizontes de planeación: futuro cercano (2015-2039), futuro medio (2045-2069) y futuro lejano (2075-2099), y para cuatro modelos de cambio climático: CNRM-CM5, HADGEM2-ES, MPI-ESM-LR y GFDL-CM3 y el ensamble REA. Las precipitaciones impactadas por cambio climático

para estos escenarios, horizontes de planeación, y modelos de circulación general (ver archivos de Excel ubicados en el Anexo 4, se sustituyeron en las plantillas de cálculo del Método del SCS para obtener los escurrimientos asociados a dichas precipitaciones impactadas por cambio climático (ver archivos de Excel ubicados en el Anexo 5, para cada tramo de la CRGT).

Los resultados que se obtuvieron de todo este proceso de cálculo se muestran en las Tablas No. 19 a 54 para el escenario de cambio climático RCP4.5, los tres horizontes de planeación, el escenario base, los cuatro modelos de circulación general y el ensamble REA. Los resultados del escenario RCP8.5 se pueden consultar en los Anexos 4 y 5 de este informe técnico.

Las celdas en rojo en cada una de las tablas siguientes indican reducción en el escurrimiento de cada escenario con respecto al escurrimiento del escenario base.

3.4.1 Escenario de cambio climático RCP4.5. Futuro cercano 2015-2039

Tabla 19 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015-2039 en el tramo 47 Río Jaumave – Chihue de la CRGT.

Tramo: 47 Río Jaumave-Chihue			Área tramo (ha): 336,359.3439				Futuro Cercano 2015-2039					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)
Ene	23.25	1.37	11.23	0.00	11.23	0.00	21.42	0.69	5.93	0.00	16.29	0.00
Feb	13.42	0.00	9.04	0.00	25.96	2.77	19.64	0.24	6.90	0.00	7.71	0.00
Mar	19.37	0.19	5.60	0.00	25.47	2.48	15.07	0.00	0.00	0.00	10.78	0.00
Abr	30.29	5.89	24.26	1.84	36.62	12.14	24.80	2.12	16.80	0.00	25.02	2.24
May	73.17	74.52	74.47	77.32	59.93	47.95	67.93	63.60	58.01	44.41	65.49	58.67
Jun	110.44	163.61	118.37	184.42	93.02	119.88	113.32	171.10	85.11	101.14	106.48	153.41
Jul	87.21	106.04	84.76	100.34	97.85	131.69	78.02	85.07	72.67	73.47	79.65	88.71
Ago	87.97	107.82	93.24	120.43	61.93	51.74	85.39	101.79	75.82	80.25	82.65	95.49
Sep	138.79	240.11	130.87	218.20	143.62	253.63	143.58	253.53	144.53	256.21	134.65	228.61
Oct	58.69	45.66	58.74	45.74	38.42	14.24	56.45	41.59	66.96	61.62	53.84	37.03
Nov	16.81	0.00	15.11	0.00	24.20	1.81	21.46	0.70	28.09	4.17	11.82	0.00
Dic	16.08	0.00	7.99	0.00	17.33	0.00	14.00	0.00	0.00	0.00	7.13	0.00

Nota: Los valores en rojo indican una reducción en el escurrimiento con respecto al del escenario base.

Tabla 20 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro

Tramo: 48 Río Guayalejo 1			Área tramo (ha): 35,644.75697						Futuro Cercano 2015-2039			
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)
Ene	22.36	0.13	10.28	0.00	10.28	0.00	20.25	0.05	5.13	0.00	15.30	0.00
Feb	12.04	0.00	10.52	0.00	27.27	0.43	18.63	0.02	6.72	0.00	5.76	0.00
Mar	16.69	0.00	7.98	0.00	25.40	0.30	12.59	0.00	0.00	0.00	8.03	0.00
Abr	31.89	0.84	27.55	0.45	40.11	1.84	25.69	0.32	17.40	0.00	26.36	0.36
May	77.57	9.18	79.98	9.75	67.32	6.84	71.53	7.77	61.32	5.56	70.26	7.49
Jun	112.81	18.37	119.43	20.24	96.65	13.98	115.73	19.19	88.12	11.77	106.92	16.74
Jul	103.67	15.85	101.87	15.37	117.93	19.82	94.51	13.41	88.01	11.74	96.09	13.83
Ago	88.30	11.82	94.12	13.31	59.15	5.12	86.72	11.42	75.66	8.73	83.32	10.57
Sep	135.49	24.91	125.28	21.93	139.74	26.18	140.14	26.30	139.16	26.00	130.33	23.39
Oct	57.99	4.89	58.21	4.93	36.15	1.32	54.65	4.25	68.84	7.17	53.81	4.09
Nov	16.58	0.00	17.01	0.00	25.16	0.28	22.10	0.12	28.78	0.55	11.29	0.00
Dic	19.10	0.03	13.33	0.00	21.22	0.08	16.46	0.00	0.00	0.00	10.04	0.00

Tabla 21 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015-2039 en el tramo 49 Río Guayalejo 2 de la CRGT.

Tramo: 49 Río Guayalejo 2			Área tramo (ha): 114,520.3469						Futuro Cercano 2015-2039			
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)
Ene	22.42	0.26	26.81	0.94	8.85	0.00	18.57	0.01	3.76	0.00	15.75	0.00
Feb	13.21	0.00	13.17	0.00	24.06	0.47	20.18	0.07	9.58	0.00	6.30	0.00
Mar	19.00	0.02	13.70	0.00	26.82	0.95	14.58	0.00	0.00	0.00	11.11	0.00
Abr	33.57	2.71	30.16	1.72	39.33	4.79	28.87	1.40	18.40	0.00	28.57	1.32
May	84.18	32.44	84.56	32.74	77.99	27.78	76.48	26.67	66.09	19.42	74.51	25.24
Jun	131.45	72.93	137.08	78.17	119.09	61.70	134.19	75.48	107.57	51.57	124.48	66.55
Jul	144.48	85.15	143.94	84.64	168.16	108.11	135.13	76.35	127.59	69.39	135.79	76.97
Ago	103.22	47.86	109.28	53.06	68.97	21.36	101.12	46.09	89.83	36.86	99.03	44.35
Sep	149.83	90.26	141.54	82.37	151.67	92.03	153.45	93.74	153.19	93.50	143.66	84.37
Oct	61.56	16.49	60.16	15.62	35.76	3.44	56.90	13.65	75.41	25.90	58.67	14.70
Nov	16.65	0.00	17.28	0.00	27.53	1.09	23.56	0.40	29.05	1.44	11.73	0.00
Dic	19.10	0.02	14.49	0.00	19.63	0.04	16.96	0.00	0.00	0.00	10.47	0.00

Nota: Los valores en rojo indican una reducción en el escurrimiento con respecto al del escenario base.

Tabla 22 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro

Tramo: 50 Río Sabinas			Área tramo (ha): 60,996.28355				Futuro Cercano 2015-2039					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Esc ur. (M m ³)	PCP (mm)	Esc ur. (M m ³)	PCP (mm)	Esc ur. (M m ³)	PCP (mm)	Esc ur. (M m ³)	PCP (mm)	Esc ur. (M m ³)
Ene	22.13	0.36	26.73	0.94	10.13	0.00	20.06	0.18	5.17	0.00	15.10	0.00
Feb	18.27	0.08	16.94	0.03	33.87	2.27	24.79	0.67	12.87	0.00	11.93	0.00
Mar	24.57	0.64	16.09	0.01	33.70	2.23	20.73	0.24	0.00	0.00	15.99	0.01
Abr	38.59	3.39	34.52	2.42	47.13	5.81	32.50	1.98	23.93	0.56	33.01	2.09
May	92.35	23.80	94.80	24.94	83.04	19.60	86.53	21.15	76.05	16.58	84.71	20.34
Jun	176.74	67.16	183.03	70.62	161.23	58.73	179.90	68.89	152.18	53.88	170.83	63.93
Jul	177.22	67.42	175.26	66.35	192.48	75.84	168.09	62.44	161.56	58.91	169.22	63.06
Ago	130.02	42.27	135.82	45.26	100.39	27.57	128.27	41.37	117.46	35.90	124.92	39.66
Sep	170.05	63.50	159.34	57.71	174.37	65.86	174.58	65.98	173.21	65.23	165.37	60.96
Oct	82.57	19.40	82.57	19.40	60.50	10.38	79.28	17.96	93.41	24.29	78.55	17.65
Nov	23.25	0.48	23.74	0.54	31.96	1.87	28.83	1.28	35.66	2.68	18.03	0.07
Dic	20.80	0.24	14.91	0.00	23.09	0.46	18.26	0.08	0.00	0.00	11.77	0.00

Tabla 23 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015-2039 en el tramo 47 Río Comandante de la CRGT.

Tramo: 51 Río Comandante 1			Área tramo (ha): 250,540.1892				Futuro Cercano 2015- 2039					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)
Ene	21.80	0.71	27.28	2.92	10.44	0.00	20.01	0.30	6.59	0.00	15.12	0.00
Feb	15.51	0.00	15.11	0.00	32.48	6.19	21.53	0.63	9.46	0.00	8.91	0.00
Mar	23.72	1.32	16.06	0.00	34.70	7.90	21.43	0.61	0.00	0.00	15.57	0.00
Abr	32.67	6.33	30.17	4.61	42.70	15.31	27.39	2.98	17.11	0.00	26.85	2.70
May	86.94	80.01	89.61	84.75	82.91	72.99	82.45	72.21	70.45	52.43	77.75	64.26
Jun	201.34	317.81	205.72	327.73	189.90	292.08	206.02	328.41	177.54	264.59	195.62	304.92
Jul	205.54	327.33	202.45	320.33	226.06	374.21	196.56	307.02	190.05	292.42	194.94	303.39
Ago	169.67	247.28	175.30	259.64	137.83	179.07	166.74	240.86	157.75	221.36	164.11	235.13
Sep	208.13	333.22	194.40	302.17	212.99	344.28	211.88	341.73	208.22	333.41	206.02	328.42
Oct	80.00	68.03	78.62	65.70	56.76	32.30	77.08	63.15	90.24	85.89	76.67	62.47
Nov	25.92	2.25	26.54	2.54	35.12	8.23	31.71	5.64	39.52	12.14	21.04	0.51
Dic	23.23	1.15	16.41	0.00	26.32	2.43	21.31	0.58	0.87	0.00	14.41	0.00

Nota: Los valores en rojo indican una reducción en el escurrimiento con respecto al del escenario base.

Tabla 24 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro

Tramo: 52 Río Comandante 2		Área tramo (ha): 24,470.87475						Futuro Cercano 2015-2039					
M e s	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA		
	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	
Ene	18.85	0.07	24.38	0.31	7.41	0.00	17.03	0.03	3.68	0.00	12.02	0.00	
Feb	18.82	0.07	18.72	0.06	36.78	1.33	24.86	0.34	12.94	0.00	12.03	0.00	
Mar	28.43	0.58	21.34	0.16	40.19	1.70	26.24	0.42	0.00	0.00	20.35	0.12	
Abr	40.22	1.70	37.93	1.45	50.88	3.05	34.87	1.13	24.50	0.32	34.36	1.08	
May	103.72	12.19	106.41	12.73	100.47	11.56	99.28	11.33	87.08	9.01	93.96	10.31	
Jun	270.48	49.07	274.69	50.05	259.21	46.45	275.22	50.18	246.77	43.57	264.44	47.66	
Jul	230.06	39.71	227.03	39.02	251.70	44.71	221.11	37.66	214.38	36.13	219.29	37.25	
Ago	199.30	32.71	204.94	33.98	166.61	25.41	196.43	32.06	187.26	30.00	193.42	31.38	
Sep	226.23	38.83	212.24	35.64	230.97	39.92	229.95	39.69	226.06	38.80	224.60	38.46	
Oct	105.12	12.47	103.67	12.19	81.52	8.00	102.13	11.88	115.85	14.62	102.13	11.88	
Nov	32.97	0.95	33.77	1.03	42.46	1.96	38.86	1.55	46.73	2.49	28.17	0.56	
Dic	21.81	0.18	15.15	0.00	25.17	0.36	19.89	0.10	0.00	0.00	12.98	0.00	

Tabla 25 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015-2039 en el tramo 53 Río Mante de la CRGT.

Tramo: 53 Río Mante		Área tramo (ha): 6,920.933858						Futuro Cercano 2015-2039					
M e s	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA		
	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	
Ene	23.94	0.19	29.36	0.35	12.35	0.00	21.92	0.14	8.60	0.00	17.18	0.05	
Feb	13.91	0.01	14.02	0.02	31.18	0.41	19.98	0.10	8.20	0.00	7.09	0.00	
Mar	20.26	0.11	13.59	0.01	31.80	0.43	17.91	0.06	0.00	0.00	12.24	0.00	
Abr	30.74	0.39	28.46	0.32	40.97	0.78	25.47	0.23	14.84	0.02	25.00	0.22	
May	102.25	4.04	104.63	4.19	99.06	3.85	97.58	3.76	85.30	3.04	92.60	3.47	
Jun	198.21	10.16	202.39	10.43	187.27	9.44	202.90	10.47	174.57	8.61	192.13	9.76	
Jul	227.31	12.08	224.45	11.89	250.57	13.64	218.38	11.49	211.43	11.03	216.72	11.38	
Ago	172.04	8.44	177.62	8.81	138.50	6.29	169.16	8.25	159.86	7.65	165.91	8.04	
Sep	210.26	10.95	196.51	10.04	214.86	11.26	213.94	11.20	210.04	10.94	208.13	10.81	
Oct	87.37	3.16	85.79	3.07	63.17	1.83	84.26	2.98	98.46	3.81	84.52	3.00	
Nov	25.59	0.23	26.46	0.26	35.61	0.56	31.64	0.42	39.43	0.71	20.82	0.12	
Dic	21.77	0.14	15.25	0.03	24.86	0.21	19.89	0.10	0.00	0.00	12.93	0.01	

Nota: Los valores en rojo indican una reducción en el escurrimiento con respecto al del escenario base.

Tabla 26 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro

Tramo: 54 Río Guayalejo 3			Área tramo (ha): 235,174.7517						Futuro Cercano 2015-2039			
M e s	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	PCP (mm)	Esc ur. (M m³)	PCP (mm)	Esc ur. (M m³)	PCP (mm)	Esc ur. (M m³)	PCP (mm)	Esc ur. (M m³)	PC P (m m)	Esc ur. (M m³)	PC P (m m)	Esc ur. (M m³)
Ene	17.08	0.25	21.71	1.66	4.37	0.00	13.76	0.00	0.18	0.00	10.65	0.00
Feb	13.14	0.00	14.17	0.00	25.91	3.85	19.56	0.87	8.63	0.00	6.17	0.00
Mar	20.27	1.10	15.73	0.07	29.93	6.65	16.69	0.19	0.00	0.00	12.48	0.00
Abr	34.46	10.50	31.98	8.31	41.83	18.10	29.67	6.45	17.92	0.42	29.48	6.31
May	83.75	80.70	84.29	81.63	80.01	74.22	77.36	69.69	65.10	49.79	74.62	65.10
Jun	178.98	270.40	183.36	279.79	169.14	249.47	183.05	279.13	155.58	220.94	172.56	256.72
Jul	172.58	256.78	171.06	253.53	203.15	322.56	163.69	237.97	155.59	220.96	163.29	237.11
Ago	133.27	175.07	138.63	185.97	95.81	102.35	130.54	169.56	120.17	148.89	126.36	161.19
Sep	160.80	231.88	149.34	207.97	164.23	239.10	164.29	239.22	161.11	232.54	155.37	220.52
Oct	74.25	64.49	72.11	60.97	47.03	24.29	70.26	57.96	87.40	87.13	71.99	60.77
Nov	21.03	1.39	22.15	1.85	33.59	9.70	27.95	5.20	34.85	10.87	16.31	0.14
Dic	18.08	0.46	12.59	0.00	19.40	0.81	16.32	0.14	0.00	0.00	9.24	0.00

Tabla 27 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015-2039 en el tramo 55 Arroyo El Cojo de la CRGT.

Tramo: 55 Arroyo El Cojo			Área tramo (ha): 40,138.65596						Futuro Cercano 2015-2039			
M e s	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	PCP (mm)	Esc ur. (M m³)	PCP (mm)	Esc ur. (M m³)	PCP (mm)	Esc ur. (M m³)	PCP (mm)	Esc ur. (M m³)	PCP (mm)	Esc ur. (M m³)	PCP (mm)	Esc ur. (M m³)
Ene	21.84	0.19	7.43	0.00	7.43	0.00	16.47	0.00	5.07	0.00	15.99	0.00
Feb	13.16	0.00	14.53	0.00	19.65	0.08	20.04	0.10	9.81	0.00	5.52	0.00
Mar	16.41	0.00	14.63	0.00	24.04	0.33	11.58	0.00	0.00	0.00	9.35	0.00
Abr	25.68	0.47	23.45	0.29	29.26	0.82	22.07	0.20	11.46	0.00	20.67	0.13
May	73.13	9.82	72.77	9.73	71.14	9.29	64.41	7.56	56.25	5.61	65.73	7.89
Jun	158.82	37.26	164.90	39.40	152.21	34.94	162.37	38.51	138.11	30.08	152.12	34.91
Jul	163.39	38.87	162.13	38.42	206.44	54.42	154.49	35.74	145.99	32.78	154.63	35.79
Ago	132.04	28.02	138.64	30.26	87.91	13.99	129.12	27.04	118.64	23.57	126.68	26.23
Sep	182.51	45.70	172.54	42.12	183.81	46.17	185.29	46.71	185.71	46.85	177.74	43.98
Oct	77.65	11.06	74.44	10.18	45.42	3.32	72.25	9.59	99.64	17.52	75.12	10.36
Nov	21.13	0.15	21.73	0.18	37.45	1.93	29.57	0.86	36.10	1.72	17.03	0.01
Dic	27.45	0.63	22.41	0.22	26.36	0.53	26.09	0.50	8.23	0.00	18.78	0.05

Nota: Los valores en rojo indican una reducción en el escurrimiento con respecto al del escenario base.

Tabla 28 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro

Tramo: 56 Río Tantoán			Área tramo (ha): 61,738.64358				Futuro Cercano 2015-2039					
M e s	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)
Ene	23.37	0.67	28.25	1.47	11.96	0.00	20.25	0.31	9.00	0.00	18.43	0.16
Feb	15.19	0.01	18.27	0.15	26.39	1.13	20.84	0.37	8.72	0.00	8.17	0.00
Mar	18.56	0.17	14.58	0.00	28.77	1.57	15.81	0.03	0.00	0.00	11.32	0.00
Abr	27.54	1.33	26.11	1.08	34.48	2.83	22.90	0.61	8.42	0.00	21.15	0.40
May	80.19	19.77	78.60	19.04	79.86	19.61	75.12	17.50	59.60	11.03	66.20	13.68
Jun	162.74	62.28	165.12	63.60	158.77	60.09	168.81	65.65	140.65	50.21	158.05	59.69
Jul	202.13	84.47	199.17	82.78	240.88	106.85	194.04	79.86	185.05	74.76	188.45	76.69
Ago	150.01	55.28	153.72	57.31	108.93	33.61	146.23	53.23	137.70	48.62	142.45	51.18
Sep	181.74	72.89	167.19	64.75	186.69	75.69	184.87	74.66	176.75	70.09	181.12	72.54
Oct	75.00	17.44	70.02	15.29	46.02	6.15	71.68	16.00	85.98	22.42	73.65	16.85
Nov	23.19	0.64	24.25	0.79	37.82	3.69	30.62	1.94	39.49	4.16	18.31	0.15
Dic	29.81	1.77	22.18	0.52	30.76	1.97	28.78	1.57	10.84	0.00	20.73	0.35

Tabla 29 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015-2039 en el tramo 57 Río Guayalejo 4 de la CRGT.

Tramo: 57 Río Guayalejo 4			Área tramo (ha): 309,914.2826				Futuro Cercano 2015-2039					
M e s	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)
Ene	18.67	0.24	23.14	1.73	6.04	0.00	14.88	0.00	2.88	0.00	12.99	0.00
Feb	11.38	0.00	13.56	0.00	21.75	1.13	17.56	0.08	6.38	0.00	4.23	0.00
Mar	17.52	0.07	14.27	0.00	26.95	3.95	13.84	0.00	0.00	0.00	10.16	0.00
Abr	26.22	3.46	24.27	2.30	32.37	8.41	21.73	1.12	9.01	0.00	20.81	0.79
May	74.54	75.93	73.84	74.50	72.62	72.02	68.07	62.96	55.36	39.72	64.29	55.72
Jun	162.75	292.97	166.63	303.51	156.43	275.92	167.60	306.14	140.64	234.02	156.87	277.11
Jul	167.85	306.83	165.86	301.41	206.92	415.40	159.39	283.90	150.55	260.20	157.36	278.42
Ago	138.36	228.06	143.25	240.88	96.74	124.77	135.14	219.68	125.43	194.76	131.22	209.57
Sep	163.31	294.50	150.75	260.72	166.97	304.43	166.52	303.19	161.88	290.62	159.36	283.82
Oct	71.17	69.11	67.54	61.93	41.40	18.65	67.14	61.16	85.92	100.23	69.37	65.51
Nov	19.96	0.53	21.06	0.87	34.95	11.01	27.54	4.37	35.26	11.34	15.43	0.00
Dic	24.82	2.61	18.61	0.23	25.30	2.89	23.50	1.90	4.64	0.00	15.91	0.00

Nota: Los valores en rojo indican una reducción en el escurrimiento con respecto al del escenario base.

Tabla 30 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro

Tramo: 58 Río Tamesí		Área tramo (ha): 198,278.6966						Futuro Cercano 2015-2039				
M e s	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)
Ene	24.91	0.00	28.27	0.00	11.52	0.00	20.06	0.00	10.87	0.00	19.56	0.00
Feb	16.06	0.00	18.93	0.00	21.11	0.00	21.93	0.00	10.29	0.00	8.64	0.00
Mar	13.95	0.00	12.58	0.00	22.05	0.00	8.51	0.00	0.00	0.00	7.18	0.00
Abr	19.24	0.00	17.04	0.00	22.06	0.00	14.47	0.00	3.05	0.00	13.50	0.00
May	51.32	2.86	49.42	2.26	49.02	2.15	43.80	0.89	33.70	0.00	42.28	0.62
Jun	147.16	87.56	152.01	93.69	145.26	85.18	152.65	94.50	128.00	64.57	141.47	80.52
Jul	137.42	75.61	134.62	72.28	192.44	148.76	130.01	66.89	119.69	55.30	128.59	65.26
Ago	139.71	78.37	144.99	84.84	90.27	26.66	136.36	74.35	127.14	63.59	134.07	71.63
Sep	203.96	165.53	189.77	144.93	207.49	170.76	207.44	170.68	202.00	162.65	199.38	158.81
Oct	80.62	19.00	75.29	15.20	46.10	1.38	76.54	16.07	101.98	37.19	79.03	17.83
Nov	31.85	0.00	32.59	0.00	52.17	3.15	40.55	0.37	49.71	2.35	27.76	0.00
Dic	30.38	0.00	23.06	0.00	28.77	0.00	29.51	0.00	14.38	0.00	21.45	0.00

Nota: Los valores en rojo indican una reducción en el escurrimiento con respecto al del escenario base.

3.4.2 Escenario de cambio climático RCP4.5. Futuro medio 2045-2069

Tabla 31 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045-2069 en el tramo 47 Río Jaumave – Chihue de la CRGT.

Tramo: 47 Río Jaumave-Chihue													Área tramo (ha): 336,359.3439		Futuro Medio 2045-2069	
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA					
	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)				
Ene	23.25	1.37	23.67	1.56	15.43	0	19.94	0.3	20.91	0.54	23.25	1.37				
Feb	13.42	0	3.64	0	15.72	0	11.76	0	1.55	0	13.42	0				
Mar	19.37	0.19	14.57	0	13.38	0	11.75	0	0	0	19.37	0.19				
Abr	30.29	5.89	29.07	4.91	39.41	15.46	20.33	0.39	24.7	2.07	30.29	5.89				
May	73.17	74.52	67.2	62.1	70.54	68.97	65.47	58.64	65.18	58.06	73.17	74.52				
Jun	110.44	163.61	120.56	190.26	91.95	117.3	109.61	161.46	102.9	144.24	110.44	163.6				
Jul	87.21	106.04	80.22	89.99	84.33	99.34	72.09	72.22	71.39	70.75	87.21	106				
Ago	87.97	107.82	75.75	80.09	71.65	71.3	84.12	98.86	68.52	64.8	87.97	107.8				
Sep	138.79	240.11	142.98	251.85	140.9	246	143.37	252.94	137.6	236.83	138.79	240.1				
Oct	58.69	45.66	52.61	34.93	47.52	26.76	60.5	49.01	69.52	66.86	58.69	45.66				
Nov	16.81	0	7.12	0	27.54	3.79	25.7	2.62	22.98	1.26	16.81	0				
Dic	16.08	0	3.76	0	18.53	0.07	19.22	0.17	2.7	0	16.08	0				

Tabla 32 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro

Tramo: 48 Río Guayalejo 1													Área tramo (ha): 35,644.75697		Futuro Medio 2045-2069	
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA					
	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)				
Ene	22.36	0.13	24.55	0.24	15.36	0	19	0.02	22.03	0.12	22.36	0.13				
Feb	12.04	0	4.46	0	16.22	0	10.89	0	1.1	0	12.04	0				
Mar	16.69	0	14.33	0	12.49	0	10.13	0	0	0	16.69	0				
Abr	31.89	0.84	32.03	0.85	43.31	2.31	20.91	0.07	23.92	0.21	31.89	0.84				
May	77.57	9.18	73.7	8.27	77.82	9.24	69.63	7.35	69.68	7.36	77.57	9.18				
Jun	112.81	18.37	118.77	20.05	93.79	13.23	112.42	18.27	106.5	16.61	112.81	18.37				
Jul	103.67	15.85	96.94	14.05	102.13	15.44	88.02	11.74	86.89	11.46	103.67	15.85				
Ago	88.3	11.82	79.12	9.55	70.43	7.52	85.19	11.03	68.16	7.02	88.3	11.82				
Sep	135.49	24.91	142.62	27.04	139.45	26.09	141.3	26.64	134	24.47	135.49	24.91				
Oct	57.99	4.89	54.45	4.21	45.06	2.58	60.14	5.32	69.18	7.24	57.99	4.89				
Nov	16.58	0	10.28	0	28.51	0.53	25.92	0.33	20.53	0.06	16.58	0				
Dic	19.1	0.03	9.15	0	22.3	0.13	22.11	0.12	5.31	0	19.1	0.03				

Nota: Los valores en rojo indican una reducción en el escurrimiento con respecto al del escenario base.

Tabla 33 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045-2069 en el tramo 49 Río Guayalejo 2 de la CRGT.

Tramo: 49 Río Guayalejo 2		Área tramo (ha): 114,520.3469						Futuro Medio 2045-2069				
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)
Ene	22.42	0.26	25.97	0.78	13.01	0	17.77	0	22.56	0.27	22.42	0.26
Feb	13.21	0	8.26	0	14.33	0	12.75	0	2	0	13.21	0
Mar	19	0.02	18.04	0	13.2	0	11.21	0	0	0	19	0.02
Abr	33.57	2.71	34.68	3.07	41.63	5.75	25.49	0.7	22.88	0.31	33.57	2.71
May	84.18	32.44	79.2	28.67	83.46	31.88	76.72	26.84	75.44	25.92	84.18	32.44
Jun	131.45	72.93	131.86	73.32	117.11	59.93	129.4	71.05	127.1	68.91	131.45	72.93
Jul	144.48	85.15	137.9	78.94	144.66	85.32	127.78	69.56	126.8	68.69	144.48	85.15
Ago	103.22	47.86	99.62	44.84	76.49	26.68	96.74	42.45	81.94	30.73	103.22	47.86
Sep	149.83	90.26	159.43	99.54	152.9	93.21	152.46	92.79	149.4	89.85	149.83	90.26
Oct	61.56	16.49	62.07	16.82	41.67	5.77	64.81	18.58	73.58	24.58	61.56	16.49
Nov	16.65	0	13.63	0	26.9	0.96	25.46	0.69	17.37	0	16.65	0
Dic	19.1	0.02	11.52	0	20.75	0.11	23.06	0.33	5.54	0	19.1	0.02

Tabla 34 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro

Tramo: 50 Río Sabinas		Área tramo (ha): 60,996.28355						Futuro Medio 2045-2069				
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)
Ene	22.13	0.36	26.73	0.94	15.24	0	18.75	0.1	22.1	0.36	22.13	0.36
Feb	18.27	0.08	16.94	0.03	22.78	0.43	16.94	0.03	7.65	0	18.27	0.08
Mar	24.57	0.64	16.09	0.01	20.82	0.24	18.17	0.07	2.78	0	24.57	0.64
Abr	38.59	3.39	34.52	2.42	50.31	6.82	27.66	1.09	30.43	1.57	38.59	3.39
May	92.35	23.8	94.8	24.94	93.12	24.16	84.66	20.32	84.57	20.28	92.35	23.8
Jun	176.7	67.16	183	70.62	158.01	56.99	176.51	67.03	170.31	63.65	176.74	67.16
Jul	177.2	67.42	175.3	66.35	176.32	66.93	161.35	58.79	160.39	58.27	177.22	67.42
Ago	130	42.27	135.8	45.26	112.34	33.35	126.43	40.43	109.84	32.13	130.02	42.27
Sep	170.1	63.5	159.3	57.71	174.39	65.87	175.74	66.61	168.19	62.5	170.05	63.5
Oct	82.57	19.4	82.57	19.4	69.49	13.87	84.55	20.27	93.64	24.4	82.57	19.4
Nov	23.25	0.48	23.74	0.54	35.55	2.65	32.58	2	27.18	1.01	23.25	0.48
Dic	20.8	0.24	14.91	0	24.12	0.58	23.93	0.56	7.14	0	20.8	0.24

Nota: Los valores en rojo indican una reducción en el escurrimiento con respecto al del escenario base.

Tabla 35 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045-2069 en el tramo 51 Río Comandante 1 de la CRGT.

Tramo: 51 Río Comandante 1				Área tramo (ha): 250,540.1892				Futuro Medio 2045-2069				
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)
Ene	21.8	0.71	23.77	1.34	15.39	0	18.39	0.08	23.39	1.21	21.8	0.71
Feb	15.51	0	8.39	0	21.44	0.61	13.02	0	6.79	0	15.51	0
Mar	23.72	1.32	21.87	0.73	22.28	0.84	18.12	0.05	2.14	0	23.72	1.32
Abr	32.67	6.33	32.44	6.17	45.63	18.48	22.18	0.82	23.67	1.31	32.67	6.33
May	86.94	80.01	83.24	73.56	90.21	85.82	80.72	69.25	79.84	67.76	86.94	80.01
Jun	201.3	317.81	207.2	331.18	184.84	280.79	202.03	319.38	194.28	301.91	201.34	317.8
Jul	205.5	327.33	198.6	311.62	208.47	333.99	188.33	288.56	188.45	288.83	205.54	327.3
Ago	169.7	247.28	159.7	225.65	153.57	212.37	163.08	232.88	149.4	203.46	169.67	247.3
Sep	208.1	333.22	215.3	349.43	214.53	347.79	212.96	344.2	204.13	324.13	208.13	333.2
Oct	80	68.03	77.16	63.27	66.31	46.03	80.86	69.49	90.1	85.63	80	68.03
Nov	25.92	2.25	20.63	0.42	40.31	12.9	35.06	8.18	30.02	4.51	25.92	2.25
Dic	23.23	1.15	14.08	0	27.2	2.88	27.02	2.79	10.49	0	23.23	1.15

Tabla 36 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro

Tramo: 52 Río Comandante 2				Área tramo (ha): 24,470.87475				Futuro Medio 2045-2069				
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)
Ene	18.85	0.07	21.01	0.14	12.66	0	15.37	0	20.82	0.14	18.85	0.07
Feb	18.82	0.07	11.99	0	25.43	0.37	16.33	0.01	10.24	0	18.82	0.07
Mar	28.43	0.58	26.81	0.46	27.55	0.51	22.99	0.23	6.76	0	28.43	0.58
Abr	40.22	1.7	40.12	1.69	53.94	3.48	29.64	0.67	30.87	0.77	40.22	1.7
May	103.7	12.19	100.1	11.49	107.85	13.01	97.61	11.01	96.63	10.82	103.72	12.19
Jun	270.5	49.07	275.9	50.33	253.65	45.16	271.26	49.25	263.58	47.46	270.48	49.07
Jul	230.1	39.71	223.2	38.13	233.26	40.45	212.73	35.75	212.83	35.77	230.06	39.71
Ago	199.3	32.71	189.7	30.55	182.85	29.01	192.62	31.2	178.85	28.12	199.3	32.71
Sep	226.2	38.83	233.7	40.54	233.02	40.39	231.12	39.96	222.13	37.9	226.23	38.83
Oct	105.1	12.47	102.6	11.98	91.08	9.76	105.92	12.63	115.38	14.53	105.12	12.47
Nov	32.97	0.95	28.07	0.55	47.68	2.62	42.18	1.93	36.77	1.33	32.97	0.95
Dic	21.81	0.18	12.93	0	25.89	0.4	25.69	0.39	8.99	0	21.81	0.18

Nota: Los valores en rojo indican una reducción en el escurrimiento con respecto al del escenario base.

Tabla 37 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045-2069 en el tramo 53 Río Mante de la CRGT.

Tramo: 53 Río Mante			Área tramo (ha): 6,920.933858						Futuro Medio 2045-2069			
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)
Ene	23.94	0.19	26.28	0.25	17.42	0.06	20.33	0.11	26	0.25	23.94	0.19
Feb	13.91	0.01	7.37	0	19.97	0.1	11.51	0	5.31	0	13.91	0.01
Mar	20.26	0.11	18.74	0.08	19.05	0.08	14.66	0.02	0	0	20.26	0.11
Abr	30.74	0.39	30.73	0.39	43.91	0.9	20.35	0.11	20.95	0.12	30.74	0.39
May	102.3	4.04	98.43	3.81	106.08	4.27	96.18	3.68	95.04	3.61	102.25	4.04
Jun	198.2	10.16	203	10.47	182.01	9.09	198.84	10.2	191.48	9.71	198.21	10.16
Jul	227.3	12.08	220.4	11.63	230.93	12.33	209.95	10.93	209.98	10.93	227.31	12.08
Ago	172	8.44	163	7.86	154.23	7.29	165.11	7.99	151.39	7.11	172.04	8.44
Sep	210.3	10.95	218	11.46	216.97	11.4	214.9	11.26	206.2	10.68	210.26	10.95
Oct	87.37	3.16	85.36	3.05	72.33	2.32	88.29	3.22	97.71	3.77	87.37	3.16
Nov	25.59	0.23	21.03	0.12	40.22	0.74	34.76	0.53	29.01	0.33	25.59	0.23
Dic	21.77	0.14	13.13	0.01	25.56	0.23	25.79	0.24	9.03	0	21.77	0.14

Tabla 38 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro

Tramo: 54 Río Guayalejo 3			Área tramo (ha): 235,174.7517						Futuro Medio 2045-2069			
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)
Ene	17.08	0.25	20.49	1.18	8.45	0	12.67	0	19.04	0.71	17.08	0.25
Feb	13.14	0	8.24	0	15.64	0.06	11.58	0	3.87	0	13.14	0
Mar	20.27	1.1	19.27	0.77	16.51	0.16	13.44	0	0	0	20.27	1.1
Abr	34.46	10.5	35.07	11.07	44.08	20.69	25.4	3.54	22.49	2.01	34.46	10.5
May	83.75	80.7	78.65	71.89	85.18	83.21	77.48	69.91	75.66	66.85	83.75	80.7
Jun	179	270.4	180	272.5	166	242.8	178.4	269.2	173.54	258.8	178.98	270.4
Jul	172.6	256.78	165.9	242.5	177.3	266.85	155.3	220.3	154.77	219.3	172.58	256.8
Ago	133.3	175.07	127.9	164.2	107.4	124.13	125.4	159.3	111.58	132.1	133.27	175.1
Sep	160.8	231.88	170.1	251.4	166.4	243.58	163.9	238.4	157.7	225.4	160.8	231.9
Oct	74.25	64.49	74.85	65.49	53.69	33.03	76.22	67.78	85.22	83.28	74.25	64.49
Nov	21.03	1.39	18.26	0.5	34.28	10.34	29.94	6.65	22.12	1.84	21.03	1.39
Dic	18.08	0.46	10.72	0	20.09	1.04	22.7	2.1	5.49	0	18.08	0.46

Nota: Los valores en rojo indican una reducción en el escurrimiento con respecto al del escenario base.

Tabla 39 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045-2069 en el tramo 55 Arroyo El Cojo de la CRGT.

Tramo: 55 Arroyo El Cojo		Área tramo (ha): 40,138.65596						Futuro Medio 2045-2069					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA		
	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	
Ene	21.84	0.19	25.86	0.48	10.09	0	16.05	0	24.39	0.36	21.84	0.19	
Feb	13.16	0	10.9	0	10.87	0	12.63	0	3.94	0	13.16	0	
Mar	16.41	0	16.18	0	9.65	0	7.91	0	0	0	16.41	0	
Abr	25.68	0.47	27.89	0.68	30.39	0.95	19.21	0.07	16.01	0	25.68	0.47	
May	73.13	9.82	67.56	8.36	72.01	9.52	67.04	8.22	64.61	7.61	73.13	9.82	
Jun	158.8	37.26	156.8	36.54	151.4	34.65	156.5	36.42	155.92	36.24	158.82	37.26	
Jul	163.4	38.87	156.7	36.52	170.6	41.41	145.6	32.63	143.71	32	163.39	38.87	
Ago	132	28.02	133	28.35	94.16	15.85	121.5	24.49	108.2	20.21	132.04	28.02	
Sep	182.5	45.7	193.5	49.7	186.8	47.25	182.7	45.75	181.33	45.27	182.51	45.7	
Oct	77.65	11.06	81.12	12.03	48.26	3.88	81.04	12.01	95.4	16.23	77.65	11.06	
Nov	21.13	0.15	20.99	0.14	32.57	1.22	29.52	0.85	22.69	0.24	21.13	0.15	
Dic	27.45	0.63	20.87	0.14	27.02	0.59	33.19	1.31	17.04	0.01	27.45	0.63	

Tabla 40 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro

Tramo: 56 Río Tantoán		Área tramo (ha): 61,738.64358						Futuro Medio 2045-2069					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA		
	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	
Ene	23.37	0.67	26.54	1.16	14.35	0	18.93	0.19	26.73	1.19	23.37	0.67	
Feb	15.19	0.01	10.73	0	16.46	0.05	12.16	0	9.3	0	15.19	0.01	
Mar	18.56	0.17	16.86	0.07	16	0.03	12.75	0	0	0	18.56	0.17	
Abr	27.54	1.33	26.96	1.23	36.1	3.24	17.57	0.1	12.91	0	27.54	1.33	
May	80.19	19.77	72.48	16.35	81.83	20.51	75.91	17.85	72.91	16.53	80.19	19.77	
Jun	162.7	62.28	163.8	62.89	154.7	57.83	164.1	63.01	155.47	58.27	162.74	62.28	
Jul	202.1	84.47	194.8	80.27	212.9	90.66	183.8	74.04	183.86	74.09	202.13	84.47	
Ago	150	55.28	143.4	51.71	123.8	41.25	139.1	49.39	127.61	43.26	150.01	55.28	
Sep	181.7	72.89	189.7	77.41	190.3	77.72	184.8	74.63	174.04	68.57	181.74	72.89	
Oct	75	17.44	76.9	18.29	52.61	8.41	75.33	17.59	83.19	21.14	75	17.44	
Nov	23.19	0.64	21.11	0.39	39.6	4.19	32.12	2.27	24.88	0.89	23.19	0.64	
Dic	29.81	1.77	22.83	0.6	31.97	2.24	35.91	3.19	20.88	0.37	29.81	1.77	

Nota: Los valores en rojo indican una reducción en el escurrimiento con respecto al del escenario base.

Tabla 41 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045-2069 en el tramo 57 Río Guayalejo 4 de la CRGT.

Tramo: 57 Río Guayalejo 4													Área tramo (ha): 309,914.2826		Futuro Medio 2045-2069	
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA					
	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)				
Ene	18.67	0.24	22.22	1.32	8.98	0	13.88	0	21.58	1.06	18.67	0.24				
Feb	11.38	0	7.47	0	11.96	0	9.43	0	3.64	0	11.38	0				
Mar	17.52	0.07	16.46	0	13.46	0	10.68	0	0	0	17.52	0.07				
Abr	26.22	3.46	26.74	3.81	34.03	10.04	17.3	0.05	13.39	0	26.22	3.46				
May	74.54	75.93	68.15	63.13	75.42	77.76	69.23	65.25	66.67	60.26	74.54	75.93				
Jun	162.8	292.97	162.7	292.9	153.6	268.35	162.6	292.6	157.23	278.1	162.75	293				
Jul	167.9	306.83	160.9	288.1	176.5	330.45	150	258.7	149.31	256.9	167.85	306.8				
Ago	138.4	228.06	134.1	217	108.4	152.55	128.5	202.5	115.66	170.3	138.36	228.1				
Sep	163.3	294.5	172.6	319.8	170	312.61	165.7	301	158.58	281.7	163.31	294.5				
Oct	71.17	69.11	73.32	73.45	46.88	26.26	72.77	72.32	82.8	93.41	71.17	69.11				
Nov	19.96	0.53	18.31	0.17	34.41	10.43	28.75	5.27	21.23	0.93	19.96	0.53				
Dic	24.82	2.61	17.95	0.12	26.09	3.37	30.49	6.7	14.29	0	24.82	2.61				

Tabla 42 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro

Tramo: 58 Río Tamesí													Área tramo (ha): 198,278.6966		Futuro Medio 2045-2069	
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA					
	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)				
Ene	24.91	0	27.79	0	12.5	0	19.54	0	28.53	0	24.91	0				
Feb	16.06	0	13.56	0	11.88	0	13.94	0	10.19	0	16.06	0				
Mar	13.95	0	12.34	0	7.78	0	6.49	0	0	0	13.95	0				
Abr	19.24	0	20.06	0	22.9	0	9.56	0	7.91	0	19.24	0				
May	51.32	2.86	43.74	0.88	49.77	2.37	47	1.6	43.92	0.91	51.32	2.86				
Jun	147.2	87.56	146.9	87.27	144.2	83.83	147.7	88.26	142.37	81.62	147.16	87.56				
Jul	137.4	75.61	130.9	67.93	151.9	93.5	119.8	55.37	117.2	52.61	137.42	75.61				
Ago	139.7	78.37	137.3	75.51	99.94	35.27	128.2	64.77	114.84	50.1	139.71	78.37				
Sep	204	165.53	212.6	178.4	211.3	176.41	206	168.6	197.63	156.3	203.96	165.5				
Oct	80.62	19	85.15	22.47	48.49	2	81.98	20.02	97.66	33.16	80.62	19				
Nov	31.85	0	31.42	0	48.2	1.92	40.6	0.38	35.08	0	31.85	0				
Dic	30.38	0	23.12	0	29.5	0	37.91	0.11	22.95	0	30.38	0				

Nota: Los valores en rojo indican una reducción en el escurrimiento con respecto al del escenario base.

3.4.3 Escenario de cambio climático RCP4.5. Futuro lejano 2075-2099

Tabla 43 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075-2099 en el tramo 47 Río Jaumave – Chihue de la CRGT.

Tramo: 47 Río Jaumave-Chihue													Área tramo (ha): 336,359.3439		Futuro Lejano 2075-2099	
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA					
	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)				
Ene	23.25	1.37	25.86	2.71	19.32	0.18	29.24	5.04	0	0	14.07	0				
Feb	13.42	0	0	0	24.89	2.17	5.14	0	8.79	0	4.82	0				
Mar	19.37	0.19	10.22	0	18.38	0.06	3.31	0	0	0	8.64	0				
Abr	30.29	5.89	8.45	0	48.92	28.93	18.04	0.03	9.57	0	22.39	1.02				
May	73.17	74.52	83.6	97.66	93.54	121.14	69.46	66.74	56.81	42.23	64.64	57				
Jun	110.4	163.61	119.3	186.8	94.55	123.59	108.1	157.6	103.01	144.6	105.23	150.2				
Jul	87.21	106.04	67.38	62.47	126.7	206.74	75.25	78.99	64.54	56.79	72.58	73.27				
Ago	87.97	107.82	78.69	86.56	67.96	63.65	78.5	86.13	69.84	67.52	73.2	74.6				
Sep	138.8	240.11	132.8	223.4	127.4	208.63	150	271.7	120.52	190.2	136.89	234.8				
Oct	58.69	45.66	55.64	40.16	74.29	76.94	54.67	38.47	51.21	32.61	54.82	38.73				
Nov	16.81	0	19.91	0.29	27.87	4.02	21.47	0.7	4.22	0	8.63	0				
Dic	16.08	0	2.3	0	7.81	0	25.17	2.32	2.66	0	9.67	0				

Tabla 44 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro

Tramo: 48 Río Guayalejo 1													Área tramo (ha): 35,644.75697		Futuro Lejano 2075-2099	
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA					
	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)	PCP (mm)	Escur. (Mm³)				
Ene	22.36	0.13	28.21	0.5	19.97	0.05	29.04	0.57	0	0	13.17	0				
Feb	12.04	0	0	0	27.24	0.43	4.09	0	9.3	0	3.22	0				
Mar	16.69	0	13.08	0	19.05	0.02	0.52	0	0	0	5.89	0				
Abr	31.89	0.84	15.74	0	53.04	3.95	18.78	0.02	8.46	0	21.8	0.11				
May	77.57	9.18	86.03	11.24	101.7	15.32	73.91	8.32	61.26	5.55	68.77	7.15				
Jun	112.8	18.37	122.2	21.03	95.61	13.7	109.5	17.44	106.02	16.49	106.48	16.62				
Jul	103.7	15.85	88.16	11.78	148	28.67	92.51	12.89	78.33	9.36	89.04	12				
Ago	88.3	11.82	81.7	10.17	63.45	6.01	80.17	9.8	69.22	7.25	73.06	8.12				
Sep	135.5	24.91	127.6	22.58	123.4	21.37	148.1	28.68	116.58	19.43	131.57	23.76				
Oct	57.99	4.89	55.67	4.44	74.01	8.34	54.8	4.28	52.49	3.85	53.69	4.07				
Nov	16.58	0	20.71	0.07	27.16	0.42	21.76	0.11	1.35	0	7.93	0				
Dic	19.1	0.03	7.47	0	9.28	0	27.59	0.45	6.51	0	12.23	0				

Nota: Los valores en rojo indican una reducción en el escurrimiento con respecto al del escenario base.

Tabla 45 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075-2099 en el tramo 49 Río Guayalejo 2 de la CRGT.

Tramo: 49 Río Guayalejo 2													Área tramo (ha): 114,520.3469		Futuro Lejano 2075-2099	
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA					
	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)				
Ene	22.42	0.26	31.89	2.2	14.41	0	27.67	1.12	0	0	14.41	0				
Feb	13.21	0	0	0	22.9	0.31	5.13	0	12.47	0	3.47	0				
Mar	19	0.02	19.56	0.04	18.65	0.01	3.04	0	0	0	8.84	0				
Abr	33.57	2.71	23.02	0.33	49.79	9.67	22.67	0.29	7.32	0	26.42	0.87				
May	84.18	32.44	91.94	38.55	103.8	48.35	78.91	28.46	67.51	20.37	75.39	25.88				
Jun	131.5	72.93	143.5	84.22	120.6	63.02	126.7	68.56	125.54	67.52	123.21	65.4				
Jul	144.5	85.15	133.1	74.46	191.4	131.36	132.6	74	116.39	59.29	128.21	69.96				
Ago	103.2	47.86	99.48	44.72	64.16	18.16	92.46	38.96	82.41	31.08	86.64	34.35				
Sep	149.8	90.26	139.3	80.21	130.2	71.8	160.2	100.3	132.77	74.16	144.94	85.59				
Oct	61.56	16.49	59.41	15.16	71.68	23.24	59.62	15.28	58.38	14.53	56.95	13.67				
Nov	16.65	0	21.26	0.15	25.52	0.7	23.25	0.36	0	0	8.77	0				
Dic	19.1	0.02	9.83	0	11.01	0	27.91	1.18	7.75	0	12.48	0				

Tabla 46 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro

Tramo: 50 Río Sabinas													Área tramo (ha): 60,996.28355		Futuro Lejano 2075-2099	
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA					
	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)				
Ene	22.13	0.36	28.16	1.17	19.9	0.17	28.62	1.25	0	0	13.01	0				
Feb	18.27	0.08	2.05	0	34.01	2.3	10.39	0	15.69	0	9.47	0				
Mar	24.57	0.64	21.23	0.28	27.62	1.08	8.67	0	0	0	13.69	0				
Abr	38.59	3.39	22.61	0.41	59.81	10.13	25.76	0.8	15.01	0	28.85	1.29				
May	92.35	23.8	100.6	27.68	117.2	35.76	89	22.27	76.05	16.58	83.61	19.86				
Jun	176.7	67.16	186	72.25	159.3	57.7	173.7	65.52	170.01	63.48	170.06	63.51				
Jul	177.2	67.42	161.7	58.98	222.7	92.8	165.9	61.26	151.77	53.66	162.69	59.52				
Ago	130	42.27	123.5	38.92	105.1	29.83	121.5	37.94	110.91	32.65	115.27	34.81				
Sep	170.1	63.5	162.2	59.24	157.9	56.95	182.5	70.33	150.77	53.13	166.58	61.62				
Oct	82.57	19.4	80.52	18.5	98.8	26.81	79.5	18.06	77.25	17.09	78.4	17.58				
Nov	23.25	0.48	27.42	1.05	33.91	2.28	28.47	1.22	8.2	0	14.84	0				
Dic	20.8	0.24	9.23	0	10.79	0	29.21	1.35	8.51	0	13.8	0				

Nota: Los valores en rojo indican una reducción en el escurrimiento con respecto al del escenario base.

Tabla 47 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075-2099 en I tramo 51 Río Comandante 1 de la CRGT.

Tramo: 51 Río Comandante 1		Área tramo (ha): 250,540.1892						Futuro Lejano 2075-2099				
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)
Ene	21.8	0.71	28.63	3.67	20.04	0.3	27.15	2.85	0	0	13.15	0
Feb	15.51	0	0.38	0	33.5	6.95	8.01	0	13.67	0	6.81	0
Mar	23.72	1.32	21.49	0.63	30.21	4.64	9.36	0	0	0	12.47	0
Abr	32.67	6.33	17.21	0.01	53.55	28.05	21.63	0.66	8.53	0	24.39	1.58
May	86.94	80.01	94.29	93.22	114.9	132.55	85.48	77.45	70.72	52.85	78.54	65.57
Jun	201.3	317.81	209.7	336.8	183.2	277.17	200.6	316.2	194.92	303.3	193.4	299.9
Jul	205.5	327.33	189.5	291.2	256.5	444.83	193.2	299.5	179.69	269.3	190.98	294.5
Ago	169.7	247.28	163.1	233	145.3	194.7	158.8	223.6	150.6	206	157.32	220.4
Sep	208.1	333.22	201	317.1	196.1	305.98	219.8	359.8	186.59	284.7	206.83	330.3
Oct	80	68.03	79.59	67.33	97.29	98.74	77.58	63.97	75.46	60.47	76.45	62.11
Nov	25.92	2.25	30.18	4.61	37.32	10.11	31.29	5.35	12.44	0	18.67	0.1
Dic	23.23	1.15	11.78	0	12.63	0	31.12	5.23	12.77	0	15.5	0

Tabla 48 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro

Tramo: 52 Río Comandante 2		Área tramo (ha): 24,470.87475						Futuro Lejano 2075-2099				
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)
Ene	18.85	0.07	26.06	0.41	17.7	0.04	24.11	0.29	0	0	10.19	0
Feb	18.82	0.07	4.23	0	38.03	1.46	11.39	0	17.27	0.03	10.13	0
Mar	28.43	0.58	26.77	0.46	35.88	1.23	14.17	0	0	0	16.97	0.02
Abr	40.22	1.7	25.37	0.37	61.91	4.68	29.21	0.64	15.65	0.01	32.73	0.93
May	103.7	12.19	110.9	13.62	133.2	18.21	102.4	11.94	87.48	9.09	95.39	10.58
Jun	270.5	49.07	279	51.05	251.7	44.7	269.7	48.89	264.16	47.6	261.55	46.99
Jul	230.1	39.71	214.5	36.15	282.5	51.88	217.8	36.9	203.83	33.73	216.14	36.53
Ago	199.3	32.71	193.1	31.3	174	27.05	188.4	30.26	180.03	28.38	187.74	30.1
Sep	226.2	38.83	218.9	37.15	214.1	36.06	237.9	41.53	204.56	33.89	225.67	38.71
Oct	105.1	12.47	104.8	12.41	122.7	16.02	102.8	12.01	100.9	11.64	101.74	11.81
Nov	32.97	0.95	37.32	1.38	44.13	2.16	38.43	1.5	19.05	0.07	26.04	0.41
Dic	21.81	0.18	10.61	0	10.56	0	29.65	0.67	11.44	0	13.96	0

Nota: Los valores en rojo indican una reducción en el escurrimiento con respecto al del escenario base.

Tabla 49 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075-2099 en el tramo 53 Río Mante de la CRGT.

Tramo: 53 Río Mante		Área tramo (ha): 6,920.933858						Futuro Lejano 2075-2099					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA		
	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	
Ene	23.94	0.19	31.57	0.42	22.07	0.15	29.09	0.34	0	0	15.47	0.03	
Feb	13.91	0.01	0	0	32.18	0.44	6.41	0	12.63	0.01	5.12	0	
Mar	20.26	0.11	19.01	0.08	27.2	0.28	5.93	0	0	0	9	0	
Abr	30.74	0.39	16.39	0.04	51.73	1.26	19.78	0.1	5.71	0	23.08	0.17	
May	102.3	4.04	109.4	4.47	130.9	5.81	100.7	3.95	85.87	3.08	94.03	3.55	
Jun	198.2	10.16	207	10.73	180.4	8.99	197.3	10.1	191.98	9.75	189.21	9.56	
Jul	227.3	12.08	212.3	11.09	280.2	15.63	215	11.27	200.75	10.32	213.27	11.15	
Ago	172	8.44	166.2	8.06	144.5	6.67	161	7.73	152.48	7.18	159.67	7.64	
Sep	210.3	10.95	202.5	10.44	197.2	10.09	221.8	11.72	188.75	9.53	209.11	10.88	
Oct	87.37	3.16	87.12	3.15	104.1	4.16	85.2	3.04	83.37	2.93	83.88	2.96	
Nov	25.59	0.23	30	0.37	36.59	0.6	31.21	0.41	11.16	0	18.64	0.08	
Dic	21.77	0.14	10.84	0	10.76	0	29.68	0.36	11.62	0	13.93	0.01	

Tabla 50 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro

Tramo: 54 Río Guayalejo 3		Área tramo (ha): 235,174.7517						Futuro Lejano 2075-2099					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA		
	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	
Ene	17.08	0.25	26.99	4.54	10.66	0	21.75	1.68	0	0	9.52	0	
Feb	13.14	0	0.6	0	25.31	3.49	5.19	0	13.18	0	3.68	0	
Mar	20.27	1.1	21.14	1.43	23.27	2.38	5.2	0	0	0	10.08	0	
Abr	34.46	10.5	23.15	2.32	51.34	29.85	23.68	2.59	7.05	0	26.07	3.95	
May	83.75	80.7	90.9	93.4	106.9	123.06	80.28	74.67	66.59	52.12	75.93	67.29	
Jun	179	270.4	189.6	293.2	167.1	245.06	176.5	265.2	173.24	258.2	169.92	251.1	
Jul	172.6	256.78	160.8	231.9	225.9	372.39	160.4	231.1	144.23	197.4	157.51	225	
Ago	133.3	175.07	129.3	167.1	93.16	97.51	121.5	151.6	112.12	133.2	116.15	141	
Sep	160.8	231.88	150.7	210.8	142	192.92	171.6	254.6	140.94	190.7	156.06	222	
Oct	74.25	64.49	73.73	63.64	86	84.65	72.92	62.3	71.28	59.62	70	57.54	
Nov	21.03	1.39	25.72	3.74	30.88	7.4	27.55	4.92	3.19	0	13.72	0	
Dic	18.08	0.46	8.72	0	8.78	0	26.52	4.23	8.64	0	10.55	0	

Nota: Los valores en rojo indican una reducción en el escurrimiento con respecto al del escenario base.

Tabla 51 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075-2099 en el tramo 55 Arroyo El Cojo de la CRGT.

Tramo: 55 Arroyo El Cojo		Área tramo (ha): 40,138.65596						Futuro Lejano 2075-2099					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA		
	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	
Ene	21.84	0.19	34.03	1.42	8.44	0	25.28	0.43	0	0	15.69	0	
Feb	13.16	0	3.05	0	17.01	0.01	4.71	0	14.82	0	3.18	0	
Mar	16.41	0	19.73	0.08	14.67	0	0.83	0	0	0	8.02	0	
Abr	25.68	0.47	19.19	0.06	36.23	1.74	16.17	0	1.21	0	19.21	0.07	
May	73.13	9.82	80.74	11.92	89.03	14.32	67.21	8.27	58.45	6.11	65.42	7.81	
Jun	158.8	37.26	173.7	42.53	155.6	36.12	154.5	35.73	153.12	35.26	148.82	33.76	
Jul	163.4	38.87	155.8	36.18	219.2	59.12	151	34.5	132.19	28.07	148.21	33.55	
Ago	132	28.02	133.4	28.46	72.68	9.7	118.2	23.44	108.47	20.29	115.89	22.68	
Sep	182.5	45.7	169.7	41.12	154.7	35.81	191.5	48.95	167.5	40.33	175.34	43.12	
Oct	77.65	11.06	76.8	10.82	81.85	12.24	77.83	11.11	83.21	12.62	72.84	9.75	
Nov	21.13	0.15	26.13	0.51	29.12	0.81	29.2	0.82	5.66	0	15.05	0	
Dic	27.45	0.63	19.07	0.06	20.52	0.12	36.51	1.78	19.91	0.09	19.09	0.06	

Tabla 52 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075-2099 en el tramo 56 Río Tantoán de la CRGT.

Tramo: 56 Río Tantoán		Área tramo (ha): 61,738.64358						Futuro Lejano 2075-2099					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA		
	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	
Ene	23.37	0.67	35.46	3.07	15.27	0.01	26.75	1.19	0	0	18.11	0.13	
Feb	15.19	0.01	2.96	0	25.68	1.01	7.21	0	16.98	0.07	5.74	0	
Mar	18.56	0.17	19.71	0.26	23.32	0.66	4.68	0	0	0	9.51	0	
Abr	27.54	1.33	14.96	0.01	40.58	4.47	17.14	0.08	0	0	18.14	0.14	
May	80.19	19.77	87	22.9	102.3	30.29	78.79	19.13	61.74	11.88	70.17	15.35	
Jun	162.7	62.28	172	67.4	154	57.45	163.5	62.68	157.01	59.12	155.85	58.48	
Jul	202.1	84.47	190.3	77.75	260.8	118.5	189.5	77.27	173.17	68.08	184.91	74.68	
Ago	150	55.28	146.2	53.2	104.7	31.5	136.1	47.78	127.62	43.26	136.32	47.88	
Sep	181.7	72.89	172.1	67.47	162.9	62.39	192.7	79.08	158.37	59.87	171.35	67.07	
Oct	75	17.44	77.61	18.6	86.94	22.87	75.22	17.54	72.66	16.42	72.19	16.22	
Nov	23.19	0.64	27.82	1.38	35.16	3	30.09	1.83	8.8	0	16.5	0.05	
Dic	29.81	1.77	20.48	0.33	22	0.49	37.87	3.71	26.07	1.08	20.59	0.34	

Nota: Los valores en rojo indican una reducción en el escurrimiento con respecto al del escenario base.

Tabla 53 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075-2099 en el tramo 57 Río Guayalejo 4 de la CRGT.

Tramo: 57 Río Guayalejo 4													
Área tramo (ha): 309,914.2826													
Futuro Lejano 2075-2099													
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA		
	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	
Ene	18.67	0.24	30.29	6.53	9.63	0	22.45	1.41	0	0	12.43	0	
Feb	11.38	0	0	0	20.45	0.67	3.22	0	12.73	0	1.72	0	
Mar	17.52	0.07	19.35	0.38	20.04	0.56	2.76	0	0	0	8.26	0	
Abr	26.22	3.46	15.75	0	39.67	16.44	15.76	0	0	0	17.69	0.09	
May	74.54	75.93	81.59	90.79	95.38	121.61	71.29	69.34	57.37	43.17	66.27	59.49	
Jun	162.8	292.97	173.8	323.2	154.8	271.44	161.3	289	157.11	277.8	154.03	269.5	
Jul	167.9	306.83	157.4	278.5	225.1	466.96	155.5	273.4	138.31	227.9	152.22	264.6	
Ago	138.4	228.06	135.9	221.6	89.53	108.27	125.2	194.1	115.86	170.8	121.97	186	
Sep	163.3	294.5	152.4	265.3	141.7	236.91	173.8	323	143.05	240.4	155.77	274.2	
Oct	71.17	69.11	72.09	70.96	80.82	89.14	71.04	68.84	70.81	68.37	67.29	61.46	
Nov	19.96	0.53	24.74	2.56	30.22	6.47	27.08	4.04	3.85	0	13.37	0	
Dic	24.82	2.61	15.85	0	16.66	0.01	33.3	9.31	18.39	0.19	16.39	0	

Tabla 54 Resultados de la aplicación del Método del SCS para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075-2099 en el tramo 58 Río Tamesí de la CRGT.

Tramo: 58 Río Tamesí													
Área tramo (ha): 198,278.6966													
Futuro Lejano 2075-2099													
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA		
	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	PCP (mm)	Escur. (Mm ³)	
Ene	24.91	0	37.93	0.11	10.43	0	27.8	0	1.02	0	19.41	0	
Feb	16.06	0	5.3	0	17.51	0	6.93	0	18.84	0	5.61	0	
Mar	13.95	0	16	0	13.32	0	0	0	0	0	5.8	0	
Abr	19.24	0	9.74	0	26.18	0	7.3	0	0	0	11.2	0	
May	51.32	2.86	59.08	5.93	66.78	9.88	47.21	1.65	35.95	0.02	44.56	1.04	
Jun	147.2	87.56	160.1	104.2	147.3	87.76	146.6	86.83	141.5	80.56	138.39	76.78	
Jul	137.4	75.61	129.3	66.07	200.4	160.37	125.6	61.84	105.74	40.83	123.18	59.14	
Ago	139.7	78.37	140.6	79.48	71.13	12.49	125.5	61.77	114.45	49.7	123.03	58.98	
Sep	204	165.53	190.5	146	176	125.61	214.9	181.9	185.29	138.6	195.03	152.5	
Oct	80.62	19	84.19	21.72	85.71	22.92	82.7	20.56	88.06	24.82	76.87	16.3	
Nov	31.85	0	36.61	0.04	42.65	0.68	40	0.3	20.69	0	27.55	0	
Dic	30.38	0	21.01	0	24.31	0	39.4	0.24	28	0	20.94	0	

Nota: Los valores en rojo indican una reducción en el escurrimiento con respecto al del escenario base.

Los resultados de las tablas anteriores se pueden también resumir mostrando los rangos de variación del escurrimiento mensual que tienen los diferentes tramos de la CRGT para los escenarios de cambio climático, los horizontes de planeación y los diferentes modelos de circulación general y el ensamble REA, haciendo mención que para el ensamble únicamente se cuentan con anomalías del cercano y lejano horizonte de planeación. En las Tablas No. 55 a 57 se muestran los rangos de variación que tienen estos escurrimientos mensuales en cada tramo de la CRGT.

Tabla 55 Variación del escurrimiento mensual por tramo, Mm³. Escenario RCP4.5. Futuro cercano (2015-2039).

Tramo	Escenario Base	Modelo de circulación general:				Ensamble REA
		CNRM-CM5	HADGEM-ES	MPI-ESM-LR	GFDL-CM3	
47 Jauma.-Chi.	240.11	218.2	253.63	253.53	256.21	228.61
48 Guayalejo 1	24.91	21.93	26.18	26.3	26	23.39
49 Guayalejo 2	90.26	84.64	108.11	93.74	93.5	84.37
50 Río Sabinas	67.42	70.62	75.84	68.89	65.23	63.93
51 Comand. 1	333.22	327.73	374.21	341.73	333.41	328.42
52 Comand. 2	49.07	50.05	46.45	50.18	43.57	47.66
53 Río Mante	12.08	11.89	13.64	11.49	11.03	11.38
54 Guayalejo 3	270.4	279.79	13.64	279.13	232.54	256.72
55 A. El Cojo	45.7	42.12	54.42	46.71	46.85	43.98
56 Río Tantoán	84.47	82.78	106.85	79.86	74.76	76.69
57 Guayalejo 4	306.83	303.51	415.4	306.14	290.62	283.82
58 Río Tamesí	165.53	144.93	170.76	170.68	162.65	158.81

Tabla 56 Variación del escurrimiento mensual por tramo, Mm³. Escenario RCP4.5. Futuro medio (2045-2069).

Tramo	Escenario Base	Modelo de circulación general:				Ensamble REA
		CNRM-CM5	HADGEM-ES	MPI-ESM-LR	GFDL-CM3	
47 Jauma.-Chi.	240.11	251.85	245.96	252.94	236.83	
48 Guayalejo 1	24.91	27.04	26.09	26.64	24.47	
49 Guayalejo 2	90.26	99.54	93.21	92.79	89.85	
50 Río Sabinas	67.42	70.62	66.93	67.03	63.65	
51 Comand. 1	333.22	349.43	347.79	344.2	324.13	
52 Comand. 2	49.07	50.33	45.16	49.25	47.46	
53 Río Mante	12.08	11.63	12.33	11.26	10.93	
54 Guayalejo 3	270.4	272.52	12.33	269.19	258.82	
55 A. El Cojo	45.7	49.7	47.25	45.75	45.27	
56 Río Tantoán	84.47	80.27	90.66	74.63	74.09	
57 Guayalejo 4	306.83	319.81	330.45	300.98	281.71	
58 Río Tamesí	165.53	178.39	176.41	168.58	156.26	

Nota: El valor que se muestra en cada celda representa el escurrimiento máximo mensual que se presenta en cada tramo, siendo la variación desde cero hasta el valor máximo mostrado.

Tabla 57 Variación del escurrimiento mensual por tramo, Mm³. Escenario RCP4.5. Futuro lejano (2075-2099).

Tramo	Escenario Base	Modelo de circulación general:				Ensamble REA
		CNRM-CM5	HADGEM-ES	MPI-ESM-LR	GFDL-CM3	
47 Jauma.-Chi.	240.11	223.42	208.63	271.71	190.16	234.83
48 Guayalejo 1	24.91	22.58	28.67	28.68	19.43	23.76
49 Guayalejo 2	90.26	84.22	131.36	100.32	74.16	85.59
50 Río Sabinas	67.42	72.25	92.8	70.33	63.48	63.51
51 Comand. 1	333.22	336.8	444.83	359.76	303.34	330.25
52 Comand. 2	49.07	51.05	51.88	48.89	47.6	46.99
53 Río Mante	12.08	11.09	15.63	11.72	10.32	11.15
54 Guayalejo 3	270.4	293.24	15.63	265.17	258.16	251.13
55 A. El Cojo	45.7	42.53	59.12	48.95	40.33	43.12
56 Río Tantoán	84.47	77.75	118.5	79.08	68.08	74.68
57 Guayalejo 4	306.83	323.21	466.96	323.04	277.76	274.15
58 Río Tamesí	165.53	145.98	160.37	181.86	138.56	152.5

Nota: El valor que se muestra en cada celda representa el escurrimiento máximo mensual que se presenta en cada tramo, siendo la variación desde cero hasta el valor máximo mostrado.

Los resultados mostrados en las Tablas No. 55 a 57 confirman una vez más las diferencias que tienen cada uno de los tramos de la CRGT, desde el punto de vista hidrológico, en relación con la respuesta de cada tramo ante el proceso lluvia-escurrimiento. Sin embargo, todos los tramos muestran un patrón claro de comportamiento en relación a la época de estiaje y la época de avenidas. En todos los tramos estos rangos de variación mensual del escurrimiento se presentan en el período comprendido entre los meses de junio a octubre.

3.5 Balance hidráulico en los doce tramos de la CRGT.

El concepto de balance hidráulico en una cuenca se basa en el principio de conservación de la materia, es decir, es el estado que guardan todos los recursos hídricos almacenados, los que entran y los que salen de una cuenca, durante un cierto intervalo de tiempo, normalmente igual a un mes. Dicho en otras palabras, el balance hidráulico en una cuenca es el proceso de cálculo que se desarrolla para llevar la contabilidad del agua en una cuenca, considerando las entradas y salidas de agua en un cierto intervalo de tiempo. Entonces, dado que cualquier balance hidráulico se basa en el mismo principio de conservación de la materia, se puede decir entonces que existe una sola ecuación general que permite estimar este balance hidráulico, y que se pueden tener o aplicar diferentes criterios para calcular algunos de los componentes del balance hidráulico en una cuenca. La ecuación más general del balance hidráulico puede ser la que se muestra en Wikipedia (https://es.wikipedia.org/wiki/Balance_hídrico), para N entradas diferentes de agua y M salidas diferentes de agua para una cuenca, o tramo de una cuenca, que se vaya a estudiar:

$$Estado_{t+1} = Estado_t + \sum_{i=1}^N Entradas_i - \sum_{j=1}^M Salidas_j$$

Los diferentes parámetros que comprenden las entradas y salidas de agua pueden ser estimados con diferentes unidades, pero la aplicación de la ecuación anterior ha demostrado que es más conveniente manejar las variables que intervienen en esa expresión en unidades de volumen, normalmente millones de m^3 .

Las entradas de agua a una cuenca corresponden principalmente a la precipitación y a la importación de agua de otras cuencas vecinas. La precipitación normalmente se expresa en mm de lámina de lluvia y las importaciones de agua en m^3 o millones de m^3 ; sin embargo, como se mencionó anteriormente, para aplicar la ecuación general de balance hidráulico es más conveniente manejar todas las variables en unidades de volumen, normalmente millones de m^3 . Cuando se estudia un tramo de una cuenca, las entradas pueden ser, además de la precipitación e importaciones de agua de cuencas vecinas, los escurrimientos de aguas arriba y los flujos de retorno, principalmente de zonas de riego o plantas de tratamiento de aguas residuales.

Las salidas de agua de una cuenca, o tramo de una cuenca, corresponden a las extracciones de agua para su aprovechamiento, las exportaciones de agua a cuencas vecinas y los volúmenes de agua comprometidos aguas abajo de la cuenca, o tramo de la cuenca. Pero también se tienen otro tipo de parámetros que se definen como abstracciones hidrológicas, los cuales pasan a ser salidas de agua de la cuenca. Para el cálculo de estas abstracciones hidrológicas existen diferentes métodos que se pueden aplicar para el cálculo de estos parámetros, para después incorporarse a la ecuación general de balance hidráulico en una cuenca hidrológica. Estas abstracciones hidrológicas básicamente consideran los siguientes parámetros (Ponce, 1989):

Abstracciones hidrológicas:

- Intercepción por vegetación u otros tipos de cubierta vegetal (*ITC*)
- Infiltración (*INF*)
- Almacenamiento superficial o en depresiones (*ALS*)
- Evaporación en cuerpos de agua superficial (*EVP*)
- Evapotranspiración (*EVT*)

Así entonces, para una precipitación (*PCP*) dada, el escurrimiento superficial (Q_{sup}), expresado en lámina de lluvia o volumen de agua, será igual a:

$$Q_{sup} = PCP - ITC - INF - ALS - EVP - EVT$$

Como se mencionó anteriormente, existen diferentes métodos o procedimientos que se pueden aplicar para calcular las abstracciones hidrológicas, y dependiendo de las características fisiográficas y/o climáticas de la cuenca que se vaya a estudiar, algunos de estos parámetros pueden no ser relevantes para el cálculo del balance hidráulico. Por lo tanto, en algunos casos para llevar a cabo el balance hidráulico será necesario calcular primero las abstracciones hidrológicas que apliquen al área de estudio, después estimar el escurrimiento superficial (Q_{sup}) con base en la ecuación anterior, y finalmente aplicar la ecuación general de balance hidráulico.

Para el caso específico del balance hidráulico de aguas superficiales en la CRGT, los doce tramos de la cuenca pueden representarse mediante los esquemas mostrados en las Figuras No.17 y 18, pero también se pueden presentar tramos en otras cuencas representados por la Figura No.19. Es importante hacer notar que en el caso más general, las variables que se muestran en estas figuras, pueden ser consideradas en el proceso de cálculo siempre y cuando dichas variables se presenten en el tramo de la cuenca que se esté estudiando y que se cuente con información suficiente para estimar los valores que pueden tener dichas variables. Habrá casos en los cuales algunas de estas variables no participen en el proceso de cálculo, o bien otros casos en los que por falta de información no sea posible estimarlas. En el caso particular de la CRGT algunas de estas variables no participan en el proceso de cálculo, o bien simplemente no hay información que permita calcularlas. Las variables que se muestran en estas figuras se describen a continuación:

- PC1 y PC2: Puntos de control aguas abajo y aguas arriba que determinan un tramo del río
- VCAA: Volumen comprometido aguas abajo
- PCP: Precipitación
- INT-EVT: Intercepción-Evapotranspiración
- ECP: Escurrimiento por cuenca propia
- INF: Infiltración
- EXT: Volumen de extracción de agua del cauce principal
- CDA: Centro de demanda de agua
- FRE: Volumen de los flujos de retorno
- QECO: Volúmenes del caudal ecológico
- QESC: Volúmenes de escurrimiento en el cauce principal
- EEP: Volumen de escurrimiento específico a la presa
- DER: Volumen de derivación
- SUM: Volumen de suministro de agua a un centro de demanda de agua

Figura 17 Representación esquemática de un tramo de río simple en una cuenca hidrológica.

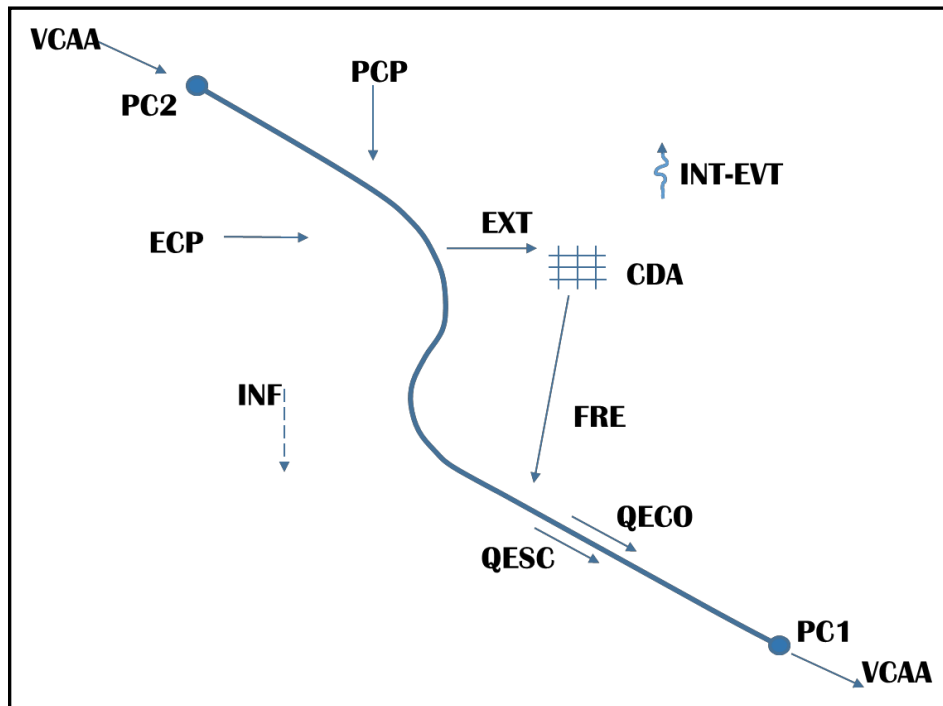


Figura 18 Representación esquemática de un tramo de río con una presa en una margen del río en una cuenca hidrológica.

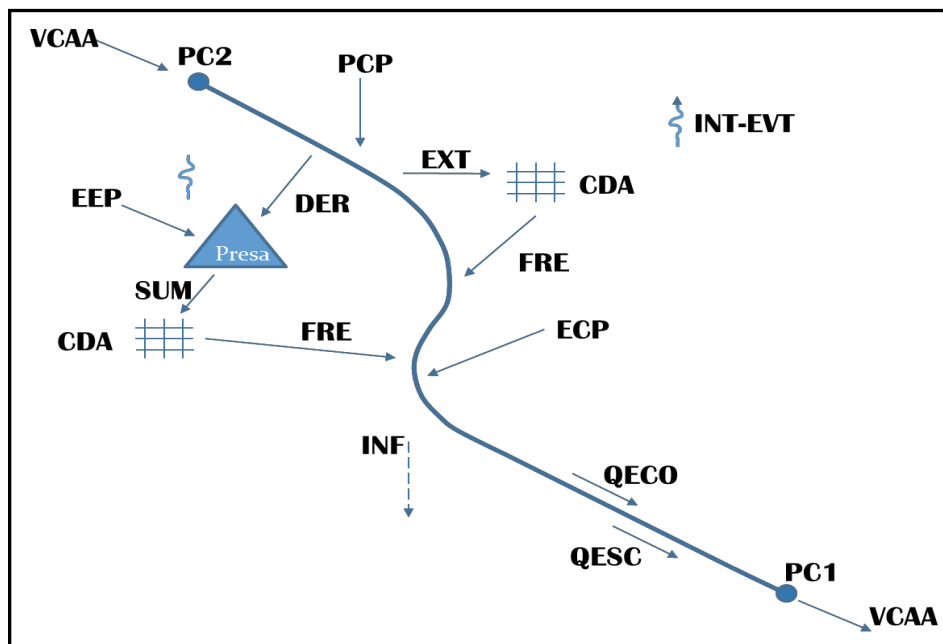
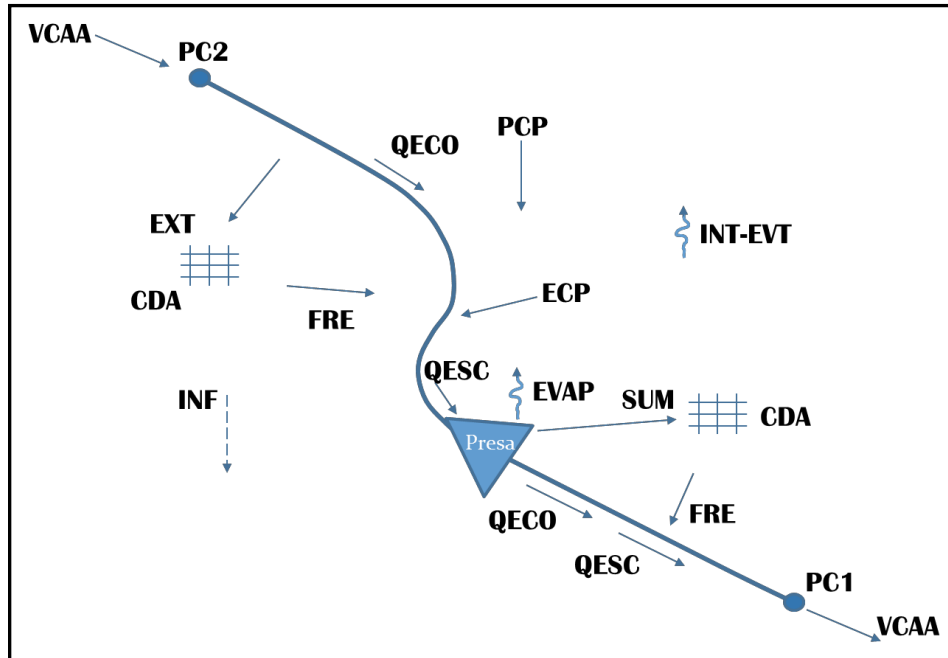


Figura 19 Representación esquemática de un tramo de río con una presa en el cauce principal de una cuenca hidrológica.



Así entonces, la ecuación de balance hidráulico (BH) que se aplicó al estudio de caso de la CRGT, para un tramo i con M entradas de agua y N salidas de agua, fue la siguiente:

$$BH_{Tramo_i} = \sum_{j=1}^M Entradas_j - \sum_{k=1}^N Salidas_k$$

En donde las entradas de agua fueron las siguientes:

- Volumen comprometido, o de escurrimiento, aguas arriba
- Precipitación
- Escurrimiento por cuenca propia
- Flujos de retorno

Y las salidas de agua fueron las siguientes:

- Volumen comprometido aguas abajo
- Volúmenes de extracción (usos del agua)
- Evaporación
- Caudal ecológico

Esta ecuación se aplicó a cada tramo de la CRGT y se desarrollaron diferentes hojas de cálculo en Excel para estimar primeramente el balance hidráulico para el escenario base y posteriormente para dos escenarios de cambio climático: RCP4.5 y RCP8.5, para tres horizontes de planeación:

futuro cercano (2015-2039), futuro medio (2045-2069) y futuro lejano (2075- 2099), para cuatro modelos de circulación general: CNRM-CM5, HADGEM2-ES, MPI-ESM-LR y GFDL-CM3 y el ensamble REA. Estas hojas de cálculo se encuentran ubicadas en el Anexo 7 de este informe técnico en donde se muestran las tablas de cálculo del balance hidráulico para cada tramo de la CRGT.

Además, antes de llevar a cabo los cálculos del balance hidráulico en la CRGT, se estimaron los caudales ecológicos en los doce tramos de la CRGT de acuerdo con la norma NMX- AA-159-SCFI-2012 que establece los diferentes métodos que se pueden aplicar para estimar los caudales ecológicos en cuencas hidrológicas en México. Para el cálculo de los caudales ecológicos en los doce tramos de la CRGT se aplicó el Método de Tennant descrito en esa misma norma. En todo el proceso de cálculo que se desarrolló se consideró únicamente la condición de caudales ecológicos para el año medio. Los caudales ecológicos del año seco y húmedo no se aplicaron en el proceso de cálculo, pero si se muestran en el archivo en Excel de caudales ecológicos ubicado en el Anexo 6 de este informe técnico. En ese mismo anexo se incluye también el documento de la norma oficial para estimar los caudales ecológicos.

En las Tablas No.55 a 90 se muestra un resumen de los resultados obtenidos del balance hidráulico en la CRGT para el escenario base, para el escenario de cambio climático RCP4.5, para los tres horizontes de planeación, para los cuatro modelos de circulación general y el ensamble REA analizados. En estas tablas se muestra la *Disponibilidad Mensual de Agua* (DMA), la clasificación mensual en cada tramo relativo a “Disponibilidad” o “No Disponibilidad” de agua y en el último renglón de estas tablas se muestra el déficit anual de agua expresado en millones de m³. Es importante hacer notar que la aplicación de esta metodología en forma mensual permite estimar con mayor precisión la escasez de agua que se puede presentar durante la época de estiaje, observándose que en el escenario base, sin el impacto del cambio climático, ya se tienen problemas de escasez de agua en nueve de los doce tramos de la CRGT, a diferencia de lo que estima la CONAGUA con la norma vigente para calcular la disponibilidad de agua en una cuenca, en donde estima que toda la CRGT tiene disponibilidad suficiente de agua.

Esto se puede ver directamente en estas Tablas No.55 a 90 si se hace la suma algebraica de las DMA's para obtener el escurrimiento anual. En todos los tramos de la CRGT la sumatoria de la DMA es siempre positiva y por lo tanto la CONAGUA determina, con base en lo que indica la norma vigente, que sí se tiene disponibilidad de agua en toda la cuenca. Pero esto está equivocado porque los escurrimientos (en algunos casos extraordinarios) que se presentan en la época de lluvias no se almacenan en la cuenca. Estos escurrimientos simplemente fluyen hacia el Río Pánuco y de allí al Golfo de México, y para fines de disponibilidad de agua, simplemente se pierden. Allí está el error de fondo que tiene la norma NOM-011-CNA-2000 y allí radica la importancia que tiene el desarrollar este balance hidráulico en forma mensual, tal como se propuso y como se desarrolló en este proyecto.

Los resultados correspondientes al balance hidráulico de la CRGT para el escenario de cambio climático RCP8.5 se pueden ver en las hojas de cálculo en Excel ubicadas en el Anexo 7 de este informe técnico.

3.5.1 Escenario de cambio climático RCP4.5. Futuro cercano 2015-2039

Tabla 58 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015-2039 en el tramo 47 Río Jaumave - Chihue de la CRGT.

Tramo: 47 Río Jaumave-Chihue												
Área tramo (ha): 336,359.3439												
Futuro Cercano 2015-2039												
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.
Ene	-14.72	ND	-16.09	ND	-16.09	ND	-15.41	ND	-16.09	ND	-16.09	ND
Feb	-14.18	ND	-14.18	ND	-11.41	ND	-13.94	ND	-14.18	ND	-14.18	ND
Mar	-13.77	ND	-13.96	ND	-11.48	ND	-13.96	ND	-13.96	ND	-13.96	ND
Abr	-7.98	ND	-12.03	ND	-1.73	ND	-11.76	ND	-13.87	ND	-11.63	ND
May	59.85	D	62.65	D	33.28	D	48.93	D	29.74	D	44	D
Jun	144.13	D	164.94	D	100.39	D	151.62	D	81.66	D	133.93	D
Jul	86.83	D	81.13	D	112.48	D	65.85	D	54.26	D	69.49	D
Ago	92.46	D	105.06	D	36.37	D	86.43	D	64.88	D	80.12	D
Sep	219.22	D	197.31	D	232.73	D	232.63	D	235.32	D	207.71	D
Oct	26.38	D	26.46	D	-5.03	ND	22.32	D	42.35	D	17.76	D
Nov	-19.83	ND	-19.83	ND	-18.02	ND	-19.13	ND	-15.65	ND	-19.83	ND
Dic	-17.65	ND	-17.65	ND	-17.65	ND	-17.65	ND	-17.65	ND	-17.65	ND
Déficit agua	88.13		93.74		81.41		91.85		91.41		93.35	

D: Disponibilidad, ND: No disponibilidad.

Tabla 59 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015- 2039 en el tramo 48 Río Guayalejo 1 de la CRGT.

Tramo: 48 Río Guayalejo 1												
Área tramo (ha): 35,644.75697												
Futuro Cercano 2015-2039												
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.
Ene	-31.09	ND	-31.22	ND	-31.22	ND	-31.16	ND	-31.22	ND	-31.22	ND
Feb	-26.86	ND	-26.86	ND	-26.44	ND	-26.85	ND	-26.86	ND	-26.86	ND
Mar	-26.05	ND	-26.05	ND	-25.75	ND	-26.05	ND	-26.05	ND	-26.05	ND
Abr	-24.95	ND	-25.34	ND	-23.95	ND	-25.48	ND	-25.79	ND	-25.43	ND
May	41.07	D	44.44	D	12.15	D	28.74	D	7.34	D	23.52	D
Jun	122.71	D	145.39	D	74.58	D	131.02	D	53.64	D	110.88	D
Jul	62.03	D	55.84	D	91.64	D	38.61	D	25.34	D	42.67	D
Ago	72.29	D	86.39	D	9.51	D	65.86	D	41.62	D	58.71	D
Sep	198.79	D	173.89	D	213.57	D	213.59	D	215.98	D	185.77	D
Oct	-9.17	ND	-9.04	ND	-39.12	ND	-13.88	ND	9.08	D	-18.59	ND
Nov	-39.85	ND	-39.85	ND	-39.57	ND	-39.73	ND	-39.3	ND	-39.85	ND
Dic	-34.76	ND	-34.78	ND	-34.7	ND	-34.78	ND	-34.78	ND	-34.78	ND
Déficit agua	192.73		193.15		220.75		197.93		184.01		202.79	

D: Disponibilidad, ND: No disponibilidad.

Tabla 60 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015- 2039 en el tramo 49 Río Guayalejo 2 de la CRGT.

Tramo: 49 Río Guayalejo 2			Área tramo (ha): 114,520.3469				Futuro Cercano 2015-2039					
Me s	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.
Ene	-15.45	ND	-14.76	ND	-15.71	ND	-15.7	ND	-15.71	ND	-15.71	ND
Feb	-15.8	ND	-15.8	ND	-15.33	ND	-15.73	ND	-15.8	ND	-15.8	ND
Mar	-17.2	ND	-17.22	ND	-16.28	ND	-17.22	ND	-17.22	ND	-17.22	ND
Abr	-14.98	ND	-15.97	ND	-12.9	ND	-16.29	ND	-17.68	ND	-16.36	ND
May	53.04	D	56.71	D	19.47	D	34.95	D	6.3	D	28.31	D
Jun	179.47	D	207.39	D	120.1	D	190.32	D	89.04	D	161.25	D
Jul	132.23	D	125.53	D	184.8	D	100.02	D	79.78	D	104.69	D
Ago	104.32	D	123.61	D	15.03	D	96.12	D	62.65	D	87.22	D
Sep	272.63	D	239.85	D	289.18	D	290.91	D	293.06	D	253.72	D
Oct	2.21	D	1.33	D	-10.84	ND	-0.64	ND	20.69	D	0.42	D
Nov	-17.47	ND	-17.47	ND	-16.37	ND	-17.07	ND	-16.03	ND	-17.47	ND
Dic	-17.66	ND	-17.68	ND	-17.64	ND	-17.68	ND	-17.68	ND	-17.68	ND
Déficit agu a	98.56		98.9		105.07		100.33		100.12		100.24	

D: Disponibilidad, ND: No disponibilidad.

Tabla 61 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015-

Tramo: 50 Río Sabinas												
Área tramo (ha): 60,996.28355												
Futuro Cercano 2015-2039												
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.
Ene	-29.17	ND	-28.59	ND	-29.53	ND	-29.34	ND	-29.53	ND	-29.53	ND
Feb	-27.11	ND	-27.16	ND	-24.91	ND	-26.52	ND	-27.19	ND	-27.19	ND
Mar	-25.99	ND	-26.62	ND	-24.39	ND	-26.39	ND	-26.63	ND	-26.62	ND
Abr	-24.71	ND	-25.68	ND	-22.29	ND	-26.11	ND	-27.53	ND	-26.01	ND
May	-9.53	ND	-8.39	ND	-13.72	ND	-12.17	ND	-16.74	ND	-12.98	ND
Jun	-11.09	ND	-7.63	ND	-19.52	ND	-9.35	ND	-24.37	ND	-14.32	ND
Jul	-12.29	ND	-13.37	ND	-3.87	ND	-17.28	ND	-20.81	ND	-16.66	ND
Ago	-15.77	ND	-12.78	ND	-30.47	ND	-16.67	ND	-22.14	ND	-18.38	ND
Sep	-2.26	ND	-8.05	ND	0.1	D	0.22	D	-0.53	ND	-4.8	ND
Oct	-30.9	ND	-30.9	ND	-39.92	ND	-32.33	ND	-26.01	ND	-32.65	ND
Nov	-39.44	ND	-39.39	ND	-38.05	ND	-38.64	ND	-37.25	ND	-39.86	ND
Dic	-33.06	ND	-33.3	ND	-32.84	ND	-33.22	ND	-33.3	ND	-33.3	ND
Déficit agua	261.3		261.85		279.52		268.04		292.03		282.29	

ND: No disponibilidad.

Tabla 62 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015- 2039 en el tramo 51 Río Comandante 1 de la CRGT.

Tramo: 51 Río Comandante 1			Área tramo (ha): 250,540.1892				Futuro Cercano 2015-2039					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.
Ene	-11.85	ND	-9.63	ND	-12.55	ND	-12.26	ND	-12.55	ND	-12.55	ND
Feb	-12.4	ND	-12.4	ND	-6.21	ND	-11.76	ND	-12.4	ND	-12.4	ND
Mar	-11.23	ND	-12.55	ND	-4.66	ND	-11.95	ND	-12.55	ND	-12.55	ND
Abr	-6.4	ND	-8.12	ND	2.59	D	-9.75	ND	-12.73	ND	-10.03	ND
May	66.18	D	70.93	D	59.16	D	58.38	D	38.6	D	50.43	D
Jun	274.56	D	284.48	D	248.83	D	285.16	D	221.34	D	261.67	D
Jul	284.15	D	277.15	D	331.03	D	263.84	D	249.25	D	260.21	D
Ago	219.69	D	232.06	D	151.49	D	213.27	D	193.77	D	207.55	D
Sep	298.38	D	267.33	D	309.44	D	306.89	D	298.57	D	293.58	D
Oct	46.36	D	44.04	D	10.64	D	41.48	D	64.23	D	40.8	D
Nov	-13.04	ND	-12.75	ND	-7.06	ND	-9.65	ND	-3.15	ND	-14.78	ND
Dic	-11.98	ND	-13.13	ND	-10.7	ND	-12.56	ND	-13.13	ND	-13.13	ND
Déficit agua	66.91		68.59		41.18		67.92		66.52		75.45	

D: Disponibilidad, ND: No disponibilidad.

Tabla 63 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015- 2039 en el tramo 52 Río Guayalejo 1 de la CRGT.

Tramo: 52 Río Comandante 2		Área tramo (ha): 24,470.87475						Futuro Cercano 2015-2039				
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.
Ene	-66.18	ND	-65.94	ND	-66.25	ND	-66.22	ND	-66.25	ND	-66.25	ND
Feb	-65.15	ND	-65.15	ND	-63.89	ND	-64.88	ND	-65.22	ND	-65.22	ND
Mar	-61.83	ND	-62.25	ND	-60.71	ND	-61.98	ND	-62.4	ND	-62.28	ND
Abr	-56.48	ND	-56.73	ND	-52.55	ND	-57.04	ND	-57.86	ND	-57.09	ND
May	16.95	D	22.23	D	9.29	D	8.28	D	-13.81	ND	-0.69	ND
Jun	204.22	D	215.12	D	175.86	D	215.93	D	145.49	D	189.92	D
Jul	203.54	D	195.85	D	255.41	D	181.19	D	165.05	D	177.14	D
Ago	149.49	D	163.14	D	74	D	142.43	D	120.87	D	136.02	D
Sep	220.64	D	186.4	D	232.79	D	230.01	D	220.79	D	215.47	D
Oct	-30.7	ND	-33.3	ND	-70.89	ND	-36.16	ND	-10.68	ND	-36.84	ND
Nov	-77.62	ND	-77.55	ND	-76.62	ND	-77.03	ND	-76.09	ND	-78.02	ND
Dic	-66.93	ND	-67.11	ND	-66.75	ND	-67.01	ND	-67.11	ND	-67.11	ND
Déficit agua	424.88		428.03		457.65		430.33		419.42		433.51	

D: Disponibilidad, ND: No disponibilidad.

Tabla 64 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015- 2039 en el tramo 53 Río Mante de la CRGT.

Tramo: 53 Río Mante		Área tramo (ha): 6,920.933858						Futuro Cercano 2015-2039					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA		
	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	
Ene	-22.76	ND	-22.6	ND	-22.94	ND	-22.81	ND	-22.95	ND	-22.9	ND	
Feb	-21.56	ND	-21.56	ND	-21.17	ND	-21.48	ND	-21.58	ND	-21.58	ND	
Mar	-24.37	ND	-24.46	ND	-24.05	ND	-24.41	ND	-24.47	ND	-24.47	ND	
Abr	-22.92	ND	-22.99	ND	-22.53	ND	-23.08	ND	-23.28	ND	-23.09	ND	
May	-20.62	ND	-20.48	ND	-20.81	ND	-20.9	ND	-21.62	ND	-21.2	ND	
Jun	-20.31	ND	-20.03	ND	-21.03	ND	-20	ND	-21.86	ND	-20.71	ND	
Jul	-9.07	ND	-9.26	ND	-7.51	ND	-9.66	ND	-10.12	ND	-9.77	ND	
Ago	-13.4	ND	-13.03	ND	-15.55	ND	-13.58	ND	-14.19	ND	-13.79	ND	
Sep	-8.94	ND	-9.85	ND	-8.64	ND	-8.7	ND	-8.96	ND	-9.08	ND	
Oct	-20.24	ND	-20.33	ND	-21.58	ND	-20.42	ND	-19.59	ND	-20.41	ND	
Nov	-32.42	ND	-32.39	ND	-32.09	ND	-32.23	ND	-31.94	ND	-32.53	ND	
Dic	-27.19	ND	-27.3	ND	-27.12	ND	-27.23	ND	-27.33	ND	-27.32	ND	
Déficit agua	243.8		244.3		245.03		244.5		247.89		246.85		

ND: No disponibilidad.

Tabla 65 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015-2039 en el tramo 54 Río Guayalejo 3 de la CRGT.

Tramo: 54 Río Guayalejo 3			Área tramo (ha): 235,174.7517				Futuro Cercano 2015-2039					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.
Ene	227.27	D	228.67	D	227.01	D	227.01	D	227.01	D	227.01	D
Feb	192.09	D	192.09	D	195.94	D	192.96	D	192.09	D	192.09	D
Mar	130.9	D	129.87	D	136.45	D	129.99	D	129.8	D	129.8	D
Abr	113.5	D	111.31	D	121.1	D	109.45	D	103.42	D	109.31	D
May	187.94	D	197.83	D	140.23	D	150.18	D	93.34	D	130.66	D
Jun	493.67	D	541.88	D	385.01	D	524.96	D	295.06	D	447.49	D
Jul	379.65	D	362.01	D	549.87	D	306.27	D	252.9	D	306.04	D
Ago	346.66	D	390.49	D	109.17	D	325.89	D	250.19	D	302.22	D
Sep	651.51	D	560.57	D	687.53	D	686.72	D	672.74	D	616.07	D
Oct	159.08	D	154.69	D	116.67	D	150.34	D	200.2	D	153.57	D
Nov	179.96	D	180.43	D	188.28	D	183.77	D	189.44	D	178.71	D
Dic	218.62	D	218.17	D	218.98	D	218.3	D	218.17	D	218.17	D
Déficit agua	0		0		0		0		0		0	

D: Disponibilidad.

Tabla 66 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015- 2039 en el tramo 55 Río Arroyo El Cojo de la CRGT.

Tramo: 55 Arroyo El Cojo		Área tramo (ha): 40,138.65596						Futuro Cercano 2015-2039					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA		
	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	
Ene	-4.56	ND	-4.74	ND	-4.74	ND	-4.74	ND	-4.74	ND	-4.74	ND	
Feb	-4.38	ND	-4.38	ND	-4.3	ND	-4.28	ND	-4.38	ND	-4.38	ND	
Mar	-4.42	ND	-4.43	ND	-4.09	ND	-4.43	ND	-4.43	ND	-4.43	ND	
Abr	-4.29	ND	-4.47	ND	-3.94	ND	-4.56	ND	-4.76	ND	-4.63	ND	
May	3.87	D	3.77	D	3.34	D	1.6	D	-0.35	ND	1.94	D	
Jun	25.63	D	27.77	D	23.31	D	26.88	D	18.45	D	23.28	D	
Jul	27.11	D	26.67	D	42.67	D	23.99	D	21.03	D	24.03	D	
Ago	20.72	D	22.96	D	6.69	D	19.74	D	16.27	D	18.92	D	
Sep	34.99	D	31.41	D	35.45	D	35.99	D	36.14	D	33.27	D	
Oct	4.74	D	3.85	D	-3	ND	3.26	D	11.2	D	4.04	D	
Nov	-5.22	ND	-5.19	ND	-3.44	ND	-4.52	ND	-3.65	ND	-5.36	ND	
Dic	-4.08	ND	-4.49	ND	-4.18	ND	-4.21	ND	-4.71	ND	-4.66	ND	
Déficit agua	26.95		27.69		27.7		26.73		27.02		28.2		

D: Disponibilidad, ND: No disponibilidad.

Tabla 67 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015-2039 en el tramo 56 Río Tantoán de la CRGT.

Tramo: 56 Río Tantoán			Área tramo (ha): 61,738.64358				Futuro Cercano 2015-2039					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.
Ene	-1.96	ND	-1.16	ND	-2.63	ND	-2.32	ND	-2.63	ND	-2.47	ND
Feb	-2.54	ND	-2.41	ND	-1.42	ND	-2.19	ND	-2.55	ND	-2.55	ND
Mar	-2.4	ND	-2.56	ND	-1	ND	-2.54	ND	-2.57	ND	-2.57	ND
Abr	-1.31	ND	-1.56	ND	0.18	D	-2.04	ND	-2.65	ND	-2.25	ND
May	16.87	D	16.15	D	16.72	D	14.61	D	8.14	D	10.79	D
Jun	58.2	D	59.52	D	56.01	D	61.57	D	46.13	D	55.61	D
Jul	80.38	D	78.7	D	102.77	D	75.77	D	70.68	D	72.6	D
Ago	52.14	D	54.17	D	30.47	D	50.09	D	45.48	D	48.04	D
Sep	69.03	D	60.89	D	71.83	D	70.8	D	66.23	D	68.68	D
Oct	14.51	D	12.35	D	3.22	D	13.06	D	19.49	D	13.92	D
Nov	-2.12	ND	-1.97	ND	0.94	D	-0.82	ND	1.4	D	-2.61	ND
Dic	-0.85	ND	-2.1	ND	-0.65	ND	-1.05	ND	-2.62	ND	-2.26	ND
Déficit agua	11.18		11.77		5.7		10.96		13.01		14.72	

D: Disponibilidad, ND: No disponibilidad.

Tabla 68 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015- 2039 en el tramo 57 Río Guayalejo 4 de la CRGT.

Tramo: 57 Río Guayalejo 4			Área tramo (ha): 309,914.2826				Futuro Cercano 2015-2039					
Me s	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.
Ene	162.94	D	165.84	D	162.45	D	162.45	D	162.45	D	162.45	D
Feb	133.22	D	133.22	D	138.2	D	134.16	D	133.22	D	133.22	D
Mar	71.86	D	70.76	D	81.29	D	70.88	D	70.69	D	70.69	D
Abr	50.68	D	47.33	D	63.41	D	44.29	D	37.14	D	43.82	D
May	194.58	D	202.21	D	142.28	D	139.32	D	51.17	D	109.07	D
Jun	670.13	D	732.33	D	539.89	D	719.2	D	393.31	D	603.13	D
Jul	601.78	D	576.59	D	918.51	D	497.73	D	412.61	D	488.9	D
Ago	534.18	D	595.11	D	157.69	D	502	D	393.31	D	465.35	D
Sep	867.14	D	730.7	D	916.36	D	913.82	D	882.85	D	818.95	D
Oct	152.81	D	138.2	D	43.91	D	133.21	D	236.49	D	142.42	D
Nov	103.29	D	104.1	D	123.01	D	110.93	D	124.97	D	101.51	D
Dic	157.36	D	154.53	D	158	D	156.34	D	154.3	D	154.3	D
Déficit agua	0		0		0		0		0		0	

D: Disponibilidad.

Tabla 69 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro cercano 2015-2039 en el tramo 58 Río Tamesí de la CRGT.

Tramo: 58 Río Tamesí		Área tramo (ha): 198,278.6966						Futuro Cercano 2015-2039					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA		
	DMA (Mm ³)	Clasif .	DMA (Mm ³)	Clasif .	DMA (Mm ³)	Clasif .	DMA (Mm ³)	Clasif .	DMA (Mm ³)	Clasif .	DMA (Mm ³)	Clasif .	
Ene	222.49	D	225.39	D	222	D	222	D	222	D	222	D	
Feb	339.02	D	339.02	D	344	D	339.97	D	339.02	D	339.02	D	
Mar	352.64	D	351.54	D	362.07	D	351.66	D	351.47	D	351.47	D	
Abr	321.53	D	318.18	D	334.26	D	315.14	D	308	D	314.67	D	
May	397.44	D	404.48	D	381.96	D	340.22	D	251.17	D	309.7	D	
Jun	913.91	D	982.25	D	781.3	D	969.93	D	499	D	800.67	D	
Jul	833.41	D	804.9	D	1223.3	D	720.64	D	623.93	D	710.18	D	
Ago	890.11	D	957.51	D	461.91	D	853.9	D	734.46	D	814.54	D	
Sep	1209.98	D	1052.94	D	1264.43	D	1261.81	D	1222.82	D	1155.08	D	
Oct	477.47	D	459.07	D	350.95	D	454.94	D	579.34	D	465.91	D	
Nov	395.49	D	396.3	D	418.36	D	403.51	D	419.53	D	393.71	D	
Dic	468.12	D	465.28	D	468.76	D	467.09	D	465.06	D	465.06	D	
Déficit agua	0		0		0		0		0		0		

D: Disponibilidad.

3.5.2 Escenario de cambio climático RCP4.5. Futuro medio 2045-2069

En lo referente a este horizonte de planeación, como ya se mencionó anteriormente no se cuenta con las anomalías para el ensamble REA (motivo por el que las celdas están vacías) por lo tanto, únicamente se presentan los cuatro modelos de circulación general; CNRM-CM5, HADGEM-ES, MPI-ESM-LR y GFDL-CM3.

Tabla 70 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045- 2069 en el tramo 47 Río Jaumave – Chihue de la CRGT.

Tramo: 47 Río Jaumave-Chihue			Área tramo (ha): 336,359.3439				Futuro Medio 2045-2069					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.
Ene	-14.72	ND	-	ND	-16.09	ND	-15.79	ND	-15.55	ND		
Feb	-14.18	ND	-	ND	-14.18	ND	-14.18	ND	-14.18	ND		
Mar	-13.77	ND	-	ND	-13.96	ND	-13.96	ND	-13.96	ND		
Abr	-7.98	ND	-8.97	ND	1.58	D	-13.49	ND	-11.81	ND		
May	59.85	D	47.43	D	54.3	D	43.97	D	43.39	D		
Jun	144.13	D	170.77	D	97.82	D	141.98	D	124.75	D		
Jul	86.83	D	70.77	D	80.12	D	53.01	D	51.53	D		
Ago	92.46	D	64.73	D	55.94	D	83.49	D	49.43	D		
Sep	219.22	D	230.95	D	225.06	D	232.05	D	215.93	D		
Oct	26.38	D	15.66	D	7.49	D	29.74	D	47.59	D		
Nov	-19.83	ND	-19.83	ND	-16.03	ND	-17.21	ND	-18.57	ND		
Dic	-17.65	ND	-17.65	ND	-17.58	ND	-17.48	ND	-17.65	ND		
Déficit agua	88.13		89.12		77.84		92.11		91.73			

D: Disponibilidad, ND: No disponibilidad.

Tabla 71 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045- 2069 en el tramo 48 Río Guayalejo 1 de la CRGT.

Tramo: 48 Río Guayalejo 1		Área tramo (ha): 35,644.75697				Futuro Medio 2045-2069						
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.
Ene	-31.09	ND	-30.97	ND	-31.22	ND	-31.2	ND	-31.1	ND		
Feb	-26.86	ND	-26.86	ND	-26.86	ND	-26.86	ND	-26.86	ND		
Mar	-26.05	ND	-26.05	ND	-26.05	ND	-26.05	ND	-26.05	ND		
Abr	-24.95	ND	-24.94	ND	-21.91	ND	-25.72	ND	-25.59	ND		
May	41.07	D	27.74	D	35.58	D	23.36	D	22.79	D		
Jun	122.71	D	151.04	D	71.25	D	120.46	D	101.58	D		
Jul	62.03	D	44.17	D	54.9	D	24.1	D	22.34	D		
Ago	72.29	D	42.29	D	31.48	D	62.55	D	24.47	D		
Sep	198.79	D	212.65	D	205.82	D	213.35	D	195.06	D		
Oct	-9.17	ND	-20.57	ND	-30.37	ND	-5.38	ND	14.4	D		
Nov	-39.85	ND	-39.85	ND	-39.33	ND	-39.52	ND	-39.79	ND		
Dic	-34.76	ND	-34.78	ND	-34.66	ND	-34.66	ND	-34.78	ND		
Déficit agua	192.73		204.03		210.39		189.39		184.17			

D: Disponibilidad, ND: No disponibilidad.

Tabla 72 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045-2069 en el tramo 49 Río Guayalejo 2 de la CRGT.

Tramo: 49 Río Guayalejo 2		Área tramo (ha): 114,520.3469						Futuro Medio 2045-2069				
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.
Ene	-15.45	ND	-14.93	ND	-15.71	ND	-15.71	ND	-15.43	ND		
Feb	-15.8	ND	-15.8	ND	-15.8	ND	-15.8	ND	-15.8	ND		
Mar	-17.2	ND	-17.22	ND	-17.22	ND	-17.22	ND	-17.22	ND		
Abr	-14.98	ND	-14.61	ND	-11.94	ND	-16.99	ND	-17.38	ND		
May	53.04	D	35.95	D	47	D	29.74	D	28.24	D		
Jun	179.47	D	208.18	D	115	D	175.33	D	154.32	D		
Jul	132.23	D	108.16	D	125.28	D	78.71	D	76.08	D		
Ago	104.32	D	71.29	D	42.32	D	89.16	D	39.36	D		
Sep	272.63	D	295.77	D	282.61	D	289.72	D	268.49	D		
Oct	2.21	D	2.53	D	-8.52	ND	4.3	D	24.69	D		
Nov	-17.47	ND	-17.47	ND	-16.51	ND	-16.78	ND	-17.47	ND		
Dic	-17.66	ND	-17.68	ND	-17.57	ND	-17.35	ND	-17.68	ND		
Déficit agua	98.56		97.71		103.26		99.85		100.98			

D: Disponibilidad, ND: No disponibilidad.

Tabla 73 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045- 2069 en el tramo 50 Río Sabinas de la CRGT.

Tramo: 50 Río Sabinas			Área tramo (ha): 60,996.28355				Futuro Medio 2045-2069					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif
Ene	-29.17	ND	-28.59	ND	-29.53	ND	-29.43	ND	-29.17	ND		
Feb	-27.11	ND	-27.16	ND	-26.76	ND	-27.16	ND	-27.19	ND		
Mar	-25.99	ND	-26.62	ND	-26.38	ND	-26.56	ND	-26.63	ND		
Abr	-24.71	ND	-25.68	ND	-21.28	ND	-27.01	ND	-26.52	ND		
May	-9.53	ND	-8.39	ND	-9.17	ND	-13.01	ND	-13.05	ND		
Jun	-11.09	ND	-7.63	ND	-21.25	ND	-11.21	ND	-14.6	ND		
Jul	-12.29	ND	-13.37	ND	-12.79	ND	-20.92	ND	-21.44	ND		
Ago	-15.77	ND	-12.78	ND	-24.69	ND	-17.61	ND	-25.92	ND		
Sep	-2.26	ND	-8.05	ND	0.11	D	0.85	D	-3.26	ND		
Oct	-30.9	ND	-30.9	ND	-36.43	ND	-30.03	ND	-25.9	ND		
Nov	-39.44	ND	-39.39	ND	-37.27	ND	-37.93	ND	-38.91	ND		
Dic	-33.06	ND	-33.3	ND	-32.72	ND	-32.74	ND	-33.3	ND		
Déficit agua	261.3		261.85		278.26		273.6		285.89			

D: Disponibilidad, ND: No disponibilidad.

Tabla 74 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro medio 20452069 en el tramo 51 Río Comandante 1 de la CRGT.

Tramo: 51 Río Comandante 1		Área tramo (ha): 250,540.1892				Futuro Medio 2045-2069						
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif
Ene	-11.85	ND	-11.21	ND	-12.55	ND	-12.48	ND	-11.35	ND		
Feb	-12.4	ND	-12.4	ND	-11.79	ND	-12.4	ND	-12.4	ND		
Mar	-11.23	ND	-11.83	ND	-11.71	ND	-12.5	ND	-12.55	ND		
Abr	-6.4	ND	-6.56	ND	5.75	D	-11.91	ND	-11.42	ND		
May	66.18	D	59.73	D	71.99	D	55.42	D	53.93	D		
Jun	274.56	D	287.93	D	237.54	D	276.13	D	258.65	D		
Jul	284.15	D	268.44	D	290.81	D	245.38	D	245.66	D		
Ago	219.69	D	198.06	D	184.79	D	205.3	D	175.87	D		
Sep	298.38	D	314.59	D	312.95	D	309.36	D	289.29	D		
Oct	46.36	D	41.6	D	24.37	D	47.82	D	63.97	D		
Nov	-13.04	ND	-14.87	ND	-2.39	ND	-7.11	ND	-10.78	ND		
Dic	-11.98	ND	-13.13	ND	-10.26	ND	-10.35	ND	-13.13	ND		
Déficit agua	66.91		70		48.7		66.75		71.63			

D: Disponibilidad, ND: No disponibilidad.

Tabla 75 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045- 2069 en el tramo 52 Río Comandante 2 de la CRGT.

Tramo: 52 Río Comandante 2			Área tramo (ha): 24,470.87475				Futuro Medio 2045-2069					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif
Ene	-66.18	ND	-66.1	ND	-66.25	ND	-66.24	ND	-66.11	ND		
Feb	-65.15	ND	-65.22	ND	-64.85	ND	-65.2	ND	-65.22	ND		
Mar	-61.83	ND	-61.94	ND	-61.89	ND	-62.17	ND	-62.4	ND		
Abr	-56.48	ND	-56.49	ND	-48.95	ND	-57.51	ND	-57.41	ND		
May	16.95	D	9.8	D	23.58	D	5	D	3.32	D		
Jun	204.22	D	218.85	D	163.28	D	205.97	D	186.7	D		
Jul	203.54	D	186.25	D	210.94	D	160.82	D	161.11	D		
Ago	149.49	D	125.71	D	110.9	D	133.59	D	101.09	D		
Sep	220.64	D	238.56	D	236.77	D	232.74	D	210.61	D		
Oct	-30.7	ND	-35.94	ND	-55.4	ND	-29.08	ND	-11.04	ND		
Nov	-77.62	ND	-78.03	ND	-75.96	ND	-76.65	ND	-77.25	ND		
Dic	-66.93	ND	-67.11	ND	-66.71	ND	-66.72	ND	-67.11	ND		
Déficit agua	424.88		430.83		440		423.57		406.54			

D: Disponibilidad, ND: No disponibilidad.

Tabla 76 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045-2069 en el tramo 53 Río Mante de la CRGT.

Tramo: 53 Río Mante		Área tramo (ha): 6,920.933858						Futuro Medio 2045-2069				
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.
Ene	-22.76	ND	-22.7	ND	-22.89	ND	-22.84	ND	-22.7	ND		
Feb	-21.56	ND	-21.58	ND	-21.48	ND	-21.58	ND	-21.58	ND		
Mar	-24.37	ND	-24.4	ND	-24.39	ND	-24.45	ND	-24.47	ND		
Abr	-22.92	ND	-22.92	ND	-22.41	ND	-23.2	ND	-23.19	ND		
May	-20.62	ND	-20.85	ND	-20.39	ND	-20.98	ND	-21.05	ND		
Jun	-20.31	ND	-20	ND	-21.37	ND	-20.27	ND	-20.75	ND		
Jul	-9.07	ND	-9.52	ND	-8.83	ND	-10.22	ND	-10.22	ND		
Ago	-13.4	ND	-13.98	ND	-14.55	ND	-13.85	ND	-14.73	ND		
Sep	-8.94	ND	-8.43	ND	-8.5	ND	-8.63	ND	-9.21	ND		
Oct	-20.24	ND	-20.36	ND	-21.09	ND	-20.19	ND	-19.64	ND		
Nov	-32.42	ND	-32.53	ND	-31.91	ND	-32.12	ND	-32.32	ND		
Dic	-27.19	ND	-27.32	ND	-27.1	ND	-27.09	ND	-27.33	ND		
Déficit agua	243.8		244.58		244.9		245.42		247.19			

ND: No disponibilidad.

Tabla 77 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045- 2069 en el tramo 54 Río Guayalejo 3 de la CRGT.

Tramo: 54 Río Guayalejo 3			Área tramo (ha): 235,174.7517				Futuro Medio 2045-2069					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.
Ene	227.27	D	228.19	D	227.01	D	227.01	D	227.72	D		
Feb	192.09	D	192.09	D	192.15	D	192.09	D	192.09	D		
Mar	130.9	D	130.57	D	129.96	D	129.8	D	129.8	D		
Abr	113.5	D	114.07	D	123.7	D	106.55	D	105.01	D		
May	187.94	D	154.89	D	191.04	D	141.91	D	135.67	D		
Jun	493.67	D	539.13	D	360.67	D	490.07	D	439.43	D		
Jul	379.65	D	324.02	D	390.17	D	246.95	D	243.55	D		
Ago	346.66	D	279.01	D	195.14	D	299.81	D	190.38	D		
Sep	651.51	D	712.09	D	689.43	D	688.11	D	630.83	D		
Oct	159.08	D	160.4	D	125.41	D	164.46	D	200.35	D		
Nov	179.96	D	179.08	D	188.91	D	185.23	D	180.41	D		
Dic	218.62	D	218.17	D	219.2	D	220.27	D	218.17	D		
Déficit agua	0		0		0		0		0			

D: Disponibilidad.

Tabla 78 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045-2069 en el tramo 55 Arroyo El Cojo de la CRGT.

Tramo: 55 Arroyo El Cojo			Área tramo (ha): 40,138.65596				Futuro Medio 2045-2069					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.
Ene	-4.56	ND	-4.26	ND	-4.74	ND	-4.74	ND	-4.38	ND		
Feb	-4.38	ND	-4.38	ND	-4.38	ND	-4.38	ND	-4.38	ND		
Mar	-4.42	ND	-4.42	ND	-4.43	ND	-4.43	ND	-4.43	ND		
Abr	-4.29	ND	-4.08	ND	-3.81	ND	-4.69	ND	-4.76	ND		
May	3.87	D	2.4	D	3.57	D	2.27	D	1.66	D		
Jun	25.63	D	24.9	D	23.02	D	24.79	D	24.61	D		
Jul	27.11	D	24.77	D	29.66	D	20.88	D	20.24	D		
Ago	20.72	D	21.04	D	8.55	D	17.19	D	12.9	D		
Sep	34.99	D	38.98	D	36.53	D	35.04	D	34.56	D		
Oct	4.74	D	5.71	D	-2.44	ND	5.68	D	9.9	D		
Nov	-5.22	ND	-5.23	ND	-4.15	ND	-4.52	ND	-5.13	ND		
Dic	-4.08	ND	-4.57	ND	-4.12	ND	-3.4	ND	-4.7	ND		
Déficit agua	26.95		26.95		28.06		26.17		27.78			

D: Disponibilidad, ND: No disponibilidad.

Tabla 79 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045- 2069 en el tramo 56 Río Tantoán de la CRGT.

Tramo: 56 Río Tantoán			Área tramo (ha): 61,738.64358				Futuro Medio 2045-2069					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.
Ene	-1.96	ND	-1.47	ND	-2.63	ND	-2.44	ND	-1.44	ND		
Feb	-2.54	ND	-2.55	ND	-2.51	ND	-2.55	ND	-2.55	ND		
Mar	-2.4	ND	-2.5	ND	-2.53	ND	-2.57	ND	-2.57	ND		
Abr	-1.31	ND	-1.42	ND	0.59	D	-2.55	ND	-2.65	ND		
May	16.87	D	13.45	D	17.61	D	14.95	D	13.64	D		
Jun	58.2	D	58.81	D	53.75	D	58.93	D	54.19	D		
Jul	80.38	D	76.18	D	86.57	D	69.95	D	70.01	D		
Ago	52.14	D	48.57	D	38.11	D	46.25	D	40.12	D		
Sep	69.03	D	73.55	D	73.86	D	70.77	D	64.71	D		
Oct	14.51	D	15.35	D	5.48	D	14.66	D	18.2	D		
Nov	-2.12	ND	-2.37	ND	1.43	D	-0.49	ND	-1.87	ND		
Dic	-0.85	ND	-2.02	ND	-0.38	ND	0.57	D	-2.25	ND		
Déficit agua	11.18		12.33		8.05		10.59		13.33			

D: Disponibilidad, ND: No disponibilidad.

Tabla 80 Tabla No. 80 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045-2069 en el tramo 57 Río Guayalejo 4 de la CRGT

Tramo: 57 Río Guayalejo 4		Área tramo (ha): 309,914.2826						Futuro Medio 2045-2069					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA		
	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif	
Ene	162.94	D	164.95	D	162.45	D	162.45	D	164.22	D			
Feb	133.22	D	133.22	D	133.28	D	133.22	D	133.22	D			
Mar	71.86	D	71.47	D	70.86	D	70.69	D	70.69	D			
Abr	50.68	D	51.6	D	68.05	D	40.32	D	38.73	D			
May	194.58	D	143.84	D	199.95	D	134.34	D	121.19	D			
Jun	670.13	D	715.4	D	505.44	D	666.06	D	595.94	D			
Jul	601.78	D	520.83	D	644.65	D	404.32	D	398.5	D			
Ago	534.18	D	452.22	D	280.95	D	452.33	D	300.27	D			
Sep	867.14	D	961.54	D	929.55	D	912.01	D	828.93	D			
Oct	152.81	D	160.29	D	62.52	D	162.5	D	227.24	D			
Nov	103.29	D	102.05	D	123.57	D	113.29	D	104.14	D			
Dic	157.36	D	154.42	D	158.71	D	163.68	D	154.3	D			
Déficit agua	0		0		0		0		0				

D: Disponibilidad, ND: No disponibilidad.

Tabla 81 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro medio 2045- 2069 en el tramo 58 Río Tamesí de la CRGT.

Tramo: 58 Río Tamesí			Área tramo (ha): 198,278.6966				Futuro Medio 2045-2069					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.
Ene	222.49	D	224.5	D	222	D	222	D	223.77	D		
Feb	339.02	D	339.02	D	339.09	D	339.02	D	339.02	D		
Mar	352.64	D	352.25	D	351.63	D	351.47	D	351.47	D		
Abr	321.53	D	322.45	D	338.9	D	311.17	D	309.58	D		
May	397.44	D	344.72	D	439.86	D	335.95	D	322.1	D		
Jun	913.91	D	958.89	D	745.5	D	910.55	D	794.58	D		
Jul	833.41	D	744.79	D	894.18	D	615.72	D	607.14	D		
Ago	890.11	D	805.29	D	593.77	D	794.65	D	627.92	D		
Sep	1209.98	D	1317.25	D	1283.28	D	1257.9	D	1162.5	D		
Oct	477.47	D	488.42	D	370.18	D	488.18	D	566.06	D		
Nov	395.49	D	394.25	D	417.69	D	405.87	D	396.35	D		
Dic	468.12	D	465.18	D	469.47	D	474.55	D	465.06	D		
Déficit agua	0		0		0		0		0			

D: Disponibilidad.

3.5.3 Escenario de cambio climático RCP4.5. Futuro lejano 2075-2099.

Tabla 82 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075-2099 en el tramo 47 Río Jaumave – Chihue de la CRGT.

Tramo: 47 Río Jaumave-Chihue			Área tramo (ha): 336,359.3439				Futuro Lejano 2075-2099					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.
Ene	-14.72	ND	-13.38	ND	-15.91	ND	-11.05	ND	-16.09	ND	-16.09	ND
Feb	-14.18	ND	-14.18	ND	-12.02	ND	-14.18	ND	-14.18	ND	-14.18	ND
Mar	-13.77	ND	-13.96	ND	-13.9	ND	-13.96	ND	-13.96	ND	-13.96	ND
Abr	-7.98	ND	-13.87	ND	15.06	D	-13.84	ND	-13.87	ND	-12.85	ND
May	59.85	D	82.99	D	106.47	D	52.07	D	27.56	D	42.32	D
Jun	144.13	D	167.32	D	104.11	D	138.11	D	125.11	D	130.75	D
Jul	86.83	D	43.25	D	187.52	D	59.78	D	37.57	D	54.06	D
Ago	92.46	D	71.2	D	48.28	D	70.77	D	52.16	D	59.23	D
Sep	219.22	D	202.53	D	187.73	D	250.81	D	169.27	D	213.93	D
Oct	26.38	D	20.89	D	57.66	D	19.19	D	13.34	D	19.45	D
Nov	-19.83	ND	-19.53	ND	-15.8	ND	-19.12	ND	-19.83	ND	-19.83	ND
Dic	-17.65	ND	-17.65	ND	-17.65	ND	-15.33	ND	-17.65	ND	-17.65	ND
Déficit agua	88.13		92.58		75.28		87.49		95.58		94.56	

D: Disponibilidad, ND: No disponibilidad.

Tabla 83 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075- 2099 en el tramo 48 Río Guayalejo 1 de la CRGT.

Tramo: 48 Río Guayalejo 1		Área tramo (ha): 35,644.75697				Futuro Lejano 2075-2099						
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.
Ene	-31.09	ND	-30.72	ND	-31.17	ND	-30.65	ND	-31.22	ND	-31.22	ND
Feb	-26.86	ND	-26.86	ND	-26.44	ND	-26.86	ND	-26.86	ND	-26.86	ND
Mar	-26.05	ND	-26.05	ND	-26.02	ND	-26.05	ND	-26.05	ND	-26.05	ND
Abr	-24.95	ND	-25.79	ND	-6.79	ND	-25.77	ND	-25.79	ND	-25.69	ND
May	41.07	D	66.27	D	93.83	D	32.42	D	5.15	D	21.52	D
Jun	122.71	D	148.56	D	78.02	D	115.77	D	101.82	D	107.58	D
Jul	62.03	D	14.38	D	175.54	D	32.02	D	6.28	D	25.4	D
Ago	72.29	D	49.39	D	22.3	D	48.59	D	27.43	D	35.37	D
Sep	198.79	D	179.77	D	163.77	D	234.15	D	143.37	D	192.35	D
Oct	-9.17	ND	-15.11	ND	25.57	D	-16.97	ND	-23.25	ND	-16.92	ND
Nov	-39.85	ND	-39.79	ND	-39.43	ND	-39.75	ND	-39.85	ND	-39.85	ND
Dic	-34.76	ND	-34.78	ND	-34.78	ND	-34.33	ND	-34.78	ND	-34.78	ND
Déficit agua	192.73		199.1		164.64		200.38		207.81		201.37	

D: Disponibilidad, ND: No disponibilidad.

Tabla 84 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075-2099 en el tramo 49 Río Guayalejo 2 de la CRGT.

Tramo: 49 Río Guayalejo 2		Área tramo (ha): 114,520.3469						Futuro Lejano 2075-2099					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA		
	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	
Ene	-15.45	ND	-13.51	ND	-15.71	ND	-14.58	ND	-15.71	ND	-15.71	ND	
Feb	-15.8	ND	-15.8	ND	-15.49	ND	-15.8	ND	-15.8	ND	-15.8	ND	
Mar	-17.2	ND	-17.18	ND	-17.21	ND	-17.22	ND	-17.22	ND	-17.22	ND	
Abr	-14.98	ND	-17.36	ND	-8.02	ND	-17.4	ND	-17.69	ND	-16.82	ND	
May	53.04	D	84.36	D	121.72	D	40.42	D	5.06	D	26.94	D	
Jun	179.47	D	216.61	D	124.87	D	168.16	D	153.16	D	156.8	D	
Jul	132.23	D	73.89	D	291.95	D	91.07	D	50.63	D	80.42	D	
Ago	104.32	D	78.27	D	24.63	D	71.72	D	42.68	D	53.88	D	
Sep	272.63	D	243.57	D	219.15	D	318.05	D	201.1	D	261.52	D	
Oct	2.21	D	0.87	D	34.52	D	1	D	0.24	D	-0.61	ND	
Nov	-17.47	ND	-17.32	ND	-16.77	ND	-17.11	ND	-17.47	ND	-17.47	ND	
Dic	-17.66	ND	-17.68	ND	-17.68	ND	-16.5	ND	-17.68	ND	-17.68	ND	
Déficit agua	98.56		98.86		90.87		98.62		101.56		101.31		

D: Disponibilidad, ND: No disponibilidad.

Tabla 85 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075- 2099 en el tramo 50 Río Sabinas de la CRGT.

Tramo: 50 Río Sabinas			Área tramo (ha): 60,996.28355				Futuro Lejano 2075-2099					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.
Ene	-29.17	ND	-28.36	ND	-29.36	ND	-28.28	ND	-29.53	ND	-29.53	ND
Feb	-27.11	ND	-27.19	ND	-24.88	ND	-27.19	ND	-27.18	ND	-27.19	ND
Mar	-25.99	ND	-26.35	ND	-25.55	ND	-26.63	ND	-26.63	ND	-26.63	ND
Abr	-24.71	ND	-27.68	ND	-17.97	ND	-27.3	ND	-28.1	ND	-26.81	ND
May	-9.53	ND	-5.64	ND	2.44	D	-11.06	ND	-16.74	ND	-13.47	ND
Jun	-11.09	ND	-6	ND	-20.55	ND	-12.73	ND	-14.76	ND	-14.74	ND
Jul	-12.29	ND	-20.73	ND	13.08	D	-18.46	ND	-26.06	ND	-20.2	ND
Ago	-15.77	ND	-19.12	ND	-28.21	ND	-20.1	ND	-25.39	ND	-23.23	ND
Sep	-2.26	ND	-6.52	ND	-8.81	ND	4.57	D	-12.63	ND	-4.14	ND
Oct	-30.9	ND	-31.8	ND	-23.49	ND	-32.24	ND	-33.21	ND	-32.71	ND
Nov	-39.44	ND	-38.88	ND	-37.64	ND	-38.7	ND	-39.92	ND	-39.92	ND
Dic	-33.06	ND	-33.3	ND	-33.3	ND	-31.95	ND	-33.3	ND	-33.3	ND
Déficit agua	261.3		271.56		249.75		274.62		313.45		291.87	

ND: No disponibilidad.

Tabla 86 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075-2099 en el tramo 51 Río Comandante 1 de la CRGT.

Tramo: 51 Río Comandante 1			Área tramo (ha): 250,540.1892				Futuro Lejano 2075-2099					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.
Ene	-11.85	ND	-8.89	ND	-12.25	ND	-9.7	ND	-12.55	ND	-12.55	ND
Feb	-12.4	ND	-12.4	ND	-5.45	ND	-12.4	ND	-12.4	ND	-12.4	ND
Mar	-11.23	ND	-11.93	ND	-7.92	ND	-12.55	ND	-12.55	ND	-12.55	ND
Abr	-6.4	ND	-12.72	ND	15.32	D	-12.07	ND	-12.73	ND	-11.15	ND
May	66.18	D	79.39	D	118.72	D	63.62	D	39.02	D	51.74	D
Jun	274.56	D	293.55	D	233.92	D	272.9	D	260.09	D	256.67	D
Jul	284.15	D	247.97	D	401.65	D	256.33	D	226.16	D	251.32	D
Ago	219.69	D	205.41	D	167.12	D	195.99	D	178.43	D	192.85	D
Sep	298.38	D	282.3	D	271.14	D	324.92	D	249.85	D	295.41	D
Oct	46.36	D	45.67	D	77.08	D	42.31	D	38.81	D	40.44	D
Nov	-13.04	ND	-10.68	ND	-5.18	ND	-9.94	ND	-15.29	ND	-15.19	ND
Dic	-11.98	ND	-13.13	ND	-13.13	ND	-7.9	ND	-13.13	ND	-13.13	ND
Déficit agua	66.91		69.75		43.93		64.56		78.66		76.98	

D: Disponibilidad, ND: No disponibilidad.

Tabla 87 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075- 2099 en el tramo 52 Río Comandante 2 de la CRGT.

Tramo: 52 Río Comandante 2		Área tramo (ha): 24,470.87475						Futuro Lejano 2075-2099					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA		
	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	
Ene	-66.18	ND	-65.84	ND	-66.21	ND	-65.95	ND	-66.25	ND	-66.25	ND	
Feb	-65.15	ND	-65.22	ND	-63.76	ND	-65.22	ND	-65.19	ND	-65.22	ND	
Mar	-61.83	ND	-61.94	ND	-61.17	ND	-62.4	ND	-62.4	ND	-62.38	ND	
Abr	-56.48	ND	-57.81	ND	-38.18	ND	-57.54	ND	-58.17	ND	-57.25	ND	
May	16.95	D	31.59	D	75.5	D	14.13	D	-13.32	ND	0.89	D	
Jun	204.22	D	225.18	D	159.21	D	202.38	D	188.28	D	184.25	D	
Jul	203.54	D	163.8	D	333.21	D	172.91	D	139.57	D	167.53	D	
Ago	149.49	D	133.81	D	91.26	D	123.34	D	103.91	D	120.05	D	
Sep	220.64	D	202.88	D	190.63	D	249.88	D	167.17	D	217.54	D	
Oct	-30.7	ND	-31.45	ND	3.57	D	-35.22	ND	-39.08	ND	-37.28	ND	
Nov	-77.62	ND	-77.2	ND	-76.42	ND	-77.08	ND	-78.5	ND	-78.17	ND	
Dic	-66.93	ND	-67.11	ND	-67.11	ND	-66.44	ND	-67.11	ND	-67.11	ND	
Déficit agua	424.88		426.56		372.84		429.85		450.02		433.64		

D: Disponibilidad, ND: No disponibilidad.

Tabla 88 Tabla No. 88 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075-2099 en el tramo 53 Río Mante de la CRGT.

Tramo: 53 Río Mante		Área tramo (ha): 6,920.933858						Futuro Lejano 2075-2099					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA		
	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	
Ene	-22.76	ND	-22.53	ND	-22.8	ND	-22.61	ND	-22.95	ND	-22.92	ND	
Feb	-21.56	ND	-21.58	ND	-21.14	ND	-21.58	ND	-21.57	ND	-21.58	ND	
Mar	-24.37	ND	-24.39	ND	-24.19	ND	-24.47	ND	-24.47	ND	-24.47	ND	
Abr	-22.92	ND	-23.27	ND	-22.05	ND	-23.21	ND	-23.31	ND	-23.14	ND	
May	-20.62	ND	-20.19	ND	-18.86	ND	-20.72	ND	-21.59	ND	-21.11	ND	
Jun	-20.31	ND	-19.73	ND	-21.48	ND	-20.37	ND	-20.72	ND	-20.9	ND	
Jul	-9.07	ND	-10.07	ND	-5.52	ND	-9.88	ND	-10.83	ND	-10	ND	
Ago	-13.4	ND	-13.78	ND	-15.17	ND	-14.11	ND	-14.66	ND	-14.2	ND	
Sep	-8.94	ND	-9.45	ND	-9.81	ND	-8.17	ND	-10.36	ND	-9.02	ND	
Oct	-20.24	ND	-20.26	ND	-19.25	ND	-20.37	ND	-20.47	ND	-20.44	ND	
Nov	-32.42	ND	-32.28	ND	-32.05	ND	-32.24	ND	-32.65	ND	-32.57	ND	
Dic	-27.19	ND	-27.33	ND	-27.33	ND	-26.98	ND	-27.33	ND	-27.32	ND	
Déficit agua	243.8		244.86		239.66		244.72		250.91		247.67		

ND: No disponibilidad.

Tabla 89 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075- 2099 en el tramo 54 Río Guayalejo 3 de la CRGT.

Tramo: 54 Río Guayalejo 3			Área tramo (ha): 235,174.7517				Futuro Lejano 2075-2099					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.
Ene	227.27	D	231.55	D	227.01	D	228.69	D	227.01	D	227.01	D
Feb	192.09	D	192.09	D	195.58	D	192.09	D	192.09	D	192.09	D
Mar	130.9	D	131.23	D	132.18	D	129.8	D	129.8	D	129.8	D
Abr	113.5	D	105.32	D	132.85	D	105.59	D	103	D	106.95	D
May	187.94	D	246.61	D	359.97	D	166.48	D	94.43	D	132.38	D
Jun	493.67	D	574.62	D	368.72	D	475.29	D	439.19	D	431.77	D
Jul	379.65	D	256.64	D	797.73	D	282.16	D	174.73	D	260.03	D
Ago	346.66	D	296.95	D	131.18	D	264.44	D	197.56	D	232.73	D
Sep	651.51	D	583.64	D	529.05	D	753.48	D	485.3	D	627.36	D
Oct	159.08	D	156.89	D	215.13	D	155.67	D	152.24	D	149.92	D
Nov	179.96	D	182.31	D	185.97	D	183.49	D	178.57	D	178.57	D
Dic	218.62	D	218.17	D	218.17	D	222.4	D	218.17	D	218.17	D
Déficit agua	0		0		0		0		0		0	

D: Disponibilidad.

Tabla 90 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075-2099 en el tramo 55 Arroyo El Cojo de la CRGT.

Tramo: 55 Arroyo El Cojo			Área tramo (ha): 40,138.65596				Futuro Lejano 2075-2099					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.
Ene	-4.56	ND	-3.32	ND	-4.74	ND	-4.31	ND	-4.74	ND	-4.74	ND
Feb	-4.38	ND	-4.38	ND	-4.37	ND	-4.38	ND	-4.38	ND	-4.38	ND
Mar	-4.42	ND	-4.34	ND	-4.43	ND	-4.43	ND	-4.43	ND	-4.43	ND
Abr	-4.29	ND	-4.7	ND	-3.02	ND	-4.76	ND	-4.76	ND	-4.7	ND
May	3.87	D	5.97	D	8.36	D	2.31	D	0.16	D	1.86	D
Jun	25.63	D	30.9	D	24.49	D	24.09	D	23.63	D	22.13	D
Jul	27.11	D	24.43	D	47.37	D	22.75	D	16.32	D	21.8	D
Ago	20.72	D	21.16	D	2.4	D	16.14	D	12.99	D	15.37	D
Sep	34.99	D	30.4	D	25.09	D	38.23	D	29.61	D	32.41	D
Oct	4.74	D	4.5	D	5.91	D	4.78	D	6.3	D	3.42	D
Nov	-5.22	ND	-4.87	ND	-4.57	ND	-4.56	ND	-5.37	ND	-5.37	ND
Dic	-4.08	ND	-4.65	ND	-4.59	ND	-2.93	ND	-4.62	ND	-4.65	ND
Déficit agua	26.95		26.25		25.71		25.36		28.3		28.26	

D: Disponibilidad, ND: No disponibilidad.

Tabla 91 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075- 2099 en el tramo 56 Río Tantoán de la CRGT.

Tramo: 56 Río Tantoán			Área tramo (ha): 61,738.64358				Futuro Lejano 2075-2099					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA	
	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.
Ene	-1.96	ND	0.45	D	-2.62	ND	-1.43	ND	-2.63	ND	-2.49	ND
Feb	-2.54	ND	-2.55	ND	-1.54	ND	-2.55	ND	-2.48	ND	-2.55	ND
Mar	-2.4	ND	-2.31	ND	-1.9	ND	-2.57	ND	-2.57	ND	-2.57	ND
Abr	-1.31	ND	-2.64	ND	1.83	D	-2.57	ND	-2.65	ND	-2.51	ND
May	16.87	D	20.01	D	27.4	D	16.24	D	8.98	D	12.46	D
Jun	58.2	D	63.32	D	53.37	D	58.6	D	55.04	D	54.4	D
Jul	80.38	D	73.67	D	114.42	D	73.19	D	64	D	70.6	D
Ago	52.14	D	50.05	D	28.35	D	44.64	D	40.12	D	44.74	D
Sep	69.03	D	63.61	D	58.53	D	75.22	D	56.01	D	63.21	D
Oct	14.51	D	15.67	D	19.94	D	14.6	D	13.49	D	13.28	D
Nov	-2.12	ND	-1.37	ND	0.24	D	-0.93	ND	-2.76	ND	-2.71	ND
Dic	-0.85	ND	-2.29	ND	-2.12	ND	1.09	D	-1.54	ND	-2.28	ND
Déficit agua	11.18		11.17		8.19		10.05		14.63		15.11	

D: Disponibilidad, ND: No disponibilidad.

Tabla 92 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075-2099 en el tramo 57 Río Guayalejo 4 de la CRGT.

Tramo: 57 Río Guayalejo 4		Área tramo (ha): 309,914.2826						Futuro Lejano 2075-2099					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA		
	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	DMA (Mm³)	Clasif.	
Ene	162.94	D	173.97	D	162.45	D	165.54	D	162.45	D	162.45	D	
Feb	133.22	D	133.22	D	137.38	D	133.22	D	133.22	D	133.22	D	
Mar	71.86	D	72.5	D	73.63	D	70.69	D	70.69	D	70.69	D	
Abr	50.68	D	39.04	D	84.84	D	39.31	D	36.72	D	40.76	D	
May	194.58	D	273.34	D	427.3	D	164.34	D	56.71	D	116.15	D	
Jun	670.13	D	791.7	D	517.67	D	646.6	D	595.26	D	577.45	D	
Jul	601.78	D	441.07	D	1234.27	D	459.26	D	290.77	D	424.87	D	
Ago	534.18	D	476.39	D	156.8	D	405.89	D	308.03	D	365.46	D	
Sep	867.14	D	760.02	D	666.7	D	1007.08	D	628.4	D	814.24	D	
Oct	152.81	D	153.39	D	235.49	D	149.28	D	145.78	D	133.46	D	
Nov	103.29	D	107.66	D	115.48	D	110.33	D	101.37	D	101.37	D	
Dic	157.36	D	154.3	D	154.31	D	168.93	D	154.49	D	154.3	D	
Déficit agua	0		0		0		0		0		0		

D: Disponibilidad.

Tabla 93 Resultados del balance hidráulico para el escenario RCP4.5, futuro lejano 2075- 2099 en el tramo 58 Río Tamesí de la CRGT.

Tramo: 58 Río Tamesí		Área tramo (ha): 198,278.6966						Futuro Lejano 2075-2099					
Mes	Escenario Base		CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		REA		
	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	DMA (Mm ³)	Clasif.	
Ene	222.49	D	233.63	D	222	D	225.09	D	222	D	222	D	
Feb	339.02	D	339.02	D	343.19	D	339.02	D	339.02	D	339.02	D	
Mar	352.64	D	353.27	D	354.41	D	351.47	D	351.47	D	351.47	D	
Abr	321.53	D	309.9	D	355.7	D	310.17	D	307.58	D	311.62	D	
May	397.44	D	479.27	D	674.72	D	366	D	256.73	D	317.2	D	
Jun	913.91	D	1052.12	D	761.65	D	889.66	D	754.47	D	771.25	D	
Jul	833.41	D	663.17	D	1550.67	D	677.13	D	487.63	D	640.03	D	
Ago	890.11	D	833.43	D	446.85	D	745.22	D	635.28	D	702	D	
Sep	1209.98	D	1083.32	D	969.63	D	1366.26	D	944.27	D	1144.06	D	
Oct	477.47	D	480.77	D	564.07	D	475.5	D	476.26	D	455.42	D	
Nov	395.49	D	399.91	D	408.36	D	402.84	D	393.57	D	393.57	D	
Dic	468.12	D	465.06	D	465.07	D	479.93	D	465.24	D	465.06	D	
Déficit agua	0		0		0		0		0		0		

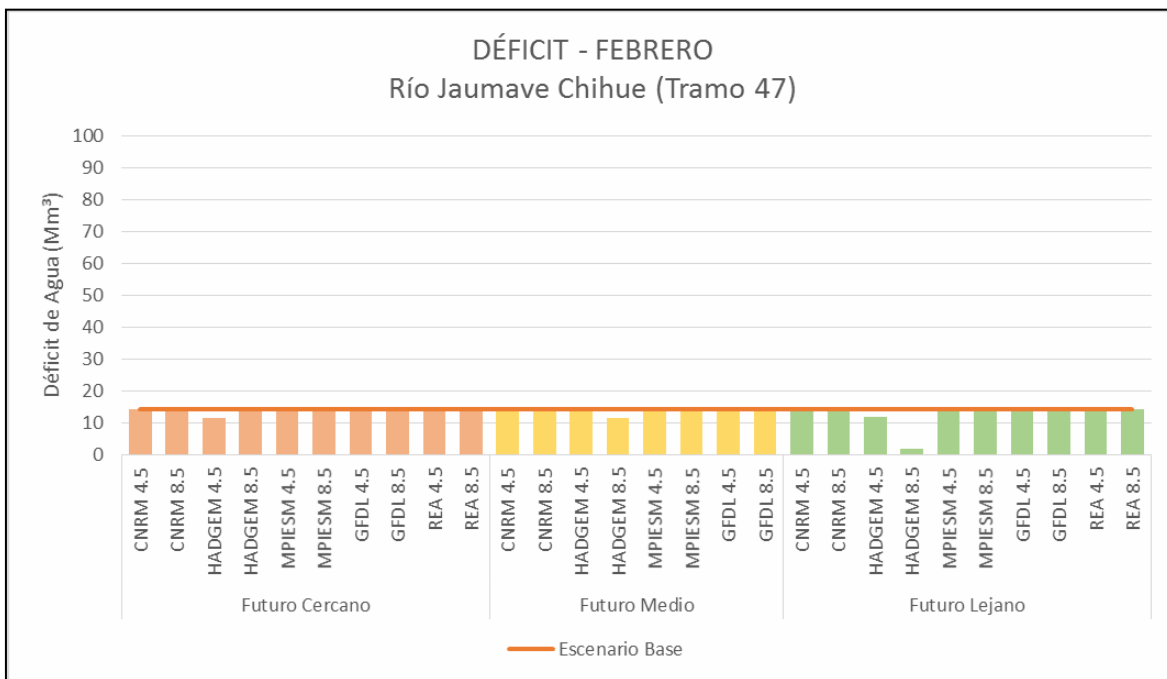
D: Disponibilidad.

Los resultados de las tablas anteriores se pueden también mostrar en forma de gráficas. Sin embargo, para reducir el número de gráficas y considerando los meses en donde no se presentan mayores precipitaciones (meses de estiaje) y los meses de lluvia, se tomó la decisión de mostrar únicamente las gráficas de los volúmenes de déficit de agua en los meses de febrero, mayo, agosto y noviembre (es decir, por trimestre) para los tramos de la CRGT que presenten dicho déficit, para los dos escenarios de cambio climático: RCP4.5 y RCP8.5, para los tres horizontes de planeación: futuro cercano (2015-2039), futuro medio (2045-2069) y futuro lejano (2075-2099), para el escenario base y para los cuatro modelos de circulación general y el ensamble REA. De las Gráficas No.1 a la No.9 se muestran el déficit de agua para el mes de febrero, para los tramos en donde se presenta déficit de agua en la CRGT, para los dos escenarios de cambio climático, para los tres horizontes de planeación, para los cuatro modelos de circulación y el ensamble REA. El déficit de agua para el escenario base está representado por la línea roja en cada una de estas gráficas. En las Gráficas No. 10 a la No. 26 se muestra la misma información, pero para los meses de mayo, agosto y noviembre respectivamente.

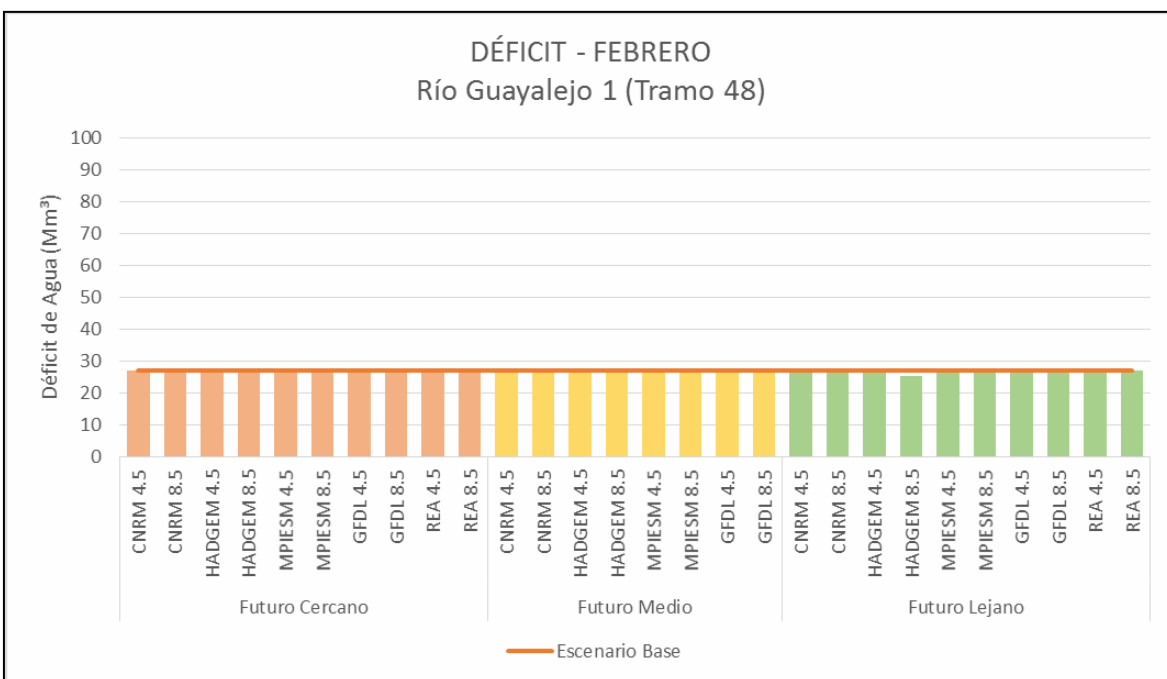
Analizando estas gráficas se puede concluir que cada tramo de la CRGT posee un comportamiento hidrológico diferente, que los volúmenes de usos de agua son también diferentes y que por lo tanto no se puede observar un patrón de comportamiento general para toda la CRGT. Lo que sí se observa claramente es que los meses de estiaje (noviembre y febrero) presentan volúmenes de déficit de agua en la mayoría de los tramos de la CRGT, y en los meses de lluvias (mayo y agosto) los déficits de agua prácticamente se eliminan en la mayoría de los tramos de la CRGT, por tal motivo, los tramos sin déficit no se presentan en la siguiente serie de gráficas que muestran claramente el comportamiento de estos déficits de volumen de agua en los tramos y meses seleccionados.

Por otro lado, las gráficas para todos los meses se pueden ver en el archivo en Excel ubicado en el Anexo No. 7.

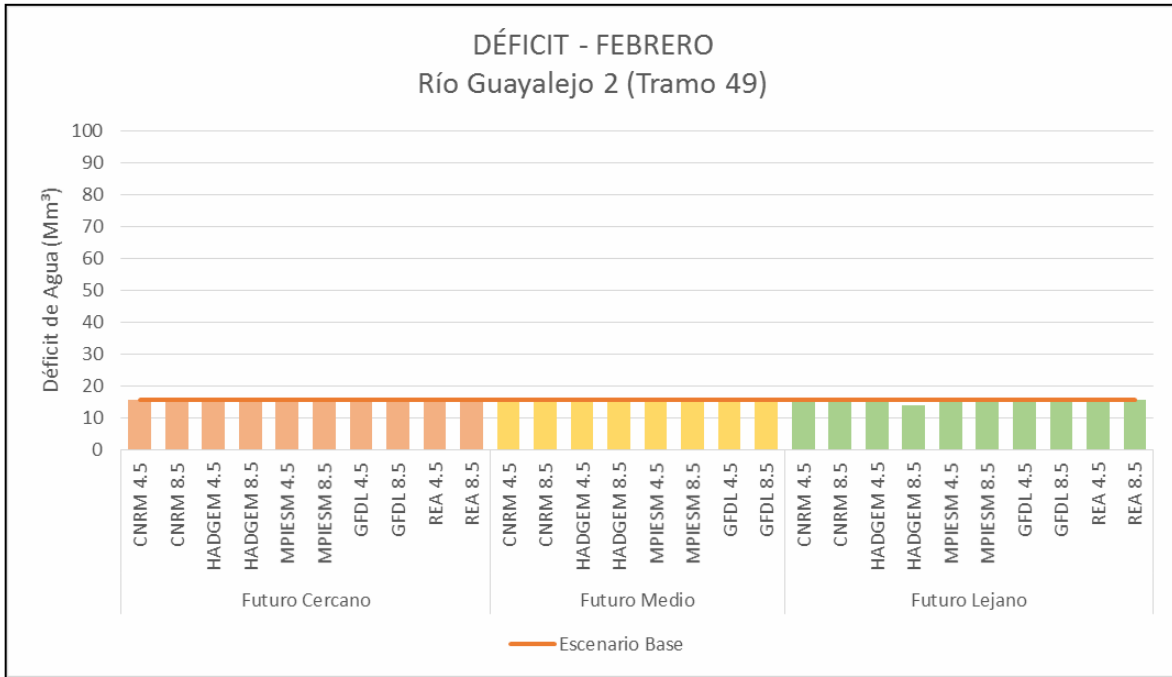
Gráfica 1 Déficit de agua en el tramo 47 Río Jaumave – Chihue de la CRGT para el mes de Febrero.



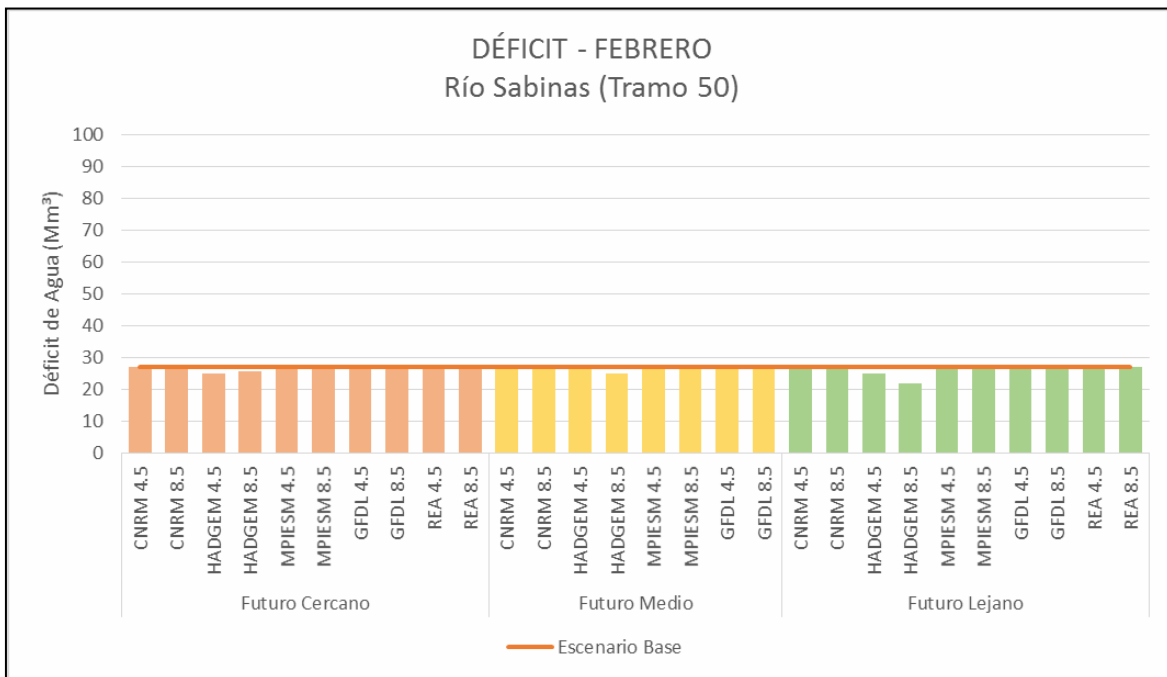
Gráfica 2 Déficit de agua en el tramo 48 Río Guayalejo 1 de la CRGT para el mes de Febrero.



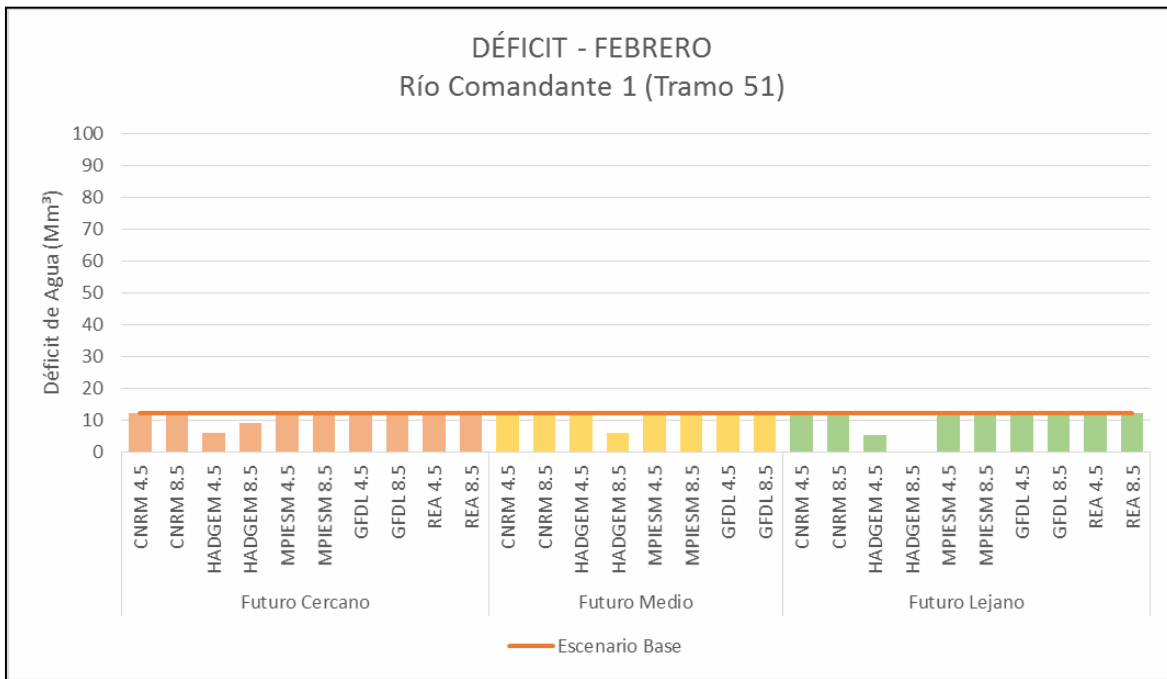
Gráfica 3 Déficit de agua en el tramo 49 Río Guayalejo 2 de la CRGT para el mes de Febrero.



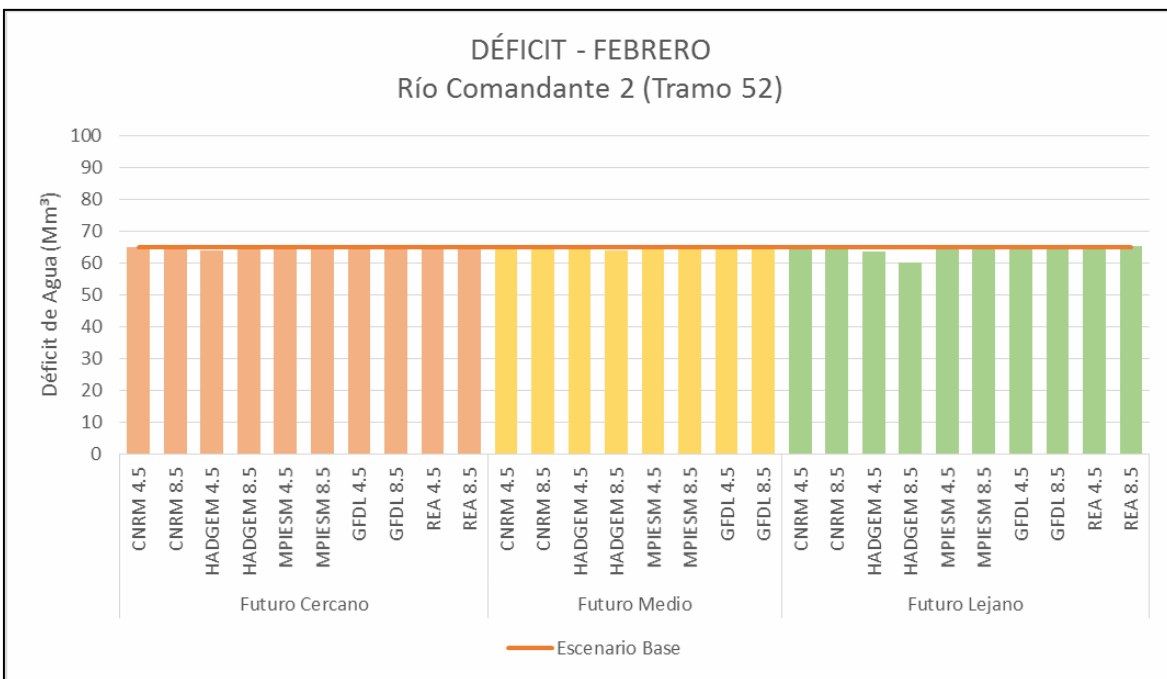
Gráfica 4 Déficit de agua en el tramo 50 Río Sabinas de la CRGT para el mes de Febrero.



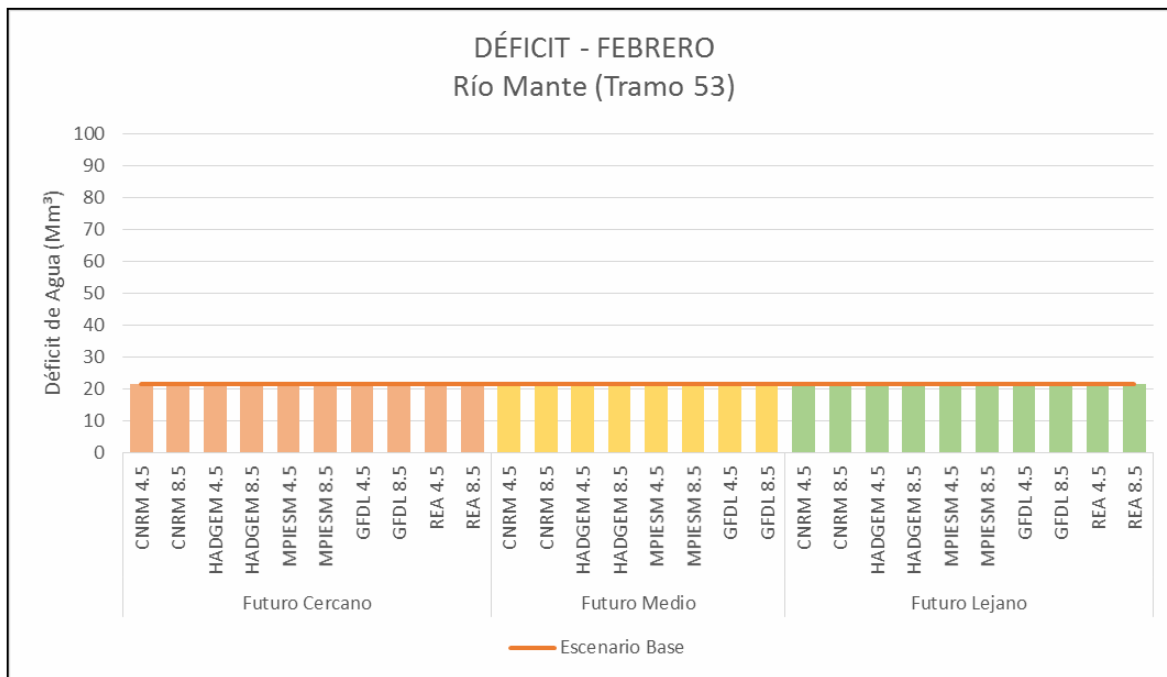
Gráfica 5 Déficit de agua en el tramo 51 Río Comandante 1 de la CRGT para el mes de Febrero.



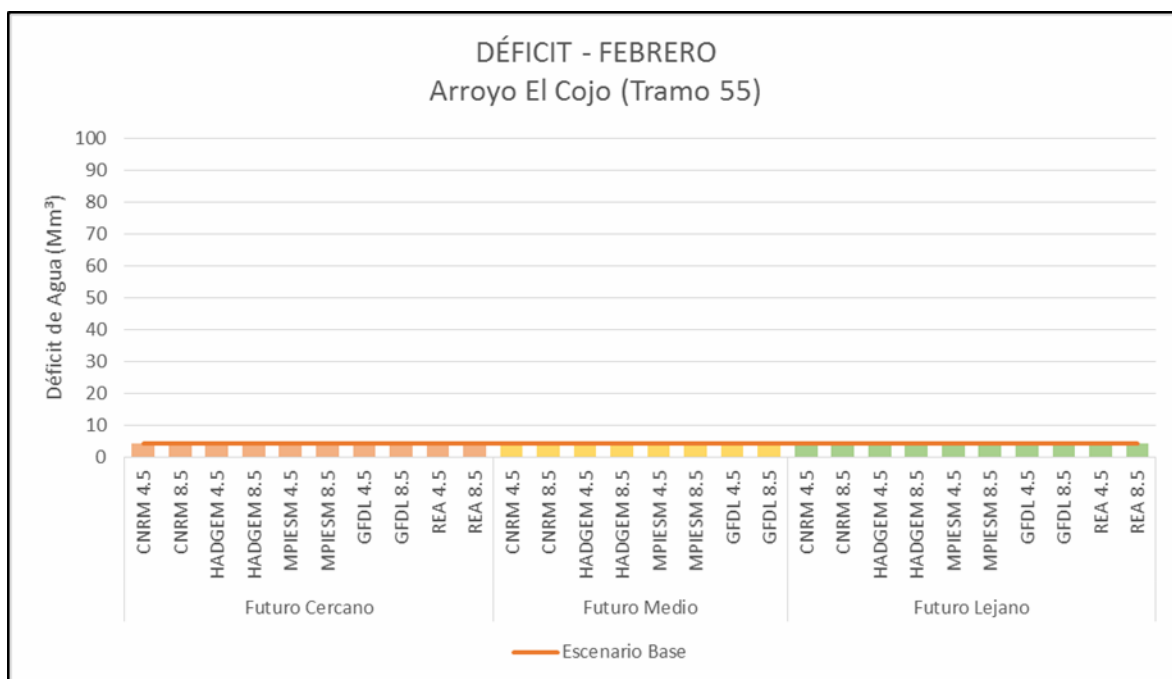
Gráfica 6 Déficit de agua en el tramo 52 Río Comandante 2 de la CRGT para el mes de Febrero.



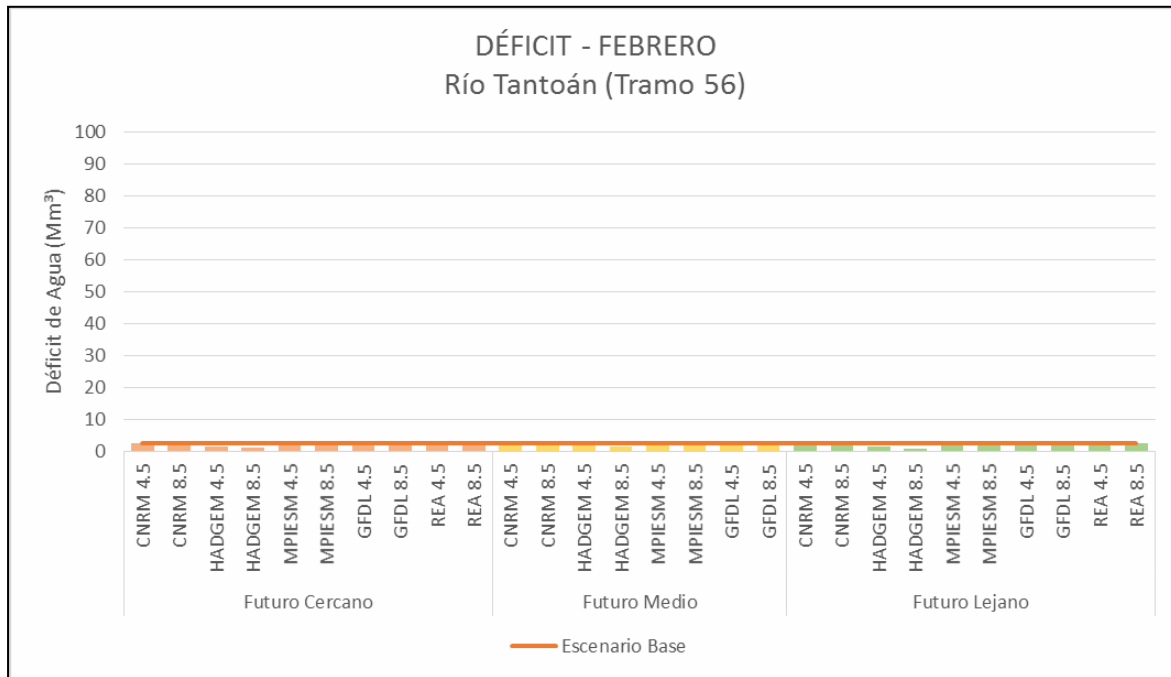
Gráfica 7 Déficit de agua en el tramo 53 Río Mante de la CRGT para el mes de Febrero.



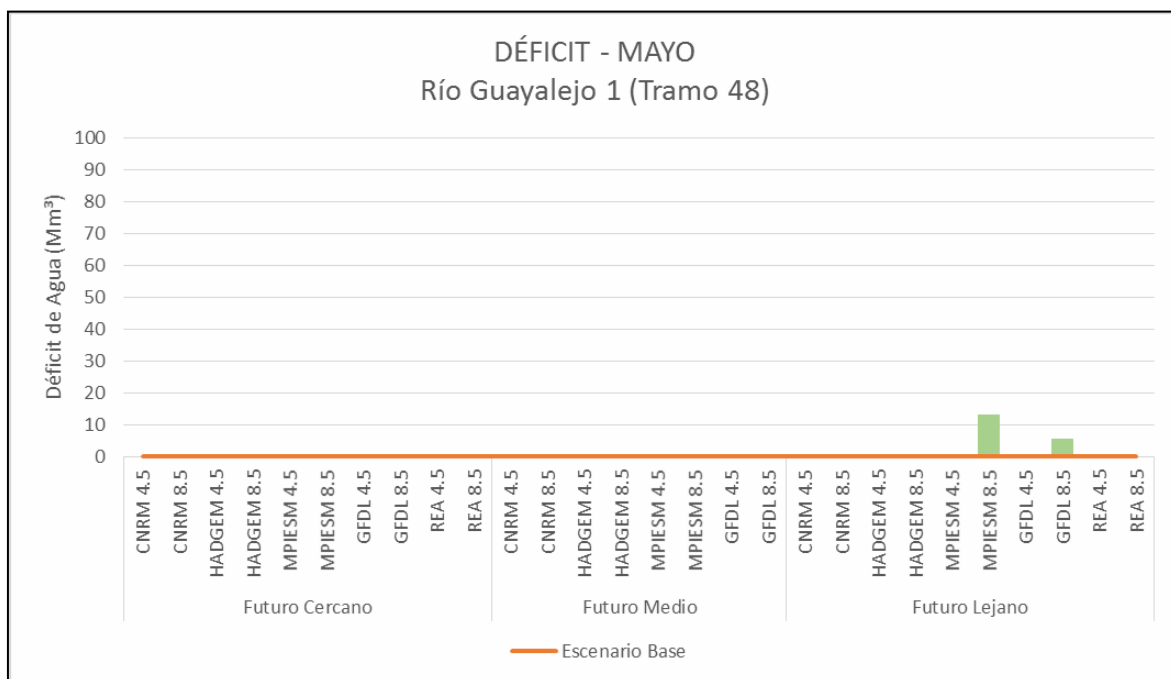
Gráfica 8 Déficit de agua en el tramo 55 Arroyo El Cojo de la CRGT para el mes de Febrero.



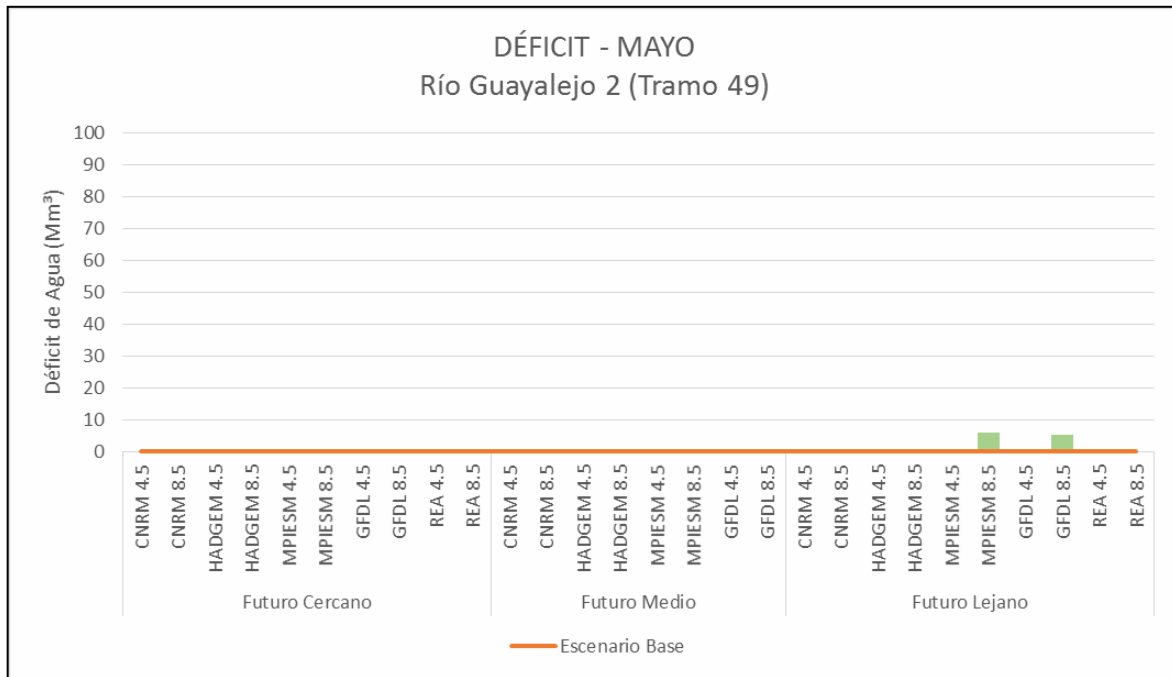
Gráfica 9 Déficit de agua en el tramo 56 Río Tantoán de la CRGT para el mes de Febrero.



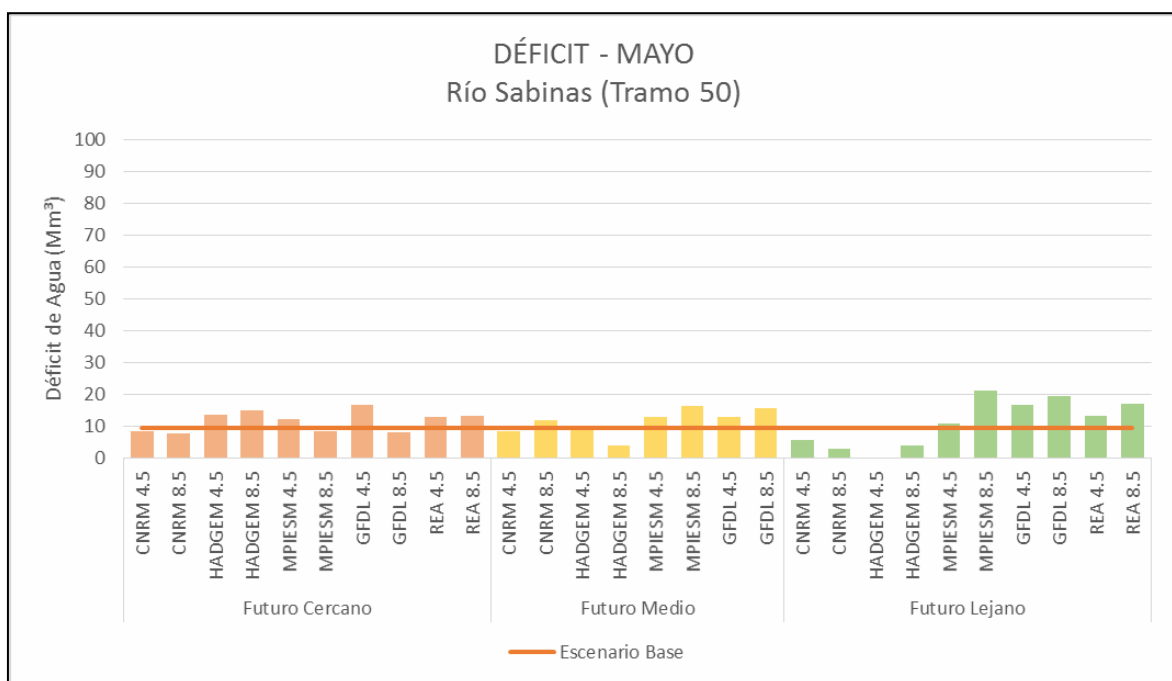
Gráfica 10 Déficit de agua en el tramo 48 Río Guayalejo 1 de la CRGT para el mes de Mayo.



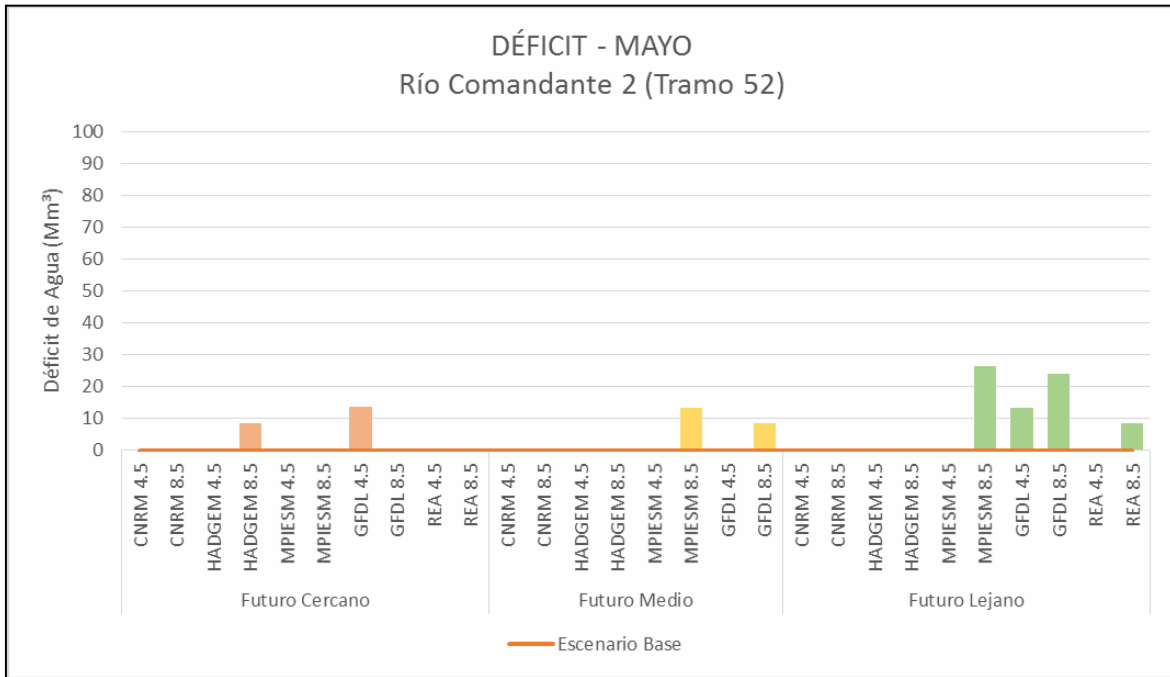
Gráfica 11 Déficit de agua en el tramo 49 Río Guayalejo 2 de la CRGT para el mes de Mayo.



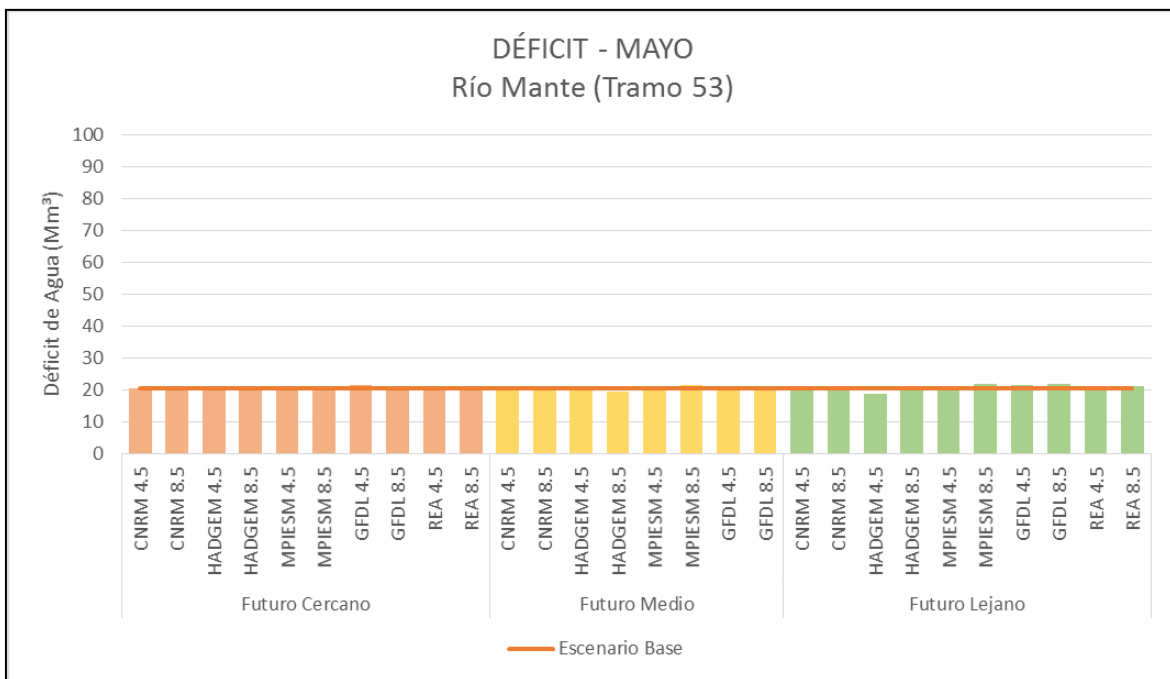
Gráfica 12 Déficit de agua en el tramo 50 Río Sabinas de la CRGT para el mes de Mayo.



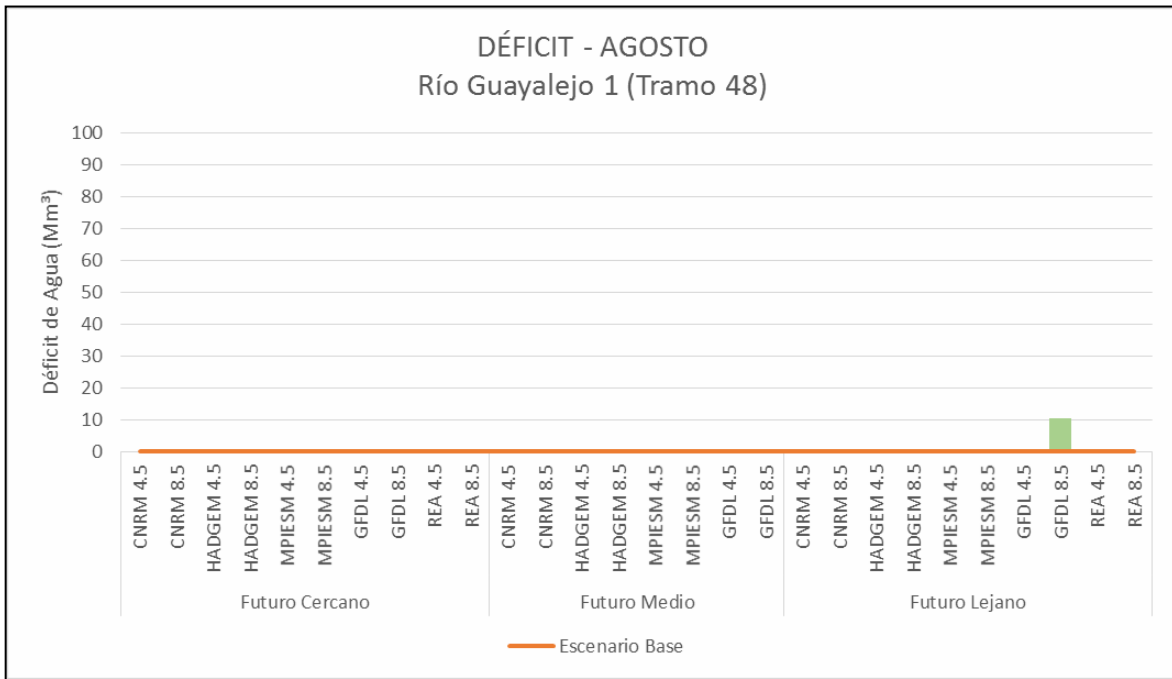
Gráfica 13 Déficit de agua en el tramo 52 Río Comandante 2 de la CRGT para Mayo.



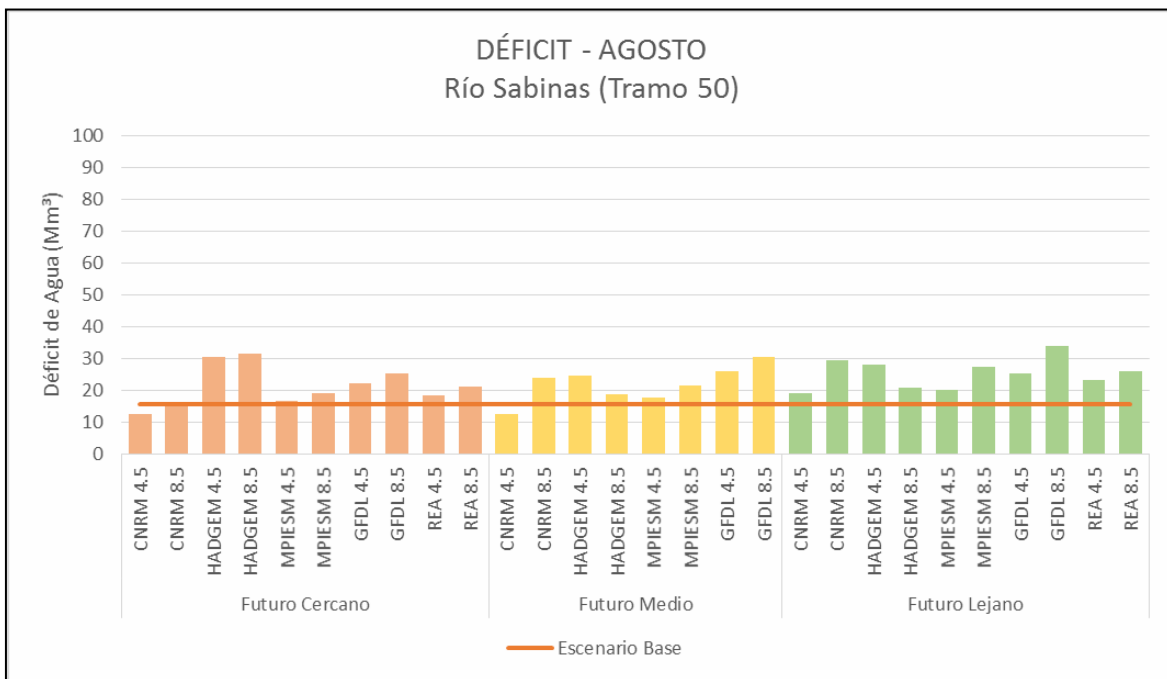
Gráfica 14 Déficit de agua en el tramo 53 Río Mante de la CRGT para el mes de Mayo.



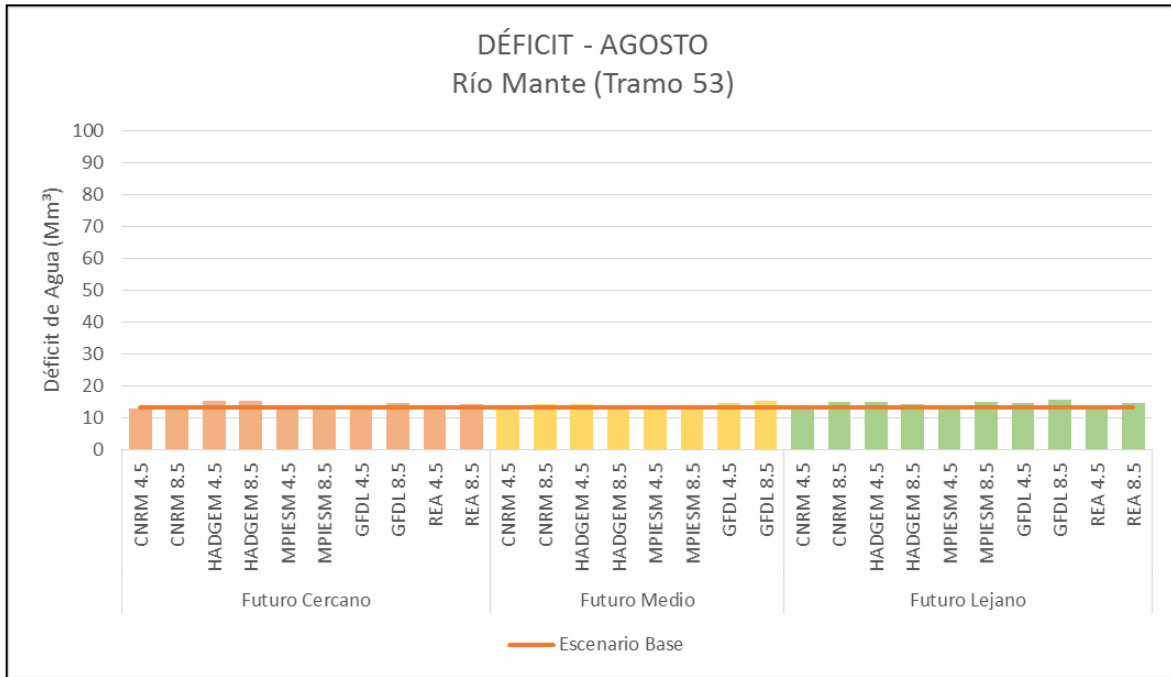
Gráfica 15 Déficit de agua en el tramo 48 Río Guayalejo 1 de la CRGT para el mes de Agosto.



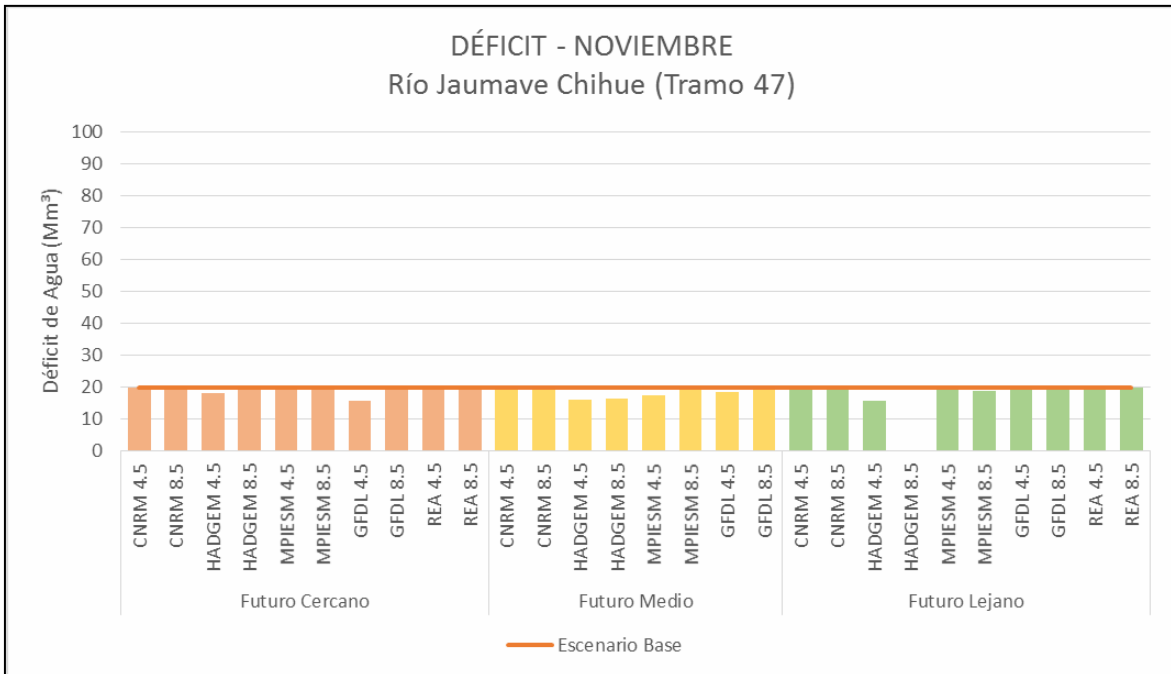
Gráfica 16 Déficit de agua en el tramo 50 Río Sabinas de la CRGT para el mes de Agosto.



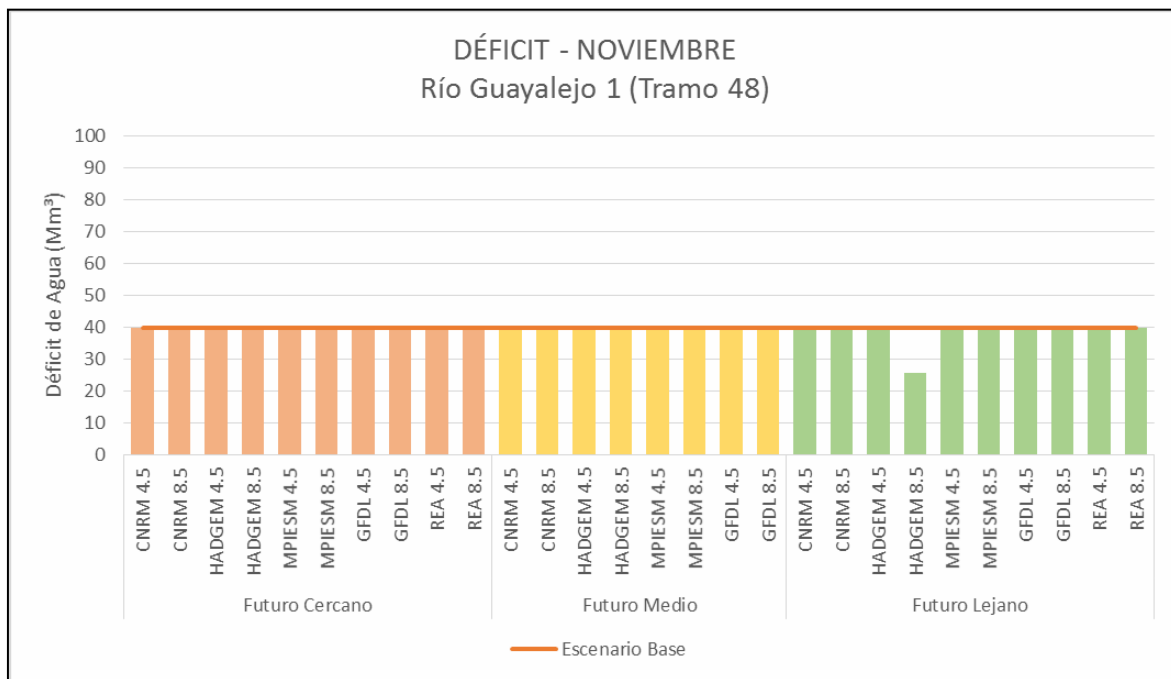
Gráfica 17 Déficit de agua en el tramo 53 Río Mante de la CRGT para el mes de Agosto.



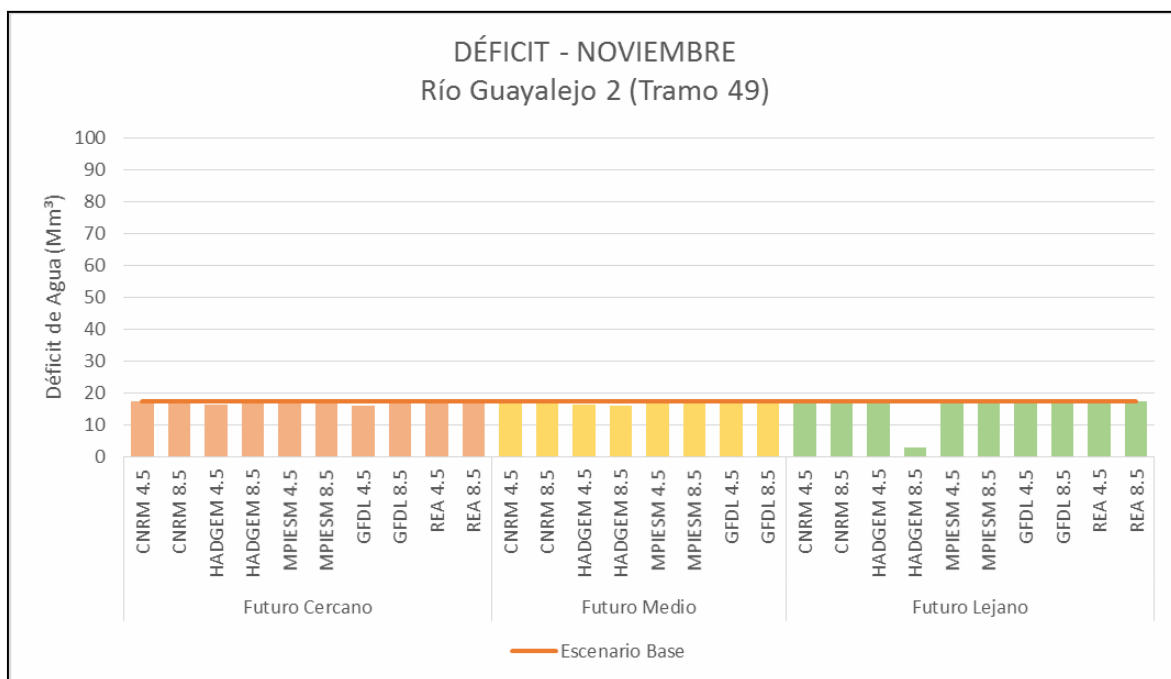
Gráfica 18 Déficit de agua en el tramo 47 Río Jaumave - Chihue de la CRGT para el mes de Noviembre.



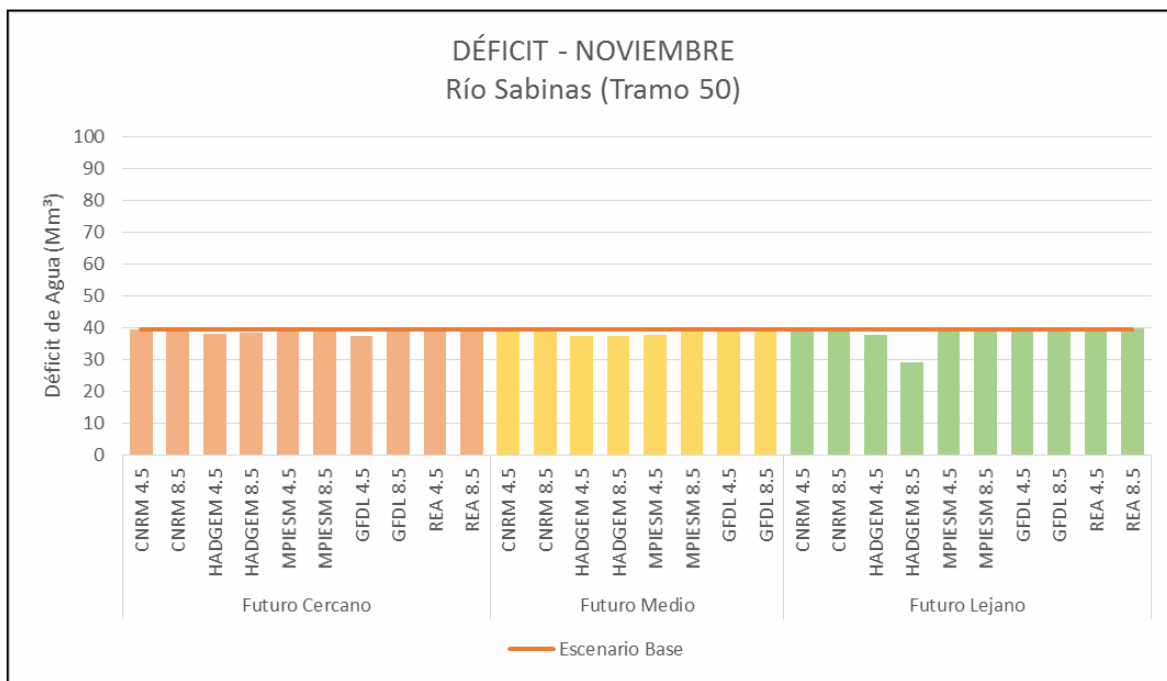
Gráfica 19 Déficit de agua en el tramo 48 Río Guayalejo 1 de la CRGT para el mes de Noviembre.



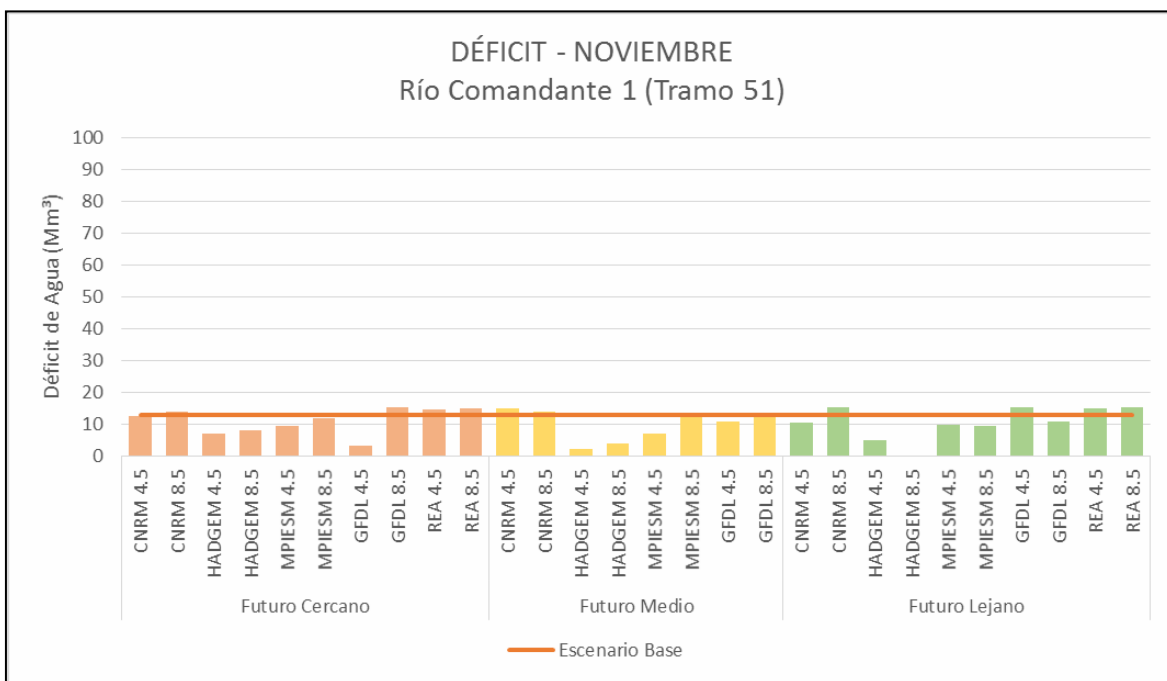
Gráfica 20 Déficit de agua en el tramo 49 Río Guayalejo 2 de la CRGT para el mes de Noviembre.



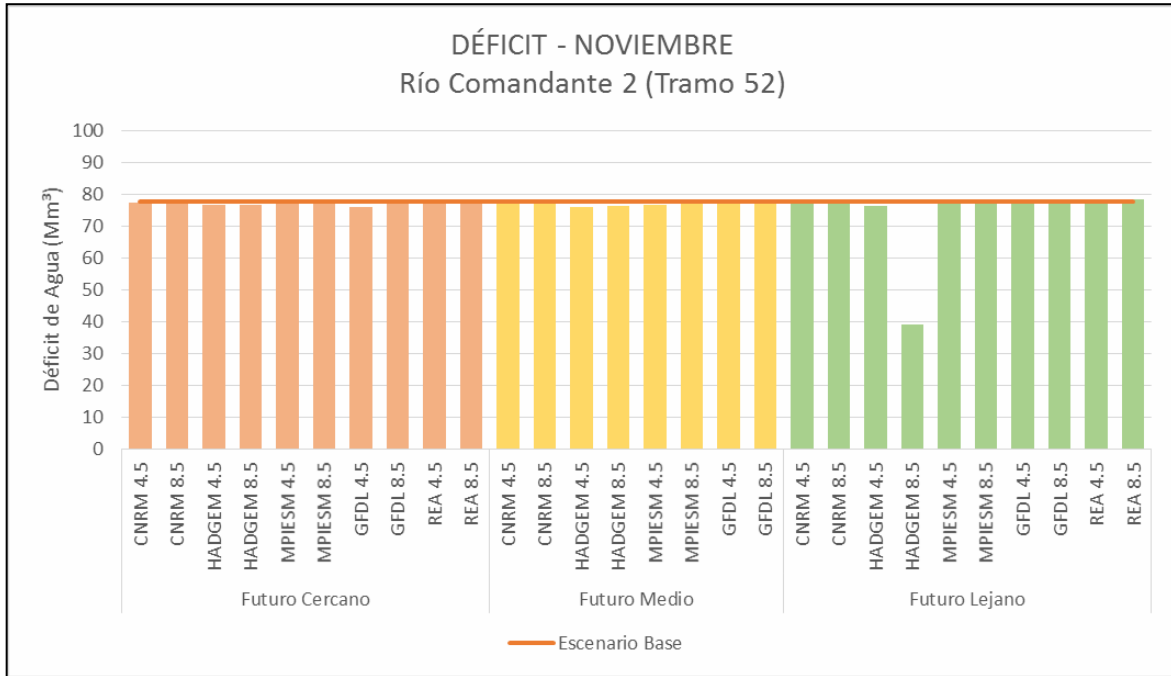
Gráfica 21 Déficit de agua en el tramo 50 Río Sabinas de la CRGT para el mes de Noviembre.



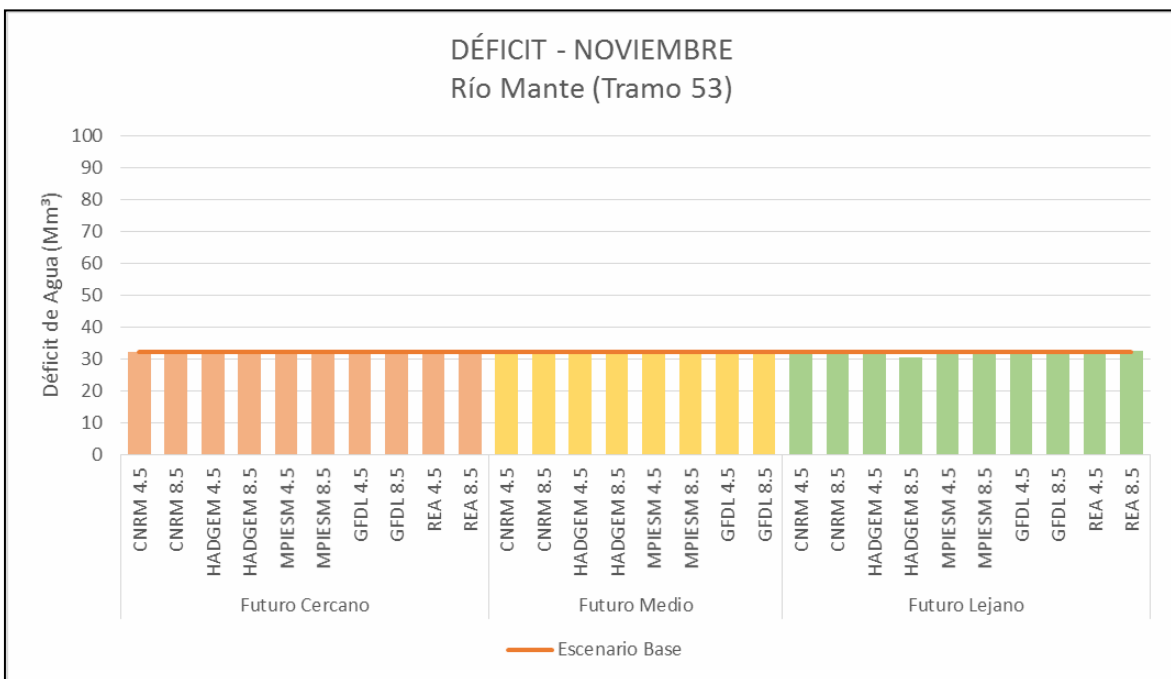
Gráfica 22 Déficit de agua en el tramo 51 Río Comandante 1 de la CRGT para el mes de Noviembre.



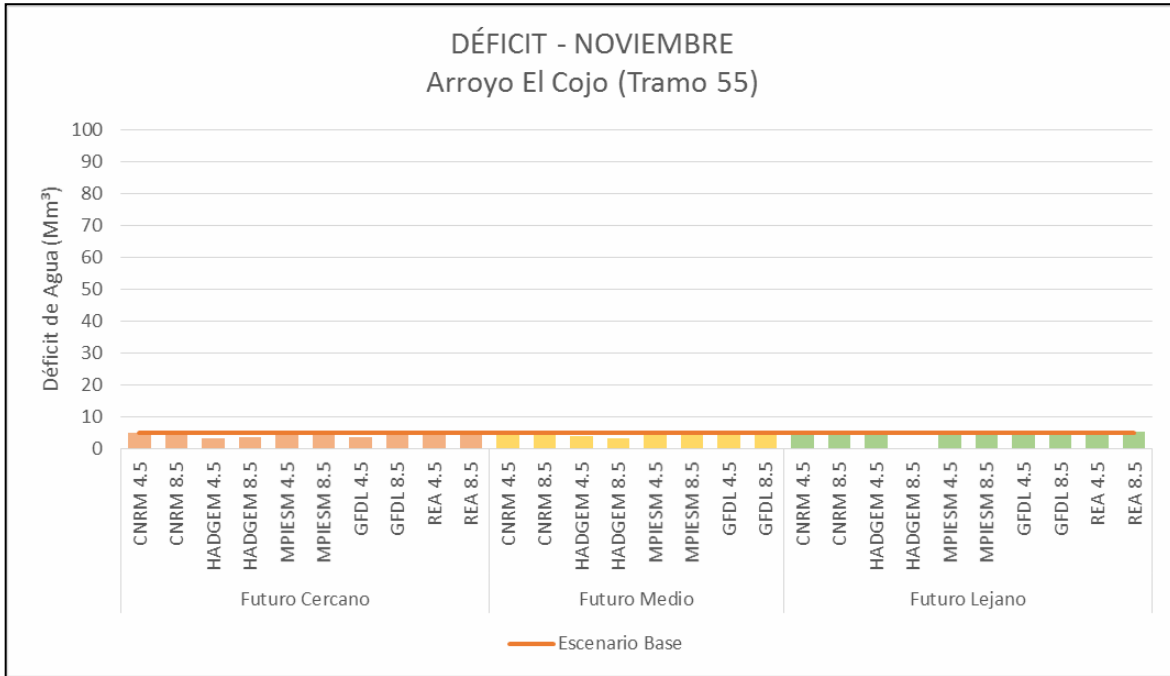
Gráfica 23 Déficit de agua en el tramo 52 Río Comandante 2 de la CRGT para el mes de Noviembre.



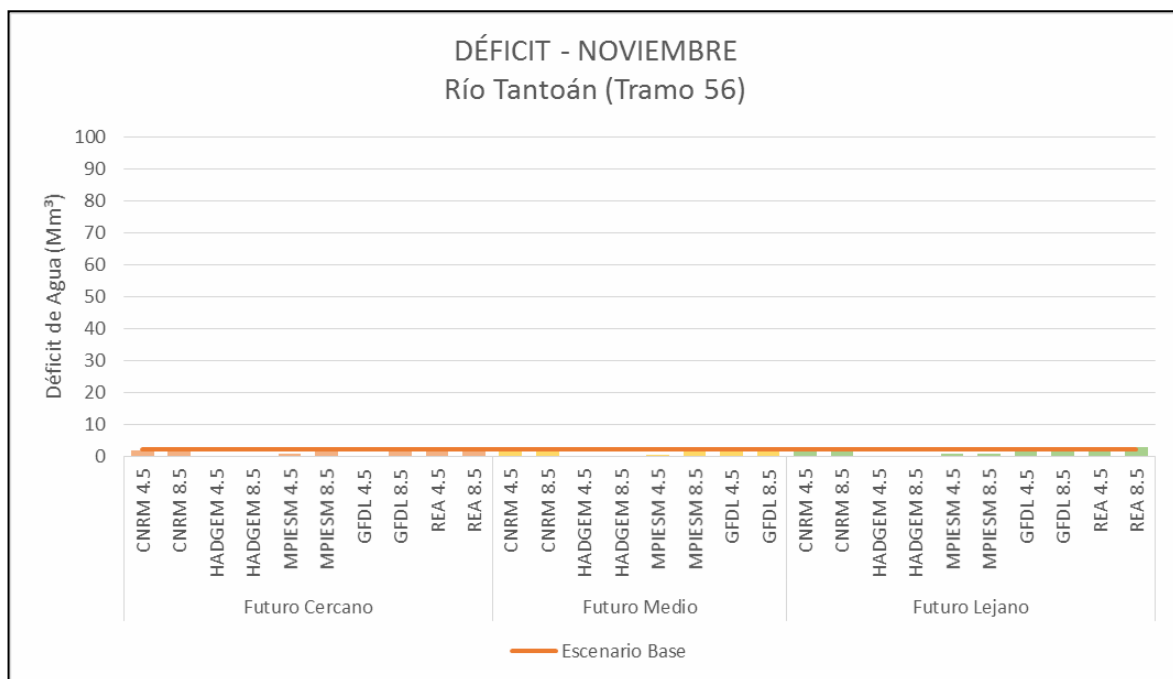
Gráfica 24 Déficit de agua en el tramo 53 Río Mante de la CRGT para el mes de Noviembre.



Gráfica 25 Déficit de agua en el tramo 55 Arroyo El Cojo de la CRGT para el mes de Noviembre.



Gráfica 26 Déficit de agua en el tramo 56 Río Tantoán de la CRGT para el mes de Noviembre.



Otra manera de presentar los resultados de las gráficas anteriores, es mediante la siguiente tabla No. 94 que muestra cada uno de los tramos para los cuatro meses, en donde “D” significa que hay disponibilidad, es decir, que no hay déficit de agua para ningún modelo y escenario, mientras que “ND” significa que no hay disponibilidad, es decir, que no hay agua y por lo tanto existe un volumen de déficit para todos los modelos y para ambos escenarios de cambio climático.

Tabla 94 Resumen del comportamiento del Déficit de Agua para los 12 tramos, para los meses representativos en los tres horizontes de planeación.

TRAMO	Futuro Cercano				Futuro Mediano				Futuro Lejano				OBSERVACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL TRAMO
	Feb	May	Ago	Nov	Feb	May	Ago	Nov	Feb	May	Ago	Nov	
47 Jaumave-Chihue	ND	D	D	ND	ND	D	D	ND	ND	D	D	ND	Como se muestra la para todos los modelos para los tres horizontes de planeación en febrero y noviembre hay escases de agua del orden de 14 a 19 Mm ³ de déficit de agua.
48 Guayalejo 1	ND	D	D	ND	ND	D	D	ND	ND	ND	ND	ND	Este tramo presenta un comportamiento similar al anterior, sin embargo, en el futuro lejano la situación se agudiza, debido a que no se cuenta con disponibilidad para ningún modelo incluso en meses con lluvia, logrando a presentar un déficit de 39.79 Mm ³ para el Modelo CNRM- CM5 para el horizonte 4.5. Incluso en el escenario base ya se tiene escases de agua en meses en donde regularmente llueve, y en meses lluviosos hay suficiente agua.
49 Guayalejo 2	ND	D	D	ND	ND	D	D	ND	ND	ND	D	ND	Nuevamente los meses de estiaje hay escases de agua y los meses con lluvia si hay agua para el RCP 4.5, sin embargo, el horizonte lejano la insuficiente volumétrica se extiende a mayo donde aún no hay disponibilidad, esto lo registra el modelo MPIE-ESM y GFDL-CM3 ambos para el RCP 8.5. Para noviembre para el futuro lejano, el Modelo HADGEM para el RCP 8.5 se muestra optimista en cuando un déficit mucho menor a los demás modelos.
50 Río Sabinas	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	Este tramo es crítico, debido a que desde el escenario base no se cuenta con disponibilidad para los meses de lluvia y estiaje, por lo tanto, los escenarios futuros de cambio climático son aún más severos. Para el caso extremos del mes de noviembre del escenario base se tiene un déficit de 39.44 Mm ³ , mientras que para el modelo más severo GFDL-CM3 para el futuro lejano se estima un déficit de 39.92 Mm ³ .
51 Comandante 1	ND	D	D	ND	ND	D	D	ND	ND	D	D	ND	El patrón de comportamiento está relacionado con el comportamiento de las lluvias, es este caso se presentan déficit de agua en el estiaje del orden de los 12 a 14 Mm ³ para los diferentes casos de impacto de cambio climático (4 Modelos, ensamble REA, 3 horizontes y dos RCP's).
52 Comandante 2	ND	ND	D	ND	ND	ND	D	ND	ND	ND	D	ND	Este tramo muestra una significativa diferencia entre los meses de estiaje y de lluvia, mientras en la temporada de lluvia hay disponibilidad de hasta 225 Mm ³ para el RCP 4.5 para el GFDL-CM3 en el futuro lejano no hay agua en aproximadamente 78Mm ³ .
53 Río Mante	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	El tramo Río Mante presenta estrés hídrico en todos los meses representativos, para todos los modelos y ensamble para ambos RCP's. noviembre es el mes más crítico, con déficit de disponibilidad de casi 32 Mm ³ para todos los casos de impacto de cambio climático.

54 Guayalejo 3	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	Este tramo cuenta con el DDR Mante y Xicoténcatl, pero por la presencia de las presas Emilio Portes Gil y Ramiro Caballero no se presentan problemas de disponibilidad de agua aún con impacto de cambio climático.
55 A. El Cojo	ND	D	D	ND	ND	D	D	ND	ND	D	D	ND	Los déficits en este tramo son mínimos del orden de 4 a 5 Mm3 para los meses con lluvia, y tienen un patrón nuevamente similar de disponibilidad en los meses con lluvia.
56 Río Tatoán	ND	D	D	ND	ND	D	D	ND	ND	D	D	ND	Tatoán no presenta tanto problema a futuro, sus déficits se estiman en el orden de 2 a 3 Mm3 para todos los casos de impacto de cambio climático, incluso en el escenario base, esto bajo el mismo patrón que el tramo anterior, meses de lluvia hay recurso, meses sin lluvia hay estrés, aun los impactos de cambio climático no son tan severos.
57 Guayalejo 4	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	Para este tramo se cuenta con suficiente volumen de agua para todos los meses del año, debido en gran medida a la presencia del Distrito de Riego Las Ánimas, que favorece a los meses con y sin lluvia para todos los modelos, el ensamble y los diferentes horizontes.
58 Río Tamesí	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	El tramo del Río Tamesí tiene una amplia disponibilidad debido al Sistema Lagunario. El mayor problema que se puede presentar en esta zona es la calidad del agua, sin embargo, la existencia del recurso es aún suficiente.

D: Disponibilidad, ND: No Disponibilidad

Otra forma de ver estos resultados se muestra en el Anexo 7.1 en donde se incluyeron una serie de mapas que muestran los déficits de agua en los 12 tramos de la CRGT para el escenario base, los dos escenarios de cambio climático, los tres horizontes de planeación, los cuatro modelos de cambio climático y el ensamble REA.

4. Metodología aplicada para estimar las temperaturas ponderadas y evaporación neta en las presas de la CRGT

Para llevar a cabo este proceso se han extraído las anomalías de temperatura para incorporarlas a la incidencia de la evaporación en las tres presas en funcionamiento de la CRGT. Se ha tomado esta decisión para complementar el Método del SCS incorporando el parámetro de temperatura y el impacto que este tiene en la evaporación neta en las presas. Por lo tanto, se incluye la temperatura con sus respectivas anomalías para los 4 Modelos y el ensamble REA, para los dos RCP's y los tres horizontes de planeación, únicamente para los dos tramos en donde se localizan estas presas, siendo el Tramo 54 Guayalejo 3 que abarca la presa Emilio Portes Gil y la Ramiro Caballero "Las Ánimas" y el Tramo 58 del Río Tamesí donde se ubica el Sistema Lagunario del Río Tamesí. Este proceso permitió estimar el funcionamiento de los vasos de almacenamiento considerando las anomalías mensuales de temperatura y su relación con la evaporación, que por consiguiente incide en la capacidad de almacenamiento de las presas. Esta determinación de analizar solamente los tramos con presas, es debido a que en los tramos donde no hay almacenamiento, es decir donde el agua simplemente fluye, el incremento de temperatura tiene un impacto casi despreciable.

En el Anexo 9, se presenta el proceso de cálculo que se ha seguido para determinar la evaporación neta sin considerar la temperatura y por otro lado considerado la temperatura impactada por cambio climático.

Se puede observar un incremento en el porcentaje de cambio de la evaporación neta para el futuro lejano. Los modelos y escenarios para un futuro cercano muestran incrementos en la evaporación del orden 4 a 7%, mientras que para un futuro medio del 6 al 11%, y por último en el horizonte lejano se registran incrementos en la evaporación neta en un rango de 8 al 13% para el RCP 4.5, mientras que en el RCP 8.5 los incrementos oscilan entre 15 al 22%. Por otro lado, el cambio en la capacidad de almacenamiento en las presas incorporando el cambio climático no es significativo en cuanto a la pérdida de agua por evaporación. En el futuro cercano no se tendrían problemas por pérdidas de agua para este caso, pero para el futuro lejano se comenzarían a generar pérdidas del orden del 2% en la capacidad de almacenamiento. Dado que el anterior porcentaje es tan pequeño se puede concluir que la temperatura no tiene un impacto importante en el balance hidráulico de la CRGT, esto también podría deberse al comportamiento de las precipitaciones que mantienen niveles suficientes de almacenamiento en las presas.

Nuevamente se recomienda ingresar al archivo del Anexo 9, llamado Evaporación Neta con y sin temperatura media, en donde se muestra el proceso seguido para el cálculo de las temperaturas para el escenario base y los de impactos de cambio climático, así como su incidencia en la evaporación neta.

En las siguientes Tablas de la No. 95 a la No. 103 se presenta el análisis del comportamiento de las evaporaciones netas (E.N.) mensuales en las tres presas en funcionamiento de la CRGT, sin considerar la temperatura y considerando el impacto del cambio climático del parámetro de temperatura en sus diferentes modelos, escenarios y horizontes. De igual manera, se observa la Capacidad Final de Almacenamiento (C.F.A.) del embalse. Para fines prácticos, únicamente se muestra el escenario RCP4.5 para los cuatro modelos y el ensamble REA en los tres horizontes de planeación, recordando que para el futuro medio no se cuentan con anomalías para el ensamble REA.

Tabla 95 Estimación de la Evaporación Neta (mm) para la presa Emilio Portes Gil en el tramo 54 Río Guayalejo 3 para el RCP4.5, horizonte cercano.

Mes	Análisis de la Evaporación sin y con la consideración de la Temperatura impactada por cambio climático									
	CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		Ensamble REA	
	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)
Ene	90.9	94.1	90.9	98.99	90.9	94.97	90.9	97.71	90.9	94.8
Feb	118.6	123.1	118.6	123.51	118.6	124.22	118.6	124.25	118.6	123.91
Mar	168.3	174.28	168.3	175.72	168.3	174.88	168.3	180.29	168.3	177.31
Abr	170	175.57	170	179.61	170	177.39	170	181.58	170	178.44
May	144.5	147.37	144.5	151.72	144.5	150.79	144.5	154.1	144.5	151.56
Jun	44	45.08	44	45.97	44	45.68	44	47.41	44	45.81
Jul	16.6	17.05	16.6	17.36	16.6	17.31	16.6	18.05	16.6	17.33
Ago	65.1	66.82	65.1	68.37	65.1	67.96	65.1	69.77	65.1	67.88
Sep	46.3	47.97	46.3	49.17	46.3	48.11	46.3	50.1	46.3	48.19
Oct	59.9	61.94	59.9	63.99	59.9	62.63	59.9	63.75	59.9	62.51
Nov	100.2	105.73	100.2	108.97	100.2	106.94	100.2	107.11	100.2	105.47
Dic	90.8	95.22	90.8	97.73	90.8	94.44	90.8	98.3	90.8	95.09
E.N. Total	1115.2	1154.23	1115.2	1181.1	1115.2	1165.31	1115.2	1192.41	1115.2	1168.3
% cambio E.N.	3.5		5.91		4.49		6.92		4.76	
C.F.A. Total	123.96	123.96	123.96	123.96	123.96	123.96	123.96	123.96	123.96	123.96
% cambio C.F.A.	0		0		0		0		0	

E.N.: Evaporación Neta, C.F.A.: Capacidad Final de Almacenamiento

Tabla 96 Estimación de la Evaporación Neta (mm) para la presa Ramiro Caballero “Las Ánimas” en el tramo 54 Río Guayalejo 3 para el RCP4.5, horizonte cercano.

Mes	Análisis de la Evaporación sin y con la consideración de la Temperatura impactada por cambio climático									
	CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		Ensamble REA	
	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)
Ene	65.1	67.39	65.1	70.9	65.1	68.02	65.1	69.98	65.1	67.89
Feb	89.4	92.79	89.4	93.1	89.4	93.63	89.4	93.66	89.4	93.4
Mar	142.5	147.56	142.5	148.78	142.5	148.07	142.5	152.65	142.5	150.13
Abr	142.3	146.96	142.3	150.34	142.3	148.49	142.3	151.99	142.3	149.36
May	132.5	135.13	132.5	139.12	132.5	138.26	132.5	141.3	132.5	138.97
Jun	30.8	31.56	30.8	32.18	30.8	31.98	30.8	33.19	30.8	32.07
Jul	-3.1	-3.18	-3.1	-3.24	-3.1	-3.23	-3.1	-3.37	-3.1	-3.24
Ago	24.3	24.94	24.3	25.52	24.3	25.37	24.3	26.05	24.3	25.34
Sep	-15.7	-16.27	-15.7	-16.67	-15.7	-16.31	-15.7	-16.99	-15.7	-16.34
Oct	40.1	41.47	40.1	42.84	40.1	41.93	40.1	42.68	40.1	41.85
Nov	73.4	77.45	73.4	79.82	73.4	78.33	73.4	78.46	73.4	77.26
Dic	56.7	59.46	56.7	61.03	56.7	58.98	56.7	61.38	56.7	59.38
E.N. Total	778.3	805.26	778.3	823.71	778.3	813.5	778.3	830.96	778.3	816.08
% cambio E.N.	3.46		5.83		4.52		6.77		4.85	
C.F.A. Total	231.12	231.12	231.12	231.12	231.12	231.12	231.12	231.12	231.12	231.12
% cambio C.F.A.	0		0		0		0		0	

E.N.: Evaporación Neta, C.F.A.: Capacidad Final de Almacenamiento

Tabla 97 Estimación de la Evaporación Neta (mm) para el Sistema Lagunario del Río Tamesí en el tramo 58 Río Tamesí para el RCP4.5, horizonte cercano.

Mes	Análisis de la Evaporación sin y con la consideración de la Temperatura impactada por cambio climático									
	CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		Ensamble REA	
	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)
Ene	37.7	39.05	37.7	41.03	37.7	39.37	37.7	40.38	37.7	39.31
Feb	68.3	71.13	68.3	71.3	68.3	71.63	68.3	71.49	68.3	71.44
Mar	118	122.04	118	123.27	118	122.65	118	126.21	118	124.36
Abr	133.4	137.71	133.4	140.99	133.4	139.21	133.4	142.69	133.4	140.1
May	138.2	141.08	138.2	145.27	138.2	144.23	138.2	147.37	138.2	145.8
Jun	26.3	26.94	26.3	27.53	26.3	27.33	26.3	28.26	26.3	27.41
Jul	18	18.47	18	18.8	18	18.72	18	19.49	18	18.74
Ago	9	9.26	9	9.44	9	9.38	9	9.63	9	9.35
Sep	-59.1	-61.31	-59.1	-62.54	-59.1	-61.5	-59.1	-63.69	-59.1	-61.38
Oct	28.8	29.79	28.8	30.56	28.8	30.08	28.8	30.65	28.8	29.92
Nov	56.6	59.71	56.6	61.03	56.6	60.19	56.6	60.44	56.6	59.47
Dic	42	44.04	42	45.06	42	43.62	42	45.34	42	43.9
E.N. Total	617.2	637.9	617.2	651.73	617.2	644.91	617.2	658.27	617.2	648.41
% cambio E.N.	3.35		5.6		4.49		6.65		5.06	
C.F.A. Total	727.46	727.46	730.73	730.73	727.46	727.46	721	721	727.46	727.46
% cambio C.F.A.	0		0		0		0		0	

E.N.: Evaporación Neta, C.F.A.: Capacidad Final de Almacenamiento

Tabla 98 Estimación de la Evaporación Neta (mm) para la presa Emilio Portes Gil en el tramo 54 Río Guayalejo 3 para el RCP4.5, horizonte medio.

Mes	Análisis de la Evaporación sin y con la consideración de la Temperatura impactada por cambio climático							
	CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3	
	Evap. Neta sin	Evap. Neta con	Evap. Neta sin	Evap. Neta con	Evap. Neta sin	Evap. Neta con	Evap. Neta sin	Evap. Neta con
	Temp (mm)	Temp (mm)	Temp (mm)	Temp (mm)	Temp (mm)	Temp (mm)	Temp (mm)	Temp (mm)
Ene	90.9	99.81	90.9	103.75	90.9	99.13	90.9	102.02
Feb	118.6	126.61	118.6	132.17	118.6	132.44	118.6	128.32
Mar	168.3	180.11	168.3	184.6	168.3	182.54	168.3	186.74
Abr	170	179.53	170	185.05	170	184.59	170	186.88
May	144.5	152.75	144.5	158.39	144.5	156.22	144.5	160.07
Jun	44	46.77	44	47.69	44	47.12	44	48.83
Jul	16.6	17.52	16.6	17.96	16.6	17.75	16.6	18.52
Ago	65.1	68.88	65.1	70.34	65.1	70.07	65.1	72.4
Sep	46.3	49.43	46.3	50.29	46.3	49.94	46.3	52.25
Oct	59.9	63.95	59.9	66.3	59.9	65.27	59.9	65.75
Nov	100.2	105.94	100.2	112.52	100.2	110.57	100.2	111.57
Dic	90.8	100.11	90.8	101.84	90.8	99.17	90.8	103.11
E.N. Total	1115.2	1191.4	1115.2	1230.9	1115.2	1214.79	1115.2	1236.47
% cambio E.N.	6.83		10.38		8.93		10.87	
C.F.A. Total	123.96	123.83	123.96	123	123.96	123.96	123.96	123
% cambio C.F.A.	-0.1		-0.77		0		-0.77	

E.N.: Evaporación Neta, C.F.A.: Capacidad Final de Almacenamiento

Tabla 99 Estimación de la Evaporación Neta (mm) para la presa Ramiro Caballero “Las Ánimas” en el tramo 54 Río Guayalejo 3 para el RCP4.5, horizonte medio.

Mes	Análisis de la Evaporación sin y con la consideración de la Temperatura impactada por cambio climático							
	CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3	
	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)
Ene	65.1	71.48	65.1	74.31	65.1	70.99	65.1	73.07
Feb	89.4	95.44	89.4	99.63	89.4	99.83	89.4	96.72
Mar	142.5	152.5	142.5	156.3	142.5	154.56	142.5	158.12
Abr	142.3	150.28	142.3	154.89	142.3	154.51	142.3	156.43
May	132.5	140.07	132.5	145.23	132.5	143.25	132.5	146.78
Jun	30.8	32.74	30.8	33.38	30.8	32.98	30.8	34.18
Jul	-3.1	-3.27	-3.1	-3.35	-3.1	-3.31	-3.1	-3.46
Ago	24.3	25.71	24.3	26.25	24.3	26.15	24.3	27.03
Sep	-15.7	-16.76	-15.7	-17.05	-15.7	-16.94	-15.7	-17.72
Oct	40.1	42.81	40.1	44.39	40.1	43.69	40.1	44.02
Nov	73.4	77.6	73.4	82.43	73.4	80.99	73.4	81.73
Dic	56.7	62.51	56.7	63.59	56.7	61.93	56.7	64.39
E.N. Total	778.3	831.1	778.3	860	778.3	848.64	778.3	861.28
% cambio E.N.	6.78		10.5		9.04		10.66	
C.F.A. Total	231.12	231.12	231.12	231.12	231.12	231.12	231.12	231.12
% cambio C.F.A.	0		0		0		0	

E.N.: Evaporación Neta, C.F.A.: Capacidad Final de Almacenamiento

Tabla 100 Estimación de la Evaporación Neta (mm) para el Sistema Lagunario del Río Tamesí en el tramo 58 Río Tamesí para el RCP4.5, horizonte medio.

Mes	Análisis de la Evaporación sin y con la consideración de la Temperatura impactada por cambio climático							
	CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3	
	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)
Ene	37.7	41.35	37.7	42.95	37.7	41.03	37.7	42.2
Feb	68.3	72.87	68.3	76.2	68.3	76.18	68.3	74.16
Mar	118	126.26	118	129.9	118	128.13	118	131.06
Abr	133.4	140.63	133.4	145.64	133.4	145.21	133.4	147.13
May	138.2	146.39	138.2	151.91	138.2	149.42	138.2	153.18
Jun	26.3	27.99	26.3	28.63	26.3	28.17	26.3	29.19
Jul	18	19	18	19.45	18	19.21	18	20.04
Ago	9	9.51	9	9.71	9	9.68	9	9.99
Sep	-59.1	-62.96	-59.1	-63.93	-59.1	-63.82	-59.1	-66.43
Oct	28.8	30.68	28.8	31.58	28.8	31.31	28.8	31.68
Nov	56.6	59.59	56.6	63.02	56.6	62.28	56.6	62.76
Dic	42	46.09	42	46.87	42	45.67	42	47.55
E.N. Total	617.2	657.39	617.2	681.92	617.2	672.46	617.2	682.52
% cambio E.N.	6.51		10.49		8.95		10.58	
C.F.A. Total	727.46	727.46	730.73	730.73	727.46	727.46	727.46	727.46
% cambio C.F.A.	0		0		0		0	

E.N.: Evaporación Neta, C.F.A.: Capacidad Final de Almacenamiento

Tabla 101 Estimación de la Evaporación Neta (mm) para la presa Emilio Portes Gil en el tramo 54 Río Guayalejo 3 para el RCP4.5, horizonte lejano.

Mes	Análisis de la Evaporación sin y con la consideración de la Temperatura impactada por cambio climático									
	CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		Ensamble REA	
	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)
Ene	90.9	99.23	90.9	108.01	90.9	98.79	90.9	103.7	90.9	99.58
Feb	118.6	130.19	118.6	136.5	118.6	129.92	118.6	128.45	118.6	130.8
Mar	168.3	185.6	168.3	190.37	168.3	181.05	168.3	188.95	168.3	186.24
Abr	170	184.3	170	191.49	170	183.78	170	192.01	170	187.95
May	144.5	155.77	144.5	161.86	144.5	156.27	144.5	163.86	144.5	158.36
Jun	44	46.65	44	48.34	44	47.31	44	49.31	44	47.64
Jul	16.6	17.66	16.6	18.17	16.6	17.83	16.6	18.94	16.6	18.16
Ago	65.1	69.18	65.1	71.44	65.1	70.37	65.1	73.62	65.1	71.09
Sep	46.3	49.88	46.3	51.28	46.3	50.24	46.3	52.72	46.3	50.32
Oct	59.9	64.41	59.9	67.3	59.9	65.01	59.9	68.37	59.9	65.38
Nov	100.2	108.04	100.2	114.94	100.2	109.27	100.2	113.57	100.2	109.31
Dic	90.8	99.08	90.8	105.53	90.8	99.65	90.8	104.16	90.8	99.33
E.N. Total	1115.2	1209.98	1115.2	1265.23	1115.2	1209.48	1115.2	1257.67	1115.2	1224.16
% cambio E.N.	8.5		13.45		8.45		12.77		9.77	
C.F.A. Total	123.96	123.96	123.96	123	123.96	123.96	123.96	123	123.96	123.96
% cambio C.F.A.	0		-0.77		0		-0.77		0	

E.N.: Evaporación Neta, C.F.A.: Capacidad Final de Almacenamiento

Tabla 102 Estimación de la Evaporación Neta (mm) para la presa Ramiro Caballero “Las Ánimas” en el tramo 54 Río Guayalejo 3 para el RCP4.5, horizonte lejano.

Mes	Análisis de la Evaporación sin y con la consideración de la Temperatura impactada por cambio climático									
	CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		Ensamble REA	
	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)
Ene	65.1	71.07	65.1	77.35	65.1	70.75	65.1	74.27	65.1	71.31
Feb	89.4	98.13	89.4	102.89	89.4	97.93	89.4	96.83	89.4	98.6
Mar	142.5	157.15	142.5	161.19	142.5	153.29	142.5	159.98	142.5	157.69
Abr	142.3	154.27	142.3	160.29	142.3	153.84	142.3	160.73	142.3	157.32
May	132.5	142.84	132.5	148.42	132.5	143.3	132.5	150.25	132.5	145.21
Jun	30.8	32.65	30.8	33.84	30.8	33.12	30.8	34.52	30.8	33.35
Jul	-3.1	-3.3	-3.1	-3.39	-3.1	-3.33	-3.1	-3.54	-3.1	-3.39
Ago	24.3	25.82	24.3	26.66	24.3	26.27	24.3	27.48	24.3	26.54
Sep	-15.7	-16.91	-15.7	-17.39	-15.7	-17.04	-15.7	-17.88	-15.7	-17.06
Oct	40.1	43.12	40.1	45.05	40.1	43.52	40.1	45.77	40.1	43.77
Nov	73.4	79.14	73.4	84.2	73.4	80.04	73.4	83.19	73.4	80.08
Dic	56.7	61.87	56.7	65.9	56.7	62.22	56.7	65.04	56.7	62.02
E.N. Total	778.3	845.85	778.3	885.01	778.3	843.91	778.3	876.65	778.3	855.44
% cambio E.N.	8.68		13.71		8.43		12.64		9.91	
C.F.A. Total	231.12	231.12	231.12	226.5	231.12	231.12	231.12	231.12	231.12	231.12
% cambio C.F.A.	0		-2		0		0		0	

E.N.: Evaporación Neta, C.F.A.: Capacidad Final de Almacenamiento

Tabla 103 Estimación de la Evaporación Neta (mm) para el Sistema Lagunario del Río Tamesí en el tramo 58 Río Tamesí para el RCP4.5, horizonte lejano.

Mes	Análisis de la Evaporación sin y con la consideración de la Temperatura impactada por cambio climático									
	CNRM-CM5		HADGEM2-ES		MPI-ESM-LR		GFDL-CM3		Ensamble REA	
	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)	Evap. Neta sin Temp (mm)	Evap. Neta con Temp (mm)
Ene	37.7	4 1.14	37.7	44.75	3 7.7	40.93	37.7	42.8	37.7	41.24
Feb	68.3	7 4.81	68.3	78.74	6 8.3	74.67	68.3	74.37	68.3	75.3
Mar	118	1 30.12	118	134.02	1 18	126.99	118	132.59	118	131.07
Abr	133.4	1 44.56	133.4	150.87	1 33.4	144.25	133.4	150.56	133.4	147.76
May	138.2	1 49.01	138.2	155.52	1 38.2	149.52	138.2	156.57	138.2	152.21
Jun	26.3	2 7.86	26.3	29.1	2 6.3	28.28	26.3	29.45	26.3	28.45
Jul	18	1 9.08	18	19.72	1 8	19.29	18	20.46	18	19.52
Ago	9	9 .55	9	9.87	9	9.71	9	10.16	9	9.72
Sep	-59.1	- 63.54	-59.1	-65.25	- 59.1	-64.16	-59.1	-67.04	-59.1	-63.82
Oct	28.8	3 0.9	28.8	32.13	2 8.8	31.22	28.8	32.67	28.8	31.23
Nov	56.6	6 0.77	56.6	64.6	5 6.6	61.56	56.6	63.77	56.6	61.63
Dic	42	4 5.71	42	48.56	4 2	45.91	42	48	42	45.77
E.N. Total	617.2	6 69.96	617.2	702.63	6 17.2	668.18	617.2	694.36	617.2	680.09
% cambio E.N.	8.55		13.84		8.26		12.5		10.19	
C.F.A. Total	727.46	7 27.46	730.73	730.73	7 27.46	727.46	724.19	724.19	727.46	727.46
% cambio C.F.A.	0		0		0		0		0	

E.N.: Evaporación Neta, C.F.A.: Capacidad Final de Almacenamiento

5. Conclusiones.

Los conceptos y fundamentos teóricos de la NOM-011-CNA-2000 son correctos; sin embargo, el problema que tiene esta norma es que no incorpora la distribución en el tiempo de la relación lluvia-escurrimiento superficial. El hecho de que la NOM-011-CNA-2000 considere la disponibilidad de agua en forma anual, desprecia la gran variabilidad que puede haber en las precipitaciones y escurrimiento superficial entre la época de estiaje y la época de avenidas en cualquier cuenca hidrológica que se vaya a estudiar.

La metodología propuesta en este proyecto resuelve la deficiencia que tiene la NOM- 011-CNA-2000 dado que desarrolla un análisis mensual del proceso lluvia-escurrimiento que permite estimar la variabilidad de este proceso entre la época de estiaje y la época de avenidas. La NOM-011-CNA-2000 expresa claramente en sus planteamientos generales que la metodología contenida en esta norma es el procedimiento mínimo que se debe aplicar para determinar la disponibilidad media anual de agua en una cuenca hidrológica que se vaya a estudiar. Por lo tanto, si se aplica la metodología propuesta en este proyecto, la cual incorpora el Método del SCS para estimar el escurrimiento superficial en forma mensual, se puede entonces resolver la limitante actual de la NOM-011-CNA-2000, dado que el análisis mensual de la relación lluvia-escurrimiento mediante la aplicación del Método del SCS permite incorporar la variabilidad de dicho proceso entre la época de estiaje y la época de avenidas.

Como se mencionó anteriormente, en la parte correspondiente a la metodología propuesta para estimar el balance hidráulico y con ello la disponibilidad de agua en una cuenca en estudio, se propuso aplicar el Método del SCS para estimar el escurrimiento superficial, el cual pasará a formar parte de las entradas de agua en una cuenca, o tramo de una cuenca hidrológica. Como se concluyó en el segundo informe de este proyecto, el Método del SCS no se aplicó en los estudios documentados para el caso de México que se analizaron para establecer el estado del arte en México sobre el tema del balance hidráulico en cuencas hidrológicas. Sin embargo, el Método del SCS se ha aplicado (dando buenos resultados) en diferentes partes del mundo, incluido México, para estimar el escurrimiento superficial resultante de un evento de precipitación. Entre las ventajas que tiene este método están las que permite calcular en una forma simple las principales abstracciones hidrológicas que se desarrollan en el proceso lluvia-escurrimiento, estima el escurrimiento superficial en función del tipo de suelo, cubierta vegetal y uso del suelo, haciendo todo este proceso en una forma simple. Adicionalmente permite incorporar sin mayores problemas el impacto del cambio climático en una forma directa para estimar el escurrimiento directo asociado a diferentes escenarios y modelos de cambio climático. Por lo tanto, con base en la investigación bibliográfica realizada, esta fue la primera vez que se ha aplicado el Método del SCS para estimar el escurrimiento superficial y después proceder a estimar el balance hidráulico en una cuenca hidrológica.

Si se analiza con detenimiento la NOM-011-CNA-2000, en la sección correspondiente al método indirecto para estimar el balance hidráulico en una cuenca, se puede decir que el método

propuesto en la norma oficial mexicana es una forma simplificada del Método del SCS. Por lo tanto, la propuesta que se hizo en este proyecto para aplicar el Método del SCS para estimar el escurrimiento superficial derivado de un evento de precipitación, va en el sentido de mejorar el procedimiento de cálculo de la norma oficial mexicana, además de cambiar su enfoque de un análisis anual, a un análisis mensual más preciso y apegado a la realidad hidrológica de la cuenca que se vaya a estudiar.

En este informe técnico final se hizo el planteamiento general de la teoría que existe detrás del Método del SCS, de las principales fórmulas a utilizar y de la información tabular requerida para desarrollar el proceso de cálculo que permita estimar el escurrimiento directo, o escurrimiento superficial, en una cuenca hidrológica que se vaya a estudiar. Una vez obtenidos los volúmenes de escurrimiento, se podrá proceder a estimar la disponibilidad del agua siguiendo los lineamientos generales de la NOM-011-CNA-2000, pero con la gran ventaja de que este proceso de cómputo se hará en forma mensual, lo cual dará resultados más próximos a la realidad, dado que se estará incorporando la variabilidad mensual que tiene el escurrimiento superficial durante la época de estiaje y la época de avenidas.

La parte más compleja para la aplicación del Método del SCS corresponde a la estimación del parámetro *CN* (Número de curva o número de escurrimiento) para estimar posteriormente el potencial de retención máxima de la cuenca, las abstracciones hidrológicas y finalmente el escurrimiento directo. En este proyecto se elaboró una guía que permite estimar un *CN* medio ponderado de la cuenca que se vaya a estudiar utilizando la información digital del INEGI (disponible en Internet) y el programa ArcGIS. El archivo de esta guía se localiza en el Anexo 1 de este informe técnico final. Por otra parte, para un estudio preliminar se puede también estimar un *CN* medio ponderado aplicando una tabla de cálculo sencilla como la que se muestra en el ejemplo simple del Método del SCS que se encuentra ubicado en el Anexo 8 de este informe técnico final.

Por otra parte, la aplicación del Método del SCS permitió también estimar la lámina de lluvia correspondiente al proceso de infiltración y con ello se estimaron todos los parámetros que intervienen en el proceso, o relación, lluvia-escurrimiento. Es decir, el Método del SCS permitió estimar las abstracciones iniciales, o abstracciones hidrológicas (intercepción y evapotranspiración), la infiltración y el escurrimiento directo, siendo este último parámetro el que se incorporó después a la estimación del balance hidráulico en cada uno de los doce tramos de la CGRT.

La aplicación de la metodología propuesta en este proyecto permitió entonces estimar el balance hidráulico en forma mensual, observándose que se presentan déficits de agua inclusive para el escenario base que no incluye el impacto del cambio climático. Además, la incorporación al proceso de cálculo de las anomalías de precipitación en el Método del SCS fue simple, permitiendo obtener los escurrimientos directos impactados por el cambio climático, los cuales posteriormente se incorporaron a los cálculos del balance hidráulico impactado también por el cambio climático, obteniendo los volúmenes mensuales de déficits de agua en los doce tramos de

la CRGT. La metodología propuesta y su aplicación al estudio de caso de la CRGT se pueden replicar en cualquier otra cuenca hidrológica que se quiera analizar en México en una segunda etapa de este proyecto. Todas las hojas de cálculo que se desarrollaron para la CRGT se pueden adaptar sin mayores problemas a otras cuencas hidrológicas en México.

Analizando el impacto que el cambio climático puede tener sobre la disponibilidad de agua en la CRGT, se puede concluir lo siguiente: (1) cada tramo de la cuenca se comporta de forma diferente ante el impacto del cambio climático, (2) los dos escenarios de cambio climático analizados (RCP4.5 y RCP8.5) para los cuatro modelos de circulación general considerados y el ensamble REA, no muestran grandes diferencias en términos de déficits de agua estimados para el futuro cercano y futuro medio, (3) en el futuro lejano (2075-2099) se observa una mayor variación en los déficits de agua, siendo esta variación en un sentido positivo dado que los déficits de agua tienden a disminuir en algunos tramos, siendo el modelo HADGEM2-ES el más optimista y el modelo MPI-ESM-LR el más pesimista en algunos tramos para el futuro lejano. Los demás modelos tienen comportamientos similares, variando de tramo a tramo en la CRGT, y

(4) en varios tramos de la CRGT las diferencias entre el escenario base y los diferentes modelos de cambio climático son pequeñas, especialmente para el futuro cercano y futuro medio y (5) no obstante que las anomalías de temperatura son todas positivas y que eso generará una mayor evaporación neta en los embalses de las presas existentes en la CRGT, el impacto de este incremento de temperatura en la capacidad de almacenamiento media mensual en las presas es prácticamente despreciable. Esto quiere decir que en el tema del balance hidráulico, las anomalías de precipitación son más importantes que las anomalías de temperatura en el resultado final de disponibilidad de agua en la CRGT.

Se recomienda replicar este proyecto en otras cuencas hidrológicas en México y con toda esa información generada poder integrar un expediente que permita proponer el hacer dos cambios principales a la norma NOM-011-CNA-2000: (1) cambiar el enfoque anual para estimar la disponibilidad de agua a un enfoque mensual, y (2) aplicar el Método del SCS para estimar los escurrimientos directos por cuenca propia en lugar del método actual que considera dicha norma.

Se recomienda llevar a cabo estudios en las 37 regiones hidrológicas que tiene México para estimar el CN promedio ponderado en todos los tramos comprendidos dentro de esas 37 regiones hidrológicas para facilitar la aplicación del Método del SCS y con ello uniformizar criterios para la estimación de escurrimientos directos con base en información climatológica, o bien utilizando bases de datos como la climatología de Hijmans.

El Método del SCS permite también incorporar en el proceso de cálculo las condiciones de humedad antecedente del suelo; por lo que, se pueden hacer estudios adicionales en donde se consideren dichas condiciones de humedad antecedente del suelo para ver qué impacto tiene esa condición del suelo sobre el escurrimiento directo y la disponibilidad de agua en una cuenca hidrológica en México.

Se recomienda también empezar a trabajar en el desarrollo de un programa de cómputo que permita llevar a cabo todo el proceso de cómputo desarrollado por la metodología propuesta para estimar balances hidráulicos en cuencas hidrológicas en México de una forma simple, pero a la vez precisa.

Es importante seguir trabajando con el modelo WEAP para tener modelos más sofisticados de disponibilidad de agua en donde se pueda incorporar las interacciones entre agua superficial y agua subterránea en diferentes cuencas hidrológicas en México.

Finalmente, se considera interesante analizar directamente la variación espacial de las anomalías de la precipitación para los diferentes escenarios, modelos y horizontes, con el objetivo de tener una mayor referencia del comportamiento de los escurrimientos. Esto se podría hacer mediante la aplicación del programa HEC-HMS, el cual tiene una opción para leer los datos de precipitación por píxeles y de esa forma representar en forma espacial el fenómeno de variación de la precipitación en una cuenca hidrológica.

6. Referencias

Comisión Nacional del Agua y Comisión Estatal del Agua de Tamaulipas (2015). Informe Final de Demandas de Agua Actuales y Futuras al Año 2030 de los Sectores Socio Económicos que Utilizan el Agua Generada en la Cuenca Guayalejo-Tamesí en el Estado de Tamaulipas. Cd. Victoria, Tamaulipas.

Comisión de Cuenca del Río Guayalejo-Tamesí. Gerencia Operativa. (2012). Programa de Gestión del Agua de la Cuenca del Río Guayalejo-Tamesí. Gerencia Operativa Golfo Norte de la CONAGUA. Cd. Victoria, Tamaulipas.

Chow, V.T., Maidment, D.R. and Mays, L.W. (1988). Applied Hydrology. McGraw-Hill Publishing Company. New York, NY. ISBN 0-07-010810-2.

Hawkins, R.H., Ward, T.J., Woodward, D.E. and Van Mullem, J.A. (2009). "Curve Number Hydrology. State of the Practice." American Society of Civil Engineers. Reston, VA.

Hijmans, R.J., S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones and A. Jarvis (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology 25: 1965-1978. DOI: 10.1002/joc.1276

McCuen, R.H. (1982). A Guide to Hydrologic Analysis Using SCS Methods. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey 07632.

McCuen, R.H. (1989). Hydrologic Analysis and Design. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632. ISBN 0-13-447954-8.

Ponce, V.M. (1989). Engineering Hydrology. Principles and Practices. Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey 07632. ISBN 0-13-277831-9. La versión actualizada de este libro se puede encontrar en Internet en la siguiente liga: <http://ponce.sdsu.edu/enghydro/index.html>.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2002). Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, Conservación del recurso agua que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. Comisión Nacional del Agua. Diario Oficial de la Federación, 17 Abril 2002. México, D.F.

Springal, R. (1969). "Drenaje en Cuencas Pequeñas." Instituto de Ingeniería, UNAM, México, D.F.



Plataforma de colaboración sobre
**CAMBIO CLIMÁTICO
Y CRECIMIENTO VERDE**
entre Canadá y México

Este documento fue desarrollado en el marco de la Plataforma de
Colaboración sobre Cambio Climático y Crecimiento Verde entre Canadá y
México, todos los derechos reservados

Derechos reservados © 2018
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)
Montes Urales 440, Lomas de Chapultepec, Delegación Miguel Hidalgo, CDMX C.P. 11000
www.mx.undp.org

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)
Blvd. Adolfo Ruiz Cortines No. 4209, Colonia Jardines en la Montaña, Delegación Tlalpan, CDMX CP. 14210
www.gob.mx/inecc



Environment
Canada

Environnement
Canada

SEMARNAT
SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



INECC
INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA
Y CAMBIO CLIMÁTICO



Al servicio
de las personas
y las naciones