



“CONSULTORÍA: Dinámica poblacional y demandas de agua para consumo humano y agrícola a nivel nacional (de Guatemala)”

INFORME FINAL

Consultor titular:

Edy Manolo Barillas

Geociencias, Riesgo y Recursos Naturales S.A.



Seguimiento de avances:

Marco Morales (Coordinador PC)

Guatemala, Octubre 2012

CONTENIDO

1. PRESENTACIÓN.....	3
2. DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN BASE UTILIZADA.	4
3. FASES METODOLÓGICAS DEL ESTUDIO.....	5
3.1. Dinámica poblacional.	5
3.2. Dinámica agropecuaria.	6
3.3. Balance hídrico.	9
3.4. Demanda versus oferta = disponibilidad.	9
4. DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS.	10
4.1. Población, centros poblados y proyecciones poblacionales.	10
4.2. Estadísticas en municipios priorizados.	16
4.3. La población Guatemalteca y sus requerimientos de agua.	21
4.4. Requerimientos de agua para cultivos y actividades agropecuarias.	26
4.5. Balance hídrico a la escala nacional.	41
4.6. Disponibilidad del recurso agua.	46
5. CONSIDERACIONES GENERALES Y CONCLUSIONES.	63
6. RECOMENDACIONES Y TRABAJO A FUTURO.	70
7. BIBLIOGRAFÍA.....	71

1. PRESENTACIÓN.

En el marco de la consultoría mencionada se ha finalizado el análisis y trabajo relacionado con los temas de la dinámica de crecimiento poblacional multi-anual, la dinámica agrícola y pecuaria, balance hídrico a nivel nacional y estimaciones de consumos de agua y disponibilidad de la misma en las diferentes regiones.

Se ha compilado la información oficial del crecimiento poblacional actual y proyecciones futuras del Instituto Nacional de Estadística (INE) incluyendo la ubicación de los centros poblados. En la lógica del estudio, que vincula las demandas de agua con la oferta natural superficial, se consideraron los aspectos del crecimiento poblacional, su distribución espacial y sus vínculos con la división político administrativa del país y lo relacionado con las tasas de población indígena a nivel territorial.

Se han compilado también los datos de uso de suelo agrícola y pecuario manejados por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) incluyendo su distribución espacial en el territorio nacional. La temática agrícola y pecuaria se ha centrado en ubicar aquellas áreas donde se realizan las actividades más relevantes incluyendo los grandes cultivos extensivos (caña de azúcar, palma africana, banano, hule, café), las áreas de hortalizas y las zonas dedicadas a pastizales y potreros para alimento de ganado de diverso tipo. Además, se han estimado las necesidades y requerimientos estacionales de agua de estos cultivos como parte de la demanda global del país con base en una metodología de estimación de las demandas propias de la cobertura vegetal y la distribución espacial de la variable evapotranspiración potencial.

Adicionalmente, con la información climatológica histórica del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) se ha realizado el cálculo espacial del balance hídrico multi-anual para todo el territorio con representación final por vertientes y cuencas hidrográficas. En la fase final del estudio, se han comparado los diversos consumos poblacionales y agro-pecuarios con los resultados del balance hídrico para delinear las zonas de diferente disponibilidad.

La consultoría se ha ejecutado en el marco del Programa Conjunto **“Fortaleciendo Capacidades con el Pueblo Mam para la Gobernabilidad Económica en Agua y Saneamiento”** (PC) como parte de la asistencia técnica y apoyo administrativa de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). El PC es una responsabilidad institucional del Gobierno liderado por la Vicepresidencia de la República y el Gabinete Específico del Agua que está generando resultados de impacto a nivel nacional y local orientados al fortalecimiento de la institucionalidad para la gobernanza económica del agua para consumo humano, agrícola y saneamiento. El trabajo aquí descrito se vincula con el eje temático de “agua como medio de productividad” de la Agenda Nacional del Agua.

2. DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN BASE UTILIZADA.

En Centroamérica la falta de información a escala de cuenca impide resolver preguntas clave sobre procesos hidrológicos. En Guatemala, en particular, la poca disponibilidad de datos hidro-climáticos, edafológicos y geológicos es la mayor limitante para entender la hidrología compleja de las cuencas (Morales-de la Cruz y Francés, 2007).

El presente estudio es una aproximación nacional a las estimaciones de demanda de agua por parte de la población y el uso agropecuario y de la oferta con base en la distribución espacial de la lluvia. Dado el tiempo y recurso disponible, en el PC se ha propuesto un alcance del análisis hidrológico a nivel preliminar y con base en el reconocimiento de las limitantes serias de información que tiene el país.

De ahí que la información para estos análisis se ha obtenido de las colecciones y bases de datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), incluyendo el mapa de uso del suelo del 2003, complementado con información de censos agropecuarios del Instituto Nacional de Estadística (INE) y otros diversos datos técnicos sobre la demanda de agua de diversos tipos de cultivo en relación con las variables climatológicas.

A nivel meteorológico y para el ámbito nacional guatemalteco, la información disponible proviene de las estaciones operadas por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) y por el Instituto Nacional de Electrificación (INDE). Dicha información disponible es mayormente la de lluvia y temperatura, pero existen marcadas irregularidades en el control de calidad de la misma (Morales-de la Cruz y Francés, 2007). El detalle de las capas y datos utilizados de las diferentes fuentes de información se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1
Capas y bases de datos utilizadas en el análisis

Capa o BD	Fuente y año	Escala
Modelo de Elevación del Terreno	MAGA, 2005	1:50,000
Isoyetas mensuales hasta 2003	INSIVUMEH	N/A
Temperatura máxima, mínima y promedio hasta 2003		
Uso de la Tierra	MAGA, 2003	1:50,000
Radiación solar	FAO, año desconocido	N/A
Factor Kc		
Cuencas y vertientes	MAGA, 2000	1:250,000
Departamentos y municipios	MAGA, 2006	1:50,000
Censos de población 1994 y 2002	INE	N/A
Proyecciones poblacionales		

Considerando las bases de datos disponibles a nivel nacional se ha dispuesto para este estudio el uso de las series de datos históricas de temperatura, precipitación y evaporación del INSIVUMEH. Estas fueron operadas a través de interpolaciones y sumatorias con generación de mapas y tablas numéricas por medio de programas de Información Geográfica SIG. La información digital de los productos SIG se adjuntan a la presente memoria técnica para su uso en plataformas PC.

3. FASES METODOLÓGICAS DEL ESTUDIO.

3.1. Dinámica poblacional.

La información base para esta fase del estudio se obtuvo directamente del INE, tanto los datos de población del censo más reciente en el 2,002 como los datos y ecuaciones de proyección poblacional utilizados oficialmente. También se utilizó la información de centros poblados asociada al censo de 1,994 elaboradas por el proyecto CATIE-ESPREDDE del MAGA. Complementariamente, se utilizó alguna información del Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFPA).

Toda la información recopilada se convirtió a representación de puntos para tener una cobertura uniforme tanto del censo 1994 como del 2002. También se estandarizaron las tablas de atributos numéricos dejando únicamente los campos de interés del estudio, entre ellos el código del poblado, población total, población disgregada por género, población indígena y no indígena. Habiendo encontrado algunas inconsistencias entre las bases de datos de los dos censos (1994 y 2002) se decidió realizar una sumatoria de todos los centros poblados para hacer una representación a nivel municipal. Por ejemplo, entre los dos censos han surgido nuevos centros poblados y ha habido la creación de nuevos municipios.

Se generaron tablas con la información de interés para el análisis a nivel de cada municipio, se incluyeron las variables de población total, hombres, mujeres, indígenas y no-indígenas para los años 1994 y 2002. En esta compilación se excluyeron los municipios de Unión Cantinil y Santa Catarina La Tinta dado que estos no existían en 1994. La información de estos municipios se integró a Chiantla y Panzós, respectivamente. Para los municipios de Guatemala, Mixco y Villa Nueva se hizo una integración en área metropolitana.

La representación para la población por centros poblados, para 1994 y 2002, se logró por medio de una interpolación (tipo *Inverse Distance Weighted*, tamaño de pixel 100 metros, radio fijo con distancia máxima de interpolación de 5,000 metros). Con esto se logra una mejor apreciación de los focos de crecimiento poblacional. Esta misma técnica se utilizó para la representación de la población indígena. No se desglosó la representación por género ya que se tiene una distribución aproximada del 50% para cada uno.

Para las estimaciones y representaciones de las proyecciones poblacionales se utilizó una tasa de crecimiento promedio para el país de 0.028513 la cual resulta del análisis del crecimiento de la población entre el censo de 1994 y 2002 y las estimaciones de proyecciones del INE. Este valor se utilizó para proyectar la población al año 2,025 tanto para los centros poblados como para las jurisdicciones municipales.

3.2. Dinámica agropecuaria.

Necesidades de agua del cultivo: estimación de la evapotranspiración de un cultivo (ET_c) a través del uso del coeficiente de cultivo (K_c) y la evapotranspiración potencial (ET_0).

Para el cálculo de la demanda de agua por los diferentes cultivos presentes en Guatemala se utilizó un razonamiento metodológico basado en la teoría de la **evapotranspiración del cultivo (ET_c)** que incluye el coeficiente de cultivo K_c (adimensional) y la estimación previa de la evapotranspiración potencial (ET_0) según la siguiente relación (Doorenbos y Kassam, 1986):

$$ET_c = k_c \times ET_0$$

El coeficiente de cultivo expresa la relación entre la evapotranspiración del cultivo y la evaporación de referencia. Su cálculo es experimental y está en función de factores como las características del cultivo, su estado fenológico, condiciones climáticas, disponibilidad de agua del suelo, entre otras (Rivas, 2004). En el caso de Guatemala, el MAGA con apoyo del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, podría enfocar sus esfuerzos en la estimación de estos valores experimentales k_c como se habrá hecho con la antigua y sólida institucionalidad agropecuaria del país.

Debido a la ausencia de este dato específico calculado para las condiciones nacionales, en el presente estudio se utilizaron los valores K_c reportados por la FAO y tomados de los trabajos de SNET (2005) y IARNA (2011). Como se ha indicado, a falta de un listado nacional de requerimiento de agua en los diferentes cultivos se ha considerado pertinente el uso de la relación ya descrita y los parámetros obtenidos de las publicaciones de SNET y IARNA, ambos balances hídricos en El Salvador y Guatemala, respectivamente.

Procesamiento SIG:

Utilizando como base el Mapa de Uso de la Tierra (2003) del MAGA se seleccionaron todos los polígonos correspondientes a usos agrícolas (cultivos) y a usos pecuarios (pastos y potreros) a los cuales se les asignó su respectivo valor K_c y al final se convirtieron en mapas formato raster.

Cálculo de Evapotranspiración Potencial (ET_0).

En Guatemala se ha utilizado recurrentemente para el cálculo de la evapotranspiración potencial la ecuación modificada de Hargreaves (Hargreaves, 1975 y 1977), con resultados satisfactorios para múltiples condiciones locales definidas por el relieve y el régimen climático (Garavito, 1989). En dicha ecuación adaptada a Centroamérica se incluye la estimación del porcentaje de posibilidad de sol con base en una relación media entre éste y la humedad relativa media (Hargreaves y Allen, 2003); Garavito (1989) registra una tabla mensual de referencia para Guatemala con valores de radiación media extraterrestre [mm/día] de acuerdo con la latitud del país.

Sin embargo, considerando que la información disponible en Guatemala es principalmente de temperatura y que se carece de registros homogéneos de humedad relativa (variable clave para las ecuaciones de Hargreaves antes citadas), para el presente estudio se utilizará la ecuación de Hargreaves (Hargreaves y Samani, 1985) para evaluar la Evapotranspiración Potencial, ya que dicha referencia necesita solamente datos de temperaturas y de radiación solar (dato disponible en tablas y que son función de la latitud y el mes correspondientes).

La ecuación a utilizar, en su expresión a detalle se muestra a continuación:

$$ET_0 = 0,0135 (t_{med} + 17,78) R_s$$

donde: ET_0 = evapotranspiración potencial diaria, mm/día

t_{med} = temperatura media, °C

R_s = radiación solar incidente, convertida en mm/día

Sustituyendo el valor R_s de la expresión inicial de Hargreaves y Samani (1985) y tomando un valor de 0.17 para el coeficiente KT , la expresión más utilizada en la bibliografía para calcular la evapotranspiración potencial con la "ecuación de Hargreaves" (y que es la que utiliza el presente estudio) es la siguiente:

$$ET_0 = 0.0023 (T_{med} + 17.78) R_0 * (T_{max} - T_{min}) 0.5$$

Donde:

T_{med} = temperatura media promedio del mes,

T_{max} = temperatura máxima promedio del mes,

T_{min} = temperatura mínima promedio del mes,

R_0 = radiación solar extraterrestre promedio del mes.

La Radiación Solar Extraterrestre (R0) se obtuvo de series históricas climatológicas con las cuales se generaron mapas raster con valores diarios acumulados a períodos de tiempo mensuales.

A su vez, previo al cálculo de la ET_0 se produjeron los mapas correspondientes a T_{med} , T_{max} y T_{min} utilizando el siguiente procedimiento:

Temperatura Media: interpolación por mes a partir de las ecuaciones de regresión lineal entre la temperatura y la altitud utilizando el modelo de elevación del terreno y la información de las estaciones del INSIVUMEH. La fórmula general de la ecuación será:

$$\text{Temperatura media} = a * (\text{Altura}) + b$$

Donde a y b se determinaron en la regresión lineal.

Temperatura máxima: Interpolación por mes a partir de las ecuaciones de regresión lineal entre las temperaturas máximas y la altitud utilizando el modelo de elevación del terreno y la información de las estaciones del INSIVUMEH. La fórmula general de la ecuación será:

$$\text{Temperatura máxima} = a * (\text{Altura}) + b$$

Donde a y b se determinaron a partir de la regresión lineal.

Temperatura mínima: Interpolación por mes a partir de las ecuaciones de regresión lineal entre las temperaturas máximas y la altitud utilizando el modelo de elevación del terreno y la información de las estaciones del INSIVUMEH. La fórmula general de la ecuación será:

$$\text{Temperatura mínima} = a * (\text{Altura}) + b$$

Donde a y b se determinaron a partir de la regresión lineal.

Procesamiento SIG:

Utilizando de base la ecuación de Hargreaves se realizó aritmética de mapas con las variables de temperatura y radiación previamente calculadas.

NOTA EXPLICATIVA:

Para los cálculos de temperaturas se utilizaron series de datos de estaciones climatológicas del INSIVUMEH hasta el año 2003, coincidente con el mapa de uso de la tierra utilizado, también del 2003.

3.3. Balance hídrico.

Para la estimación del balance hídrico se utilizó la siguiente relación:

$$\text{Balance Hídrico (mensual)} = \text{Precipitación mensual} - \text{ET}_0 \text{ mensual}$$

La ET_0 = Evapotranspiración Potencial = ha sido previamente calculada según lo descrito en la sección anterior. La precipitación mensual se calcula utilizando la información de las estaciones del INSIVUMEH y por un proceso de interpolación (tipo IDW) se calculan las medias mensuales en formato raster.

Procesamiento SIG:

Interpolación IDW con los datos de las estaciones INSIVUMEH hasta el año 2003 y luego usando la ecuación del Balance se realizó la aritmética de mapas correspondiente.

3.4. Demanda versus oferta = disponibilidad.

Para el cálculo de la demanda de agua por parte de la población se incluyeron 3 índices para los correspondientes escenarios:

Escenario extremo: el valor de consumo extremo mínimo de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 50 litros diarios por persona para necesidades básicas y sin ninguna amenaza de salud;

Escenario mínimo: el valor de consumo de la OMS de 100 litros diarios por persona para necesidades básicas y sin ninguna amenaza de salud;

Escenario ideal: el valor de consumo óptimo del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) de 2,740 litros diarios por persona que incluye todos los usos posibles, es decir, sin sufrimiento de ningún tipo de estrés hídrico.

La población de cada cuenca o cada vertiente se realizó a través de una sumatoria espacial entre el mapa de cuencas y el mapa de centros poblados. La demanda de agua para usos agro-pecuarios ya está implícitamente calculada durante la fase del balance hídrico y está representada por la evapotranspiración del cultivo (ETc).

Por lo tanto, para el cálculo de disponibilidad final de agua, ya sea a nivel de vertiente o a nivel de cuenca, únicamente se realizó una resta aritmética de mapas sustrayendo los mapas de demanda de agua poblacional de los mapas de balance hídrico. Se realizó también un estimado numérico de disponibilidad considerando valores desglosados por población femenina y población indígena.

4. DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS.

4.1. Población, centros poblados y proyecciones poblacionales.

La distribución de los centros poblados y sus correspondientes poblaciones, tanto para el censo 1994 como para el 2002, se muestran en la Figura 1 a continuación.

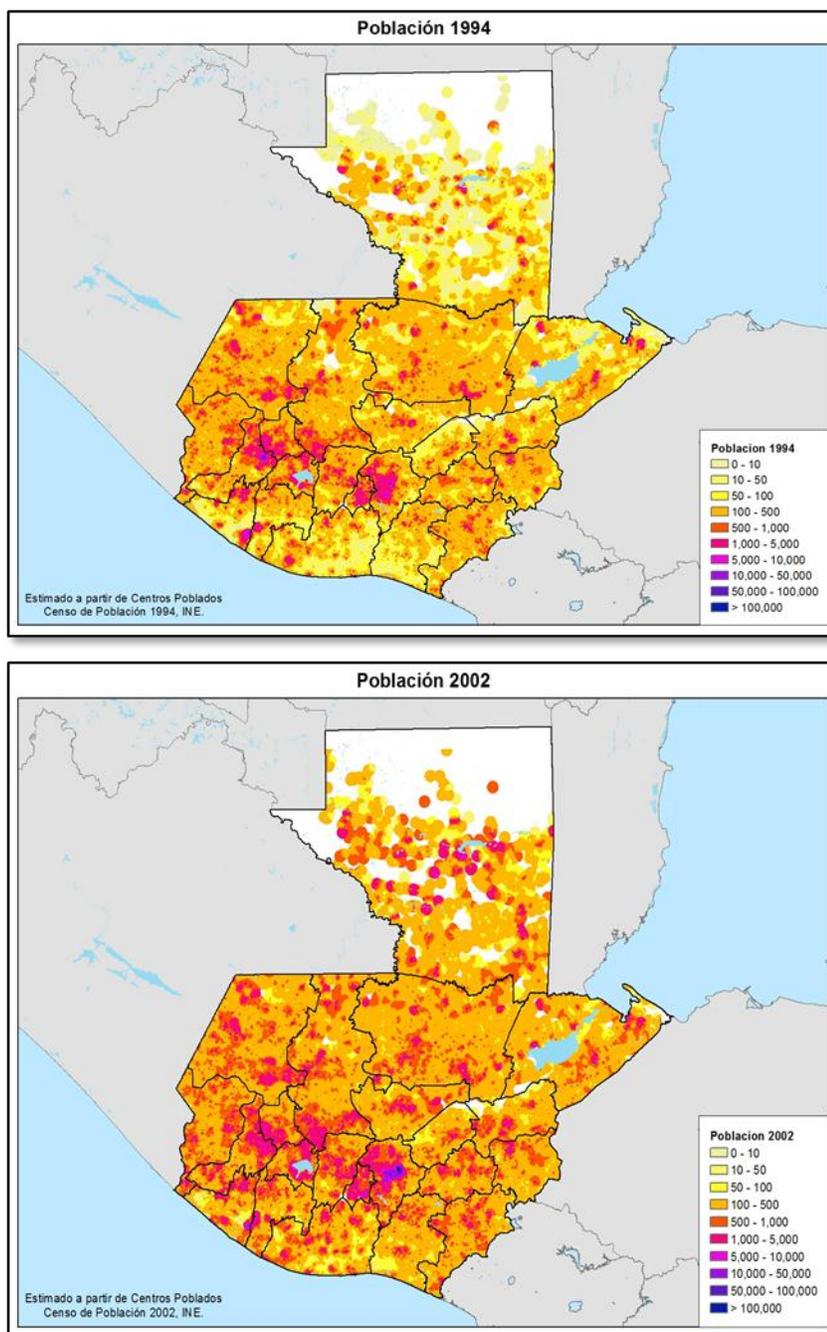


Figura 1.

Los mapas de la Figura 1 parecen mostrar un mayor crecimiento en la franja central del país, desde el área metropolitana y hacia el oeste en Sacatepéquez, Chimaltenango y Sololá así también en la parte norte del país, desde las Verapaces hasta el Petén. Al hacer la representación al nivel municipal (Figura 2) se observa aproximadamente la misma tendencia descrita previamente, pero por la escala espacial de representación es posible visibilizar el crecimiento de población en la zona fronteriza con México, tanto en la costa sur-occidental de San Marcos como en la parte norte de El Quiché, y también en la franja fronteriza con Honduras de Izabal.

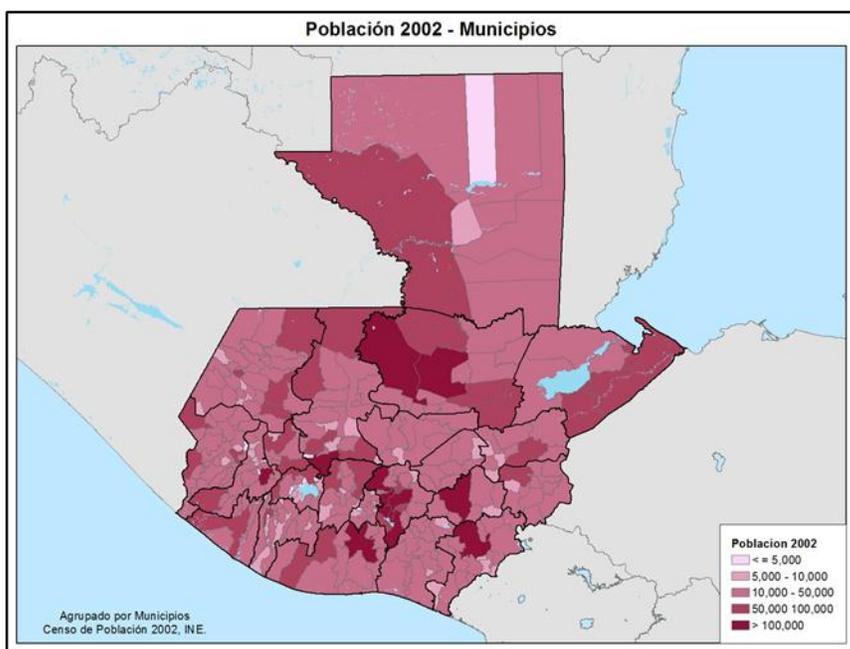
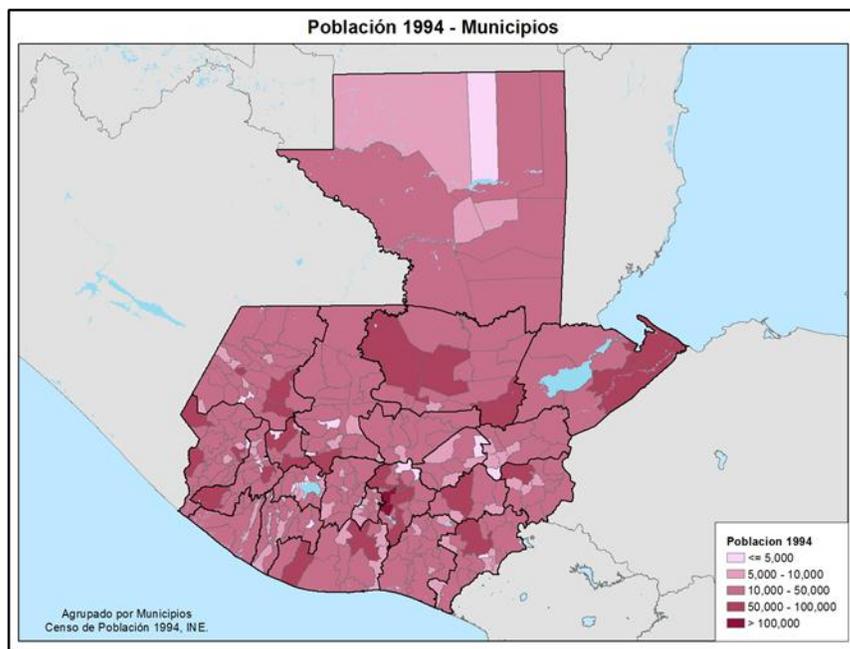


Figura 2.
Población a nivel
de municipios,
censos 1994 y
2002.

La distribución de la población indígena en Guatemala es uno de los parámetros de interés para las políticas públicas sociales y el avance del cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio. En los mapas de la Figura 3 se muestra dicha distribución a nivel de centros poblados (3.1) y de municipios (3.2).

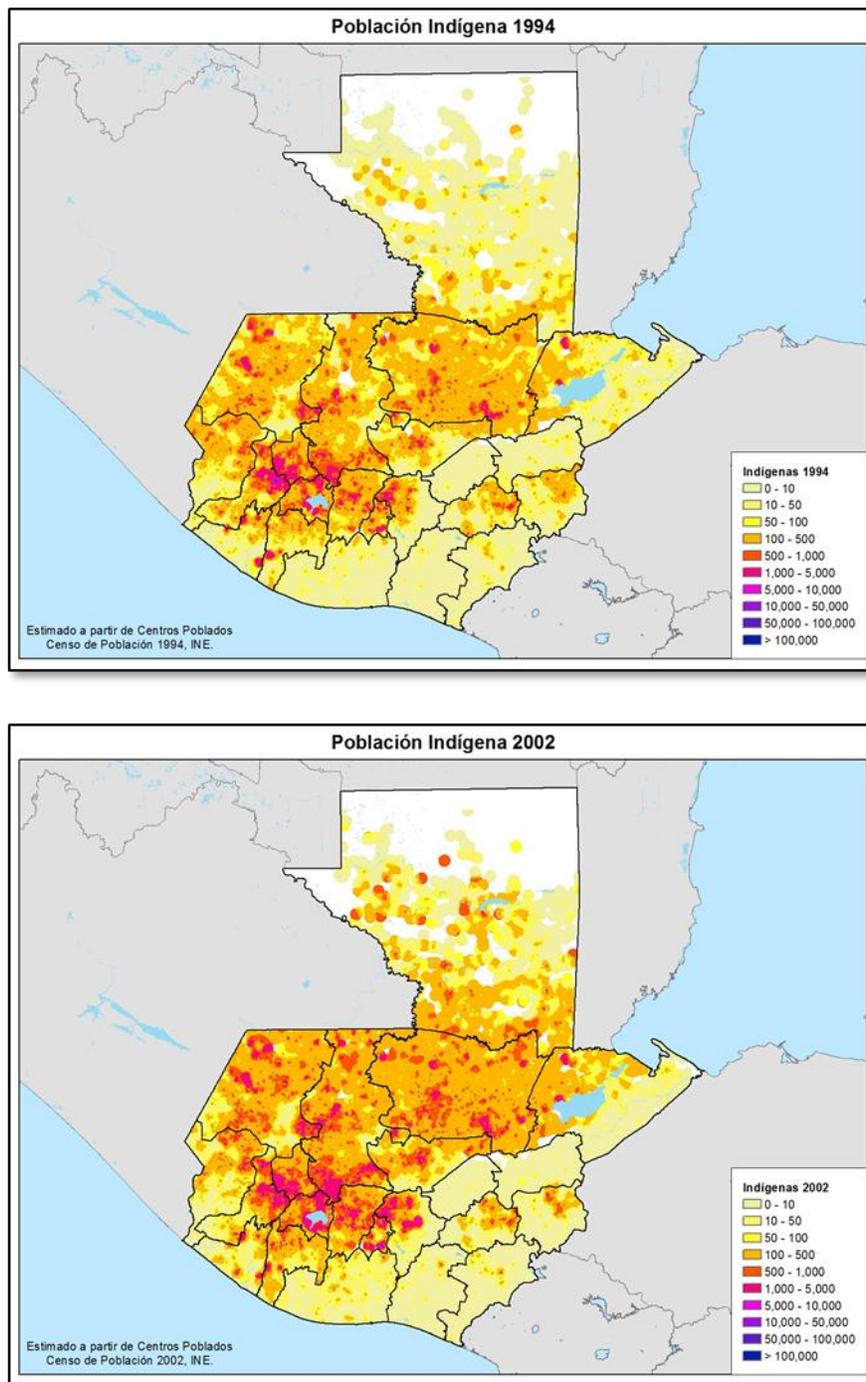


Figura 3.1. Mapas de población indígena en centros poblados del país, obtenida a partir de los censos 1994 y 2002 a nivel nacional.

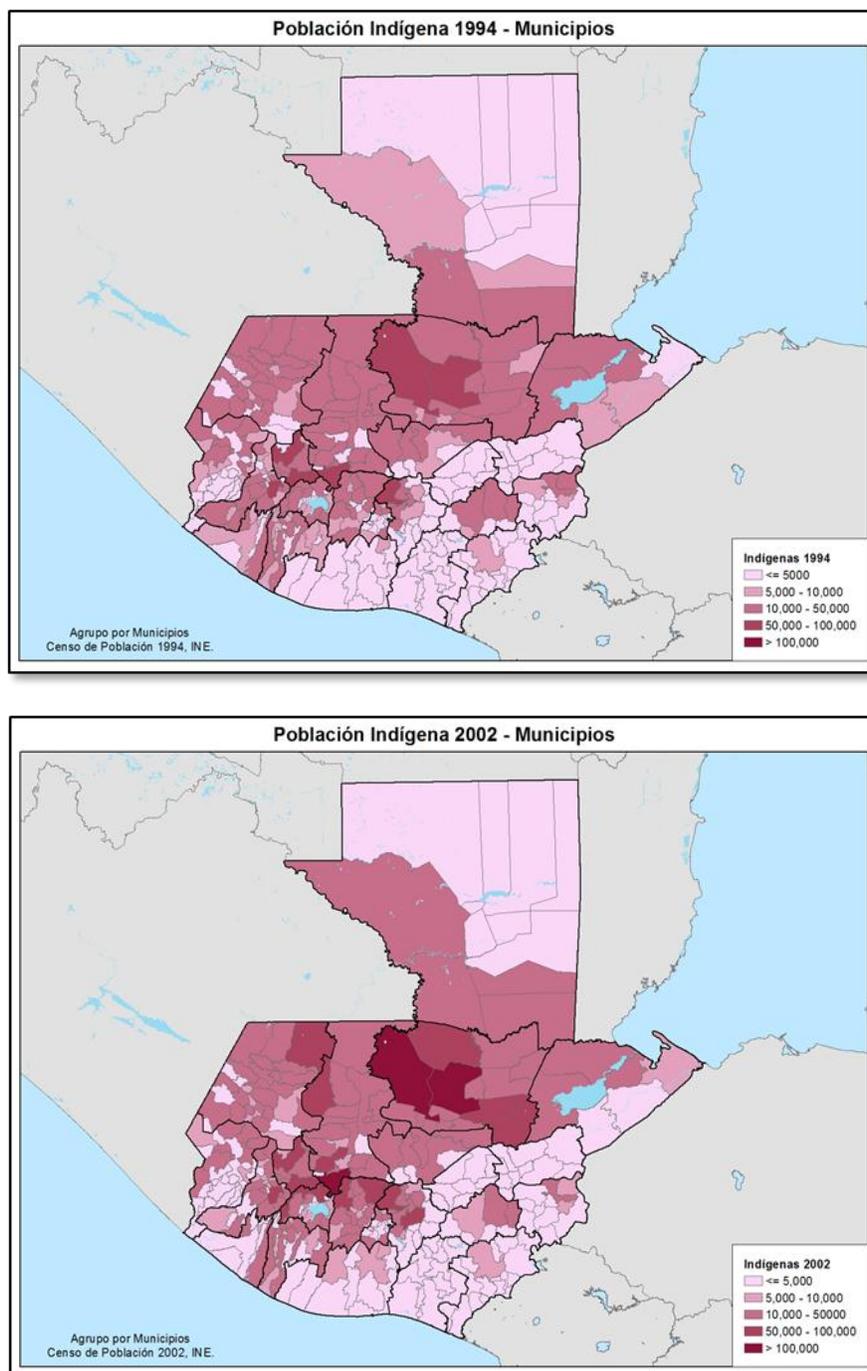


Figura 3.2. Mapas de población indígena al nivel municipal, obtenida a partir de los censos 1994 y 2002 a nivel nacional.

Los mapas de distribución de población indígena en 1994 y 2002 muestran posibles migraciones desde la zona occidental del país hacia el área metropolitana central y, en menor medida, hacia la parte sur del Petén y a lo largo de la Franja Transversal (Alta Verapaz y Quiché).

Finalmente, el mapa de proyección poblacional en centros poblados para el año 2025 se muestra en la Figura 4. Como puede observarse, habrá una gran cantidad de centros poblados con más de 1,000 habitantes con las ciudades intermedias y grandes ubicadas en la franja central del país. Se observa también que solamente una franja en la parte norte de El Petén estaría deshabitada. Las áreas de mayor crecimiento poblacional se ubican en la zona metropolitana, la franja transversal del norte y Petén (ver mapa en Figura 4).

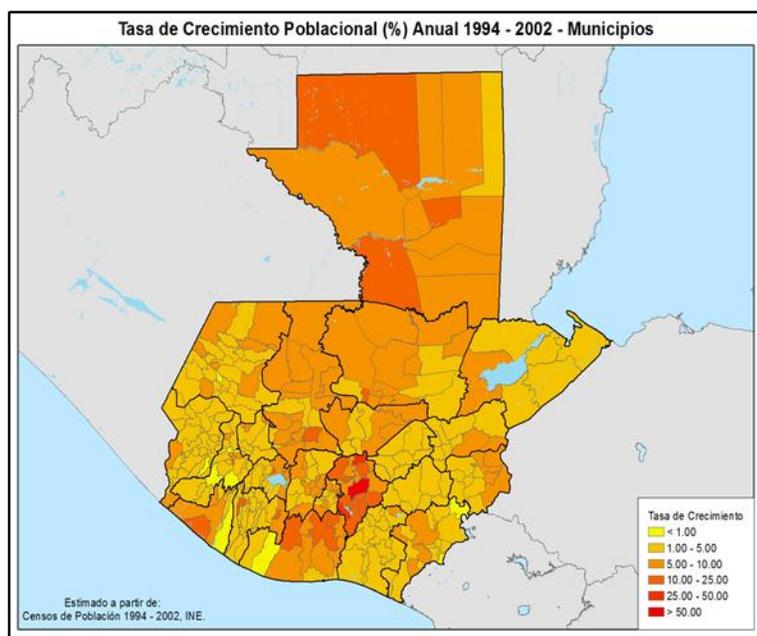
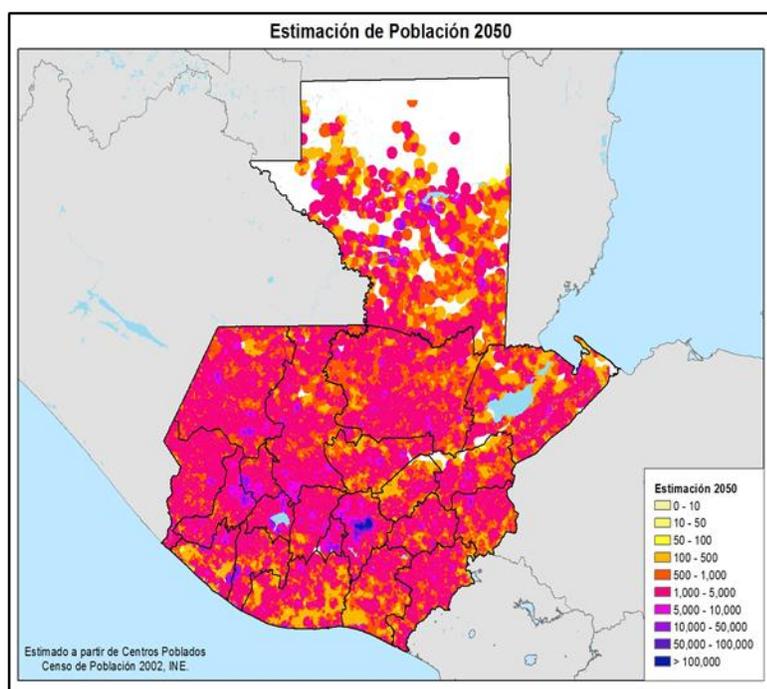


Figura 4. Proyección de la población hacia el año 2025 utilizando las tendencias promedio de crecimiento anual del INE. Arriba, la representación a nivel de centros poblados. Abajo, la tasa de crecimiento municipal promedio para el período 1994-2002.

Se muestra en la Tabla a continuación un consolidado de datos que soportan los mapas presentados en las figuras anteriores. La representación gráfica de las estadísticas se muestra en la Figura 5.

Tabla 2

Datos consolidados de población total e indígena de acuerdo a los censos 1994 y 2002

Año	Población	Hombres	Mujeres	% Hombres	% Mujeres	Indígenas	No Indígenas	% Indígenas	% No Indígenas
1994	7,312,304	3,619,814	3,692,490	50%	50%	3,358,488	3,771,221	46%	52%
2002	11,237,196	5,496,839	5,740,357	49%	51%	4,610,440	6,626,756	41%	59%
Tasa Crecimiento	54%	52%	55%			37%	76%		

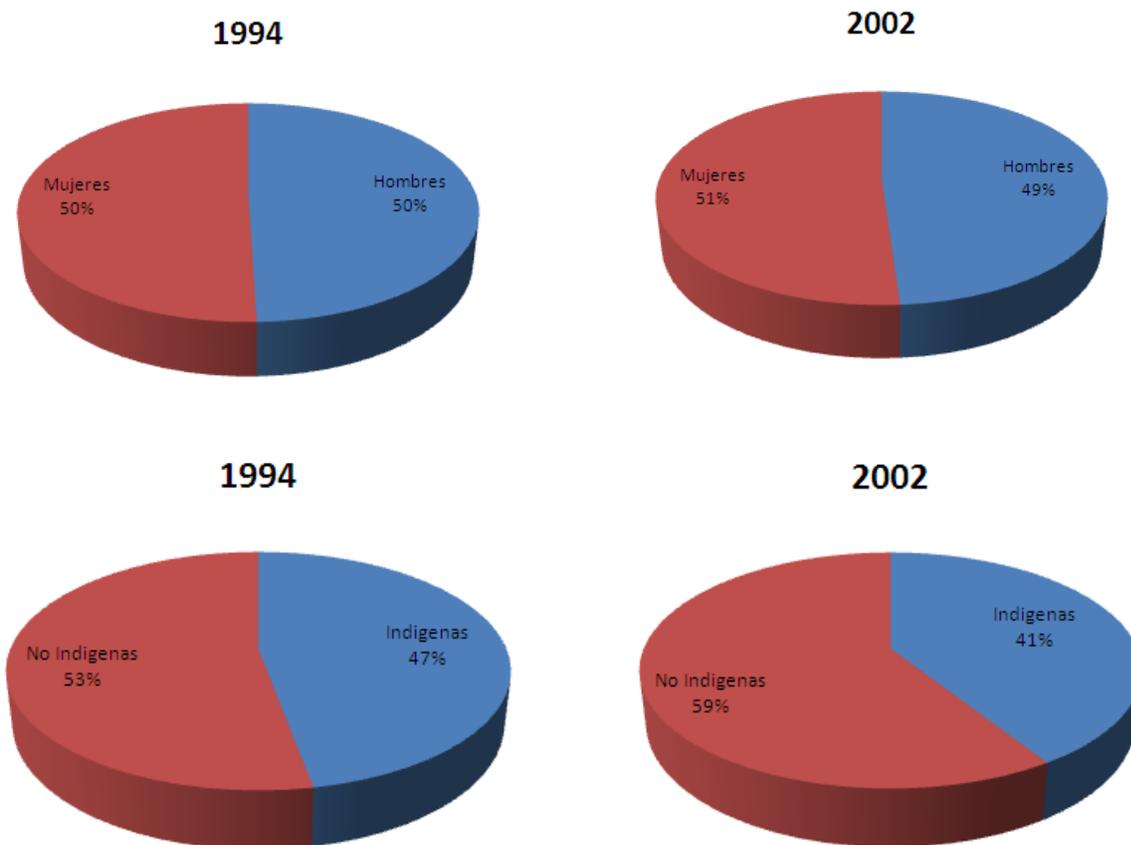


Figura 5. Estadísticas gráficas del consolidado de datos poblacionales de los censos 1994 y 2002.

4.2. Estadísticas en municipios priorizados.

Considerando la política social del actual Gobierno, en este estudio también se presenta una síntesis de estadísticas poblacionales para los 166 municipios priorizados por la actual Administración del Organismo Ejecutivo. Utilizando Información del Censo Poblacional INE 2002, en la Tabla 3 se presenta la población total de los municipios priorizados para cada departamento del país, y se acompaña de una columna que indica a qué porcentaje de habitantes corresponde (comparado con el total de población del departamento). Los datos indican que la mayor atención de población en municipios priorizados se encuentra en los departamentos de Alta Verapaz, Totonicapán, Quiché y Sololá.

Tabla 3. Población de los 166 municipios priorizados por la actual Administración del Organismo Ejecutivo expresada a nivel departamental

DEPARTAMENTO	Poblacion total 2002	%Poblacion/ Depto.	*Proyeccion 2012
Alta Verapaz	776,246	100	1,147,593
Baja Verapaz	107,858	50	138,986
Chimaltenango	316,816	71	447,929
Chiquimula	186,672	62	234,113
Guatemala	152,583	6	192,566
Huehuetenango	740,733	88	1,029,196
Izabal	42,984	14	59,318
Jalapa	161,095	66	217,045
Jutiapa	23,715	6	27,089
Peten	48,745	13	88,220
Quetzaltenango	258,923	42	335,366
Quiché	639,237	98	961,459
Sacatepequez	72,828	29	94,928
San Marcos	647,701	81	851,162
Solola	285,566	93	418,120
Suchitepequez	158,438	39	207,719
Totonicapán	339,254	100	491,298
Zacapa	23,705	12	26,749

*Fuente: Datos Originales, Fondo de Poblacion de las Naciones Unidas (PNUAP) y Procesamiento GAUSS, Unidas (PNUAP) y Procesamiento GAUSS; INE 2002

Se ha recopilado y generado un alto número de datos de población a nivel departamental, municipal y de centros poblados. Como muestra de esta riqueza de datos de población a continuación se presentan estadísticas para los 4 departamentos con mayor número de población catalogada como "habitantes de municipios priorizados" por la actual administración de Gobierno.

Tabla 4. Población total de los municipios priorizados del departamento de Alta Verapaz.

Departamento	Municipio	Centros Poblados	No. Pobladores	% Pobladores	Poblacion alfabeta	No. pobladores para ser Alfabetos	Poblacion Indigena	Menores de 6 años	Poblacion 6 - 14 años
ALTA VERAPAZ	CHISEC	156	69,325	9	23,749	50,307	62,895	19,018	16,567
	FRAY BARTOLOME DE LAS CASAS	110	44,538	6	18,241	33,233	40,918	11,305	10,195
	CHAHAL	75	16,853	2	7,254	12,543	15,856	4,310	3,967
	SAN PEDRO CARCHA	300	148,344	19	59,066	114,005	143,691	34,339	31,968
	CAHABON	145	42,949	6	15,794	31,576	42,273	0	9,621
	LANQUIN	48	16,546	2	5,895	12,311	16,221	4,235	3,730
	SENAHU	112	54,471	7	15,720	40,293	53,691	14,178	11,927
	PANZOS	120	44,770	6	13,761	32,803	43,856	11,967	10,399
	SAN JUAN CHAMELCO	69	38,973	5	15,972	30,154	38,168	8,819	8,174
	SANTA CRUZ VERAPAZ	39	19,012	2	8,453	14,284	15,086	4,728	4,174
	TACTIC	48	24,535	3	10,912	18,986	21,356	5,549	5,408
	TUCURU	80	28,421	4	8,854	21,045	27,639	7,376	6,540
	TAMAHU	32	12,685	2	4,372	9,405	12,338	3,280	2,948
	SANTA CATALINA LA TINTA	37	27,027	3	9,160	20,195	25,909	6,832	6,215
	SAN CRISTOBAL VERAPAZ	79	43,336	6	17,642	33,021	37,837	10,315	9,660
	COBAN	308	144,461	19	68,291	111,851	123,007	32,610	31,162
Total		1,758	776,246	100	303,136	586,012	720,741	178,861	172,655

Fuente: datos proporcionados por De León, 2012 (PC GEA) a partir de INE, 2002.

A continuación se presentan la barras estadísticas con información que permite comparar la población total con las tasas de población indígena y alfabetismo a nivel de los municipios priorizados en Alta Verapaz.

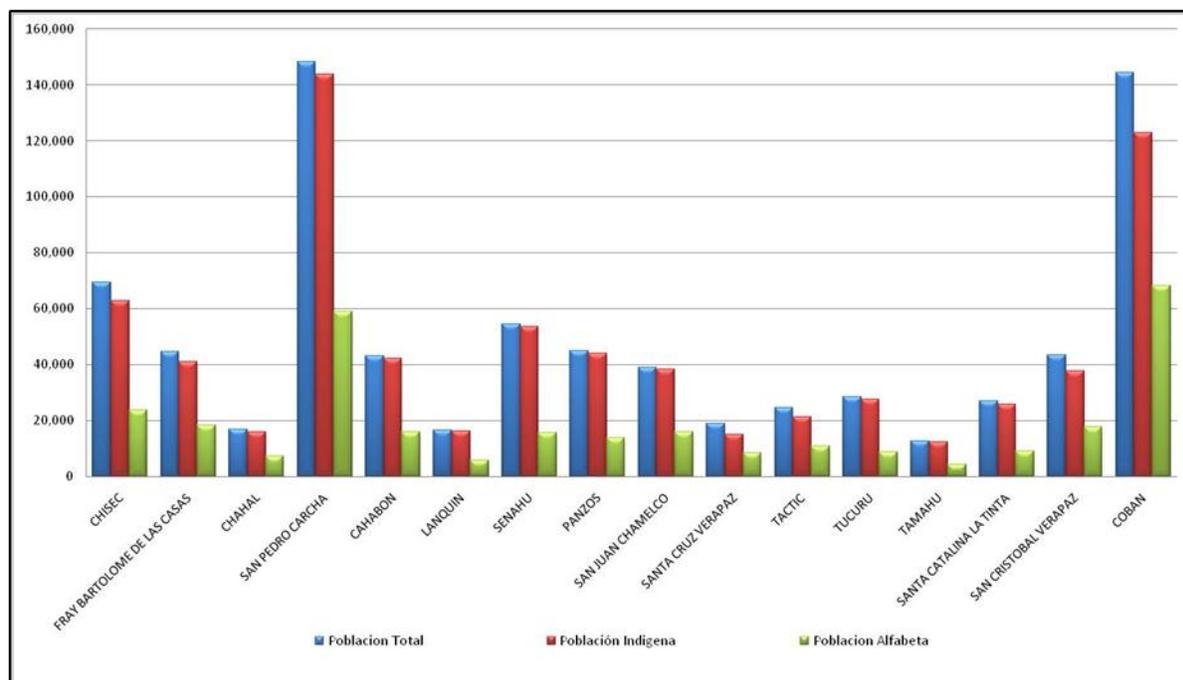


Figura 6. Población total, indígena y alfabeta de los municipios priorizados en Alta Verapaz. Elaboración propia a partir de datos del INE, 2002.

Los resultados mostrados en la Figura 6 indican que la población de los municipios de San Pedro Carchá y Cobán representa el 19 % del total de población del departamento de Alta Verapaz. La mayoría de habitantes es población indígena con menos del 50% de población alfabeta. Por otra parte, entre los municipios con menor cantidad de habitantes se encuentra Chahal, Lanquín, Santa Cruz Verapaz y Tamahú que representan el 2% de la población total del departamento.

Tabla 5. Población total de los municipios priorizados del departamento de Quiché.

Departamento	Municipios	Centros Poblados	No. Pobladores	% Pobladores	Poblacion alfabeta	No.pobladores para ser Alfabetos	Poblacion Indigena	Menores de 6 años	Poblacion 6 - 14 años
QUICHE	IXCAN	149	61,448	10	28,139	45,258	47,888	16,190	15,389
	NEBAJ	91	53,617	8	21,157	39,273	50,766	14,344	13,141
	CHAJUL	51	31,780	5	9,390	23,166	29,398	8,614	7,744
	SAN JUAN COTZAL	31	20,050	3	7,271	14,882	19,520	5,168	4,493
	SAN ANDRES SAJCABAJA	60	19,035	3	5,137	14,680	16,955	4,355	4,526
	SAN PEDRO JOCOPILAS	52	21,782	3	6,397	16,386	20,483	5,396	5,349
	SAN BARTOLOME JOCOTENANGO	28	8,639	1	2,069	6,322	8,427	2,317	2,061
	SANTA CRUZ DEL QUICHE	68	62,369	10	31,758	49,417	51,523	12,952	13,642
	SAN ANTONIO ILOTENANGO	26	17,204	3	5,240	12,680	17,076	4,524	4,265
	ZACUALPA	28	22,846	4	7,318	17,258	21,525	5,588	5,796
	CHINIQUE	16	8,009	1	3,599	6,176	6,296	1,833	1,951
	CHICHE	26	19,762	3	6,950	14,734	19,144	5,028	4,808
	PATZITE	8	4,695	1	2,147	3,645	4,686	1,050	1,112
	JOYABAJ	64	52,498	8	14,311	39,777	46,912	12,721	13,184
	CHICHICASTENANGO	76	107,193	17	42,084	81,647	105,610	25,546	24,720
	CUNEN	39	25,595	4	10,062	18,483	23,130	7,112	6,455
	SACAPULAS	77	35,706	6	13,667	27,096	34,475	8,610	8,882
	CHICAMAN	70	25,280	4	8,713	18,789	19,374	6,491	5,836
	USPANTAN	133	41,892	7	14,501	31,367	33,680	10,525	9,927
	Total		1,093	639,400	100	239,910	481,036	576,868	158,364

Fuente: datos proporcionados por De León, 2012 (PC GEA) a partir de INE, 2002.

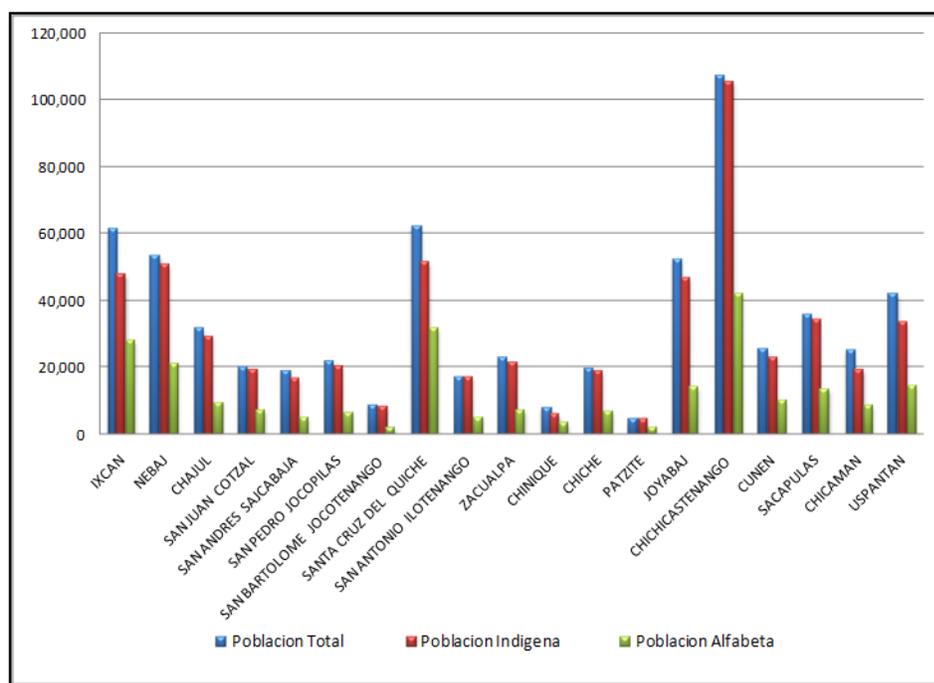


Figura 7. Población total, indígena y alfabeta de los municipios priorizados en Quiché. Elaboración propia a partir de datos del INE, 2002.

Tabla 6. Población total de los municipios priorizados del departamento de Sololá.

Departamento	Municipios	Centros Poblados	No. Pobladores	% Pobladores	Poblacion alfabeta	No. pobladores para ser Alfabetos	Poblacion Indigena	Menores de 6 años	Poblacion 6 - 14 años
SOLOLA	SOLOLA	40	63,973	22	30,763	49,950	60,399	14,023	15,036
	NAHUJALA	73	51,939	18	21,592	40,419	51,924	11,520	11,927
	SANTA CATARINA IXTAHUACAN	79	41,208	14	15,767	31,459	41,190	9,749	9,694
	SANTA LUCIA UTATLAN	32	18,011	6	9,820	14,413	17,564	3,598	3,865
	SAN ANDRES SEMETABAJ	18	9,411	3	5,503	7,291	8,719	2,120	2,155
	CONCEPCION	4	4,329	2	1,456	3,225	4,329	1,104	1,099
	SAN JOSE CHACAYA	6	2,445	1	1,317	1,868	2,335	577	503
	SANTA CRUZ LA LAGUNA	7	4,197	1	1,210	3,142	4,156	1,055	1,019
	SAN MARCOS LA LAGUNA	1	2,238	1	1,225	1,741	2,179	497	478
	SAN PABLO LA LAGUNA	1	5,674	2	2,322	4,465	5,667	1,209	1,280
	SANTA CLARA LA LAGUNA	5	6,894	2	4,035	5,338	6,860	1,556	1,572
	SANTA CATARINA PALOPO	5	2,869	1	1,166	2,201	2,850	668	705
	SAN JUAN LA LAGUNA	8	8,149	3	4,866	6,493	8,121	1,656	1,961
	SAN ANTONIO PALOPO	16	10,520	4	4,741	8,208	9,946	2,312	2,383
	SANTIAGO ATITLAN	17	32,254	11	12,165	26,752	31,667	5,502	7,164
SAN LUCAS TOLIMAN	25	21,455	8	11,411	16,792	20,050	4,663	4,865	
	Total	337	285,566	100	129,359	223,757	277,956	61,809	65,706

Fuente: datos proporcionados por De León, 2012 (PC GEA) a partir de INE, 2002.

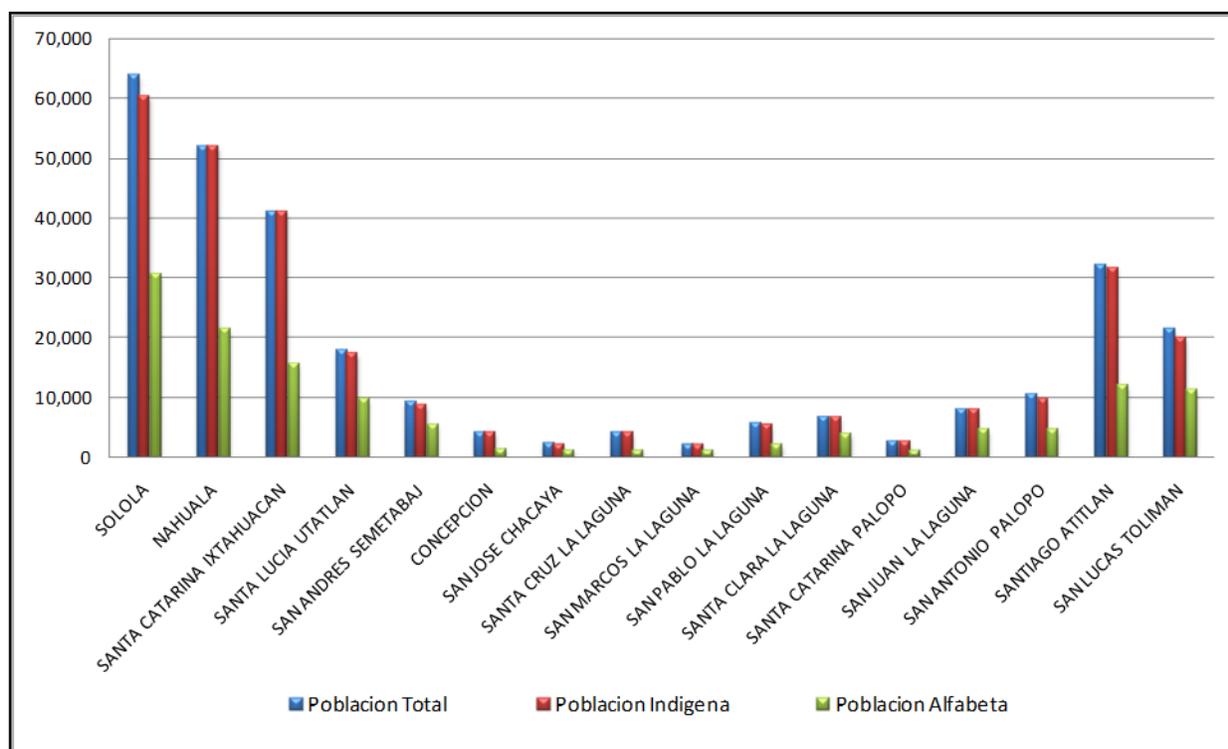


Figura 8. Población total, indígena y alfabeta de los municipios priorizados en Sololá. Elaboración propia a partir de datos del INE, 2002.

Tabla 7. Población total de los municipios priorizados del departamento de Totonicapán.

Departamento	Municipios	Centros Poblados	No. Pobladores	% Pobladores	Poblacion alfabeta	No.pobladores para ser Alfabetos	Poblacion Indígena	Menores de 6 años	Poblacion 6 - 14 años
TOTONICAPAN	MOMOSTENANGO	169	87,340	26	41,037	66,811	86,330	20,529	21,308
	SANTA LUCIA LA REFORMA	42	13,479	4	3,702	9,913	13,460	3,566	3,496
	SAN BARTOLO	44	8,684	3	4,660	6,486	8,554	2,198	2,289
	SANTA MARIA CHIQUIMULA	68	35,148	10	11,307	26,582	35,017	8,566	8,344
	SAN FRANCISCO EL ALTO	16	45,241	13	22,708	36,080	45,042	9,161	11,473
	TOTONICAPAN	86	96,392	28	56,978	79,222	93,707	17,170	23,266
	SAN CRISTOBAL TOTONICAPAN	14	30,608	9	15,824	24,737	29,068	5,871	7,277
	SAN ANDRES XECUL	8	22,362	7	10,391	16,863	22,303	5,499	5,813
	Total	447	339,254	100	166,607	266,694	333,481	72,560	83,266

Fuente: datos proporcionados por De León, 2012 (PC GEA) a partir de INE, 2002.

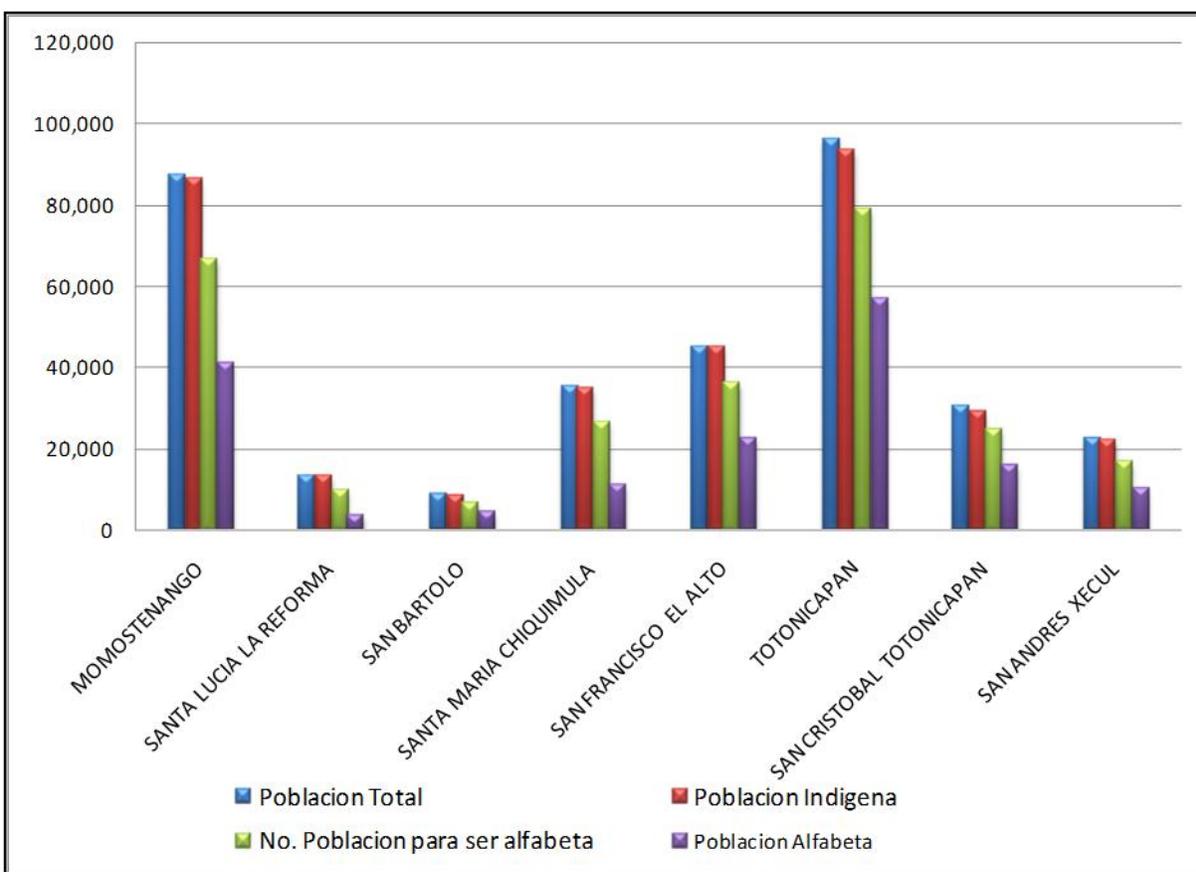


Figura 9. Población total, indígena y alfabeta de los municipios priorizados en Totonicapán. Elaboración propia a partir de datos del INE, 2002.

4.3. La población Guatemalteca y sus requerimientos de agua.

Las estimaciones del consumo de agua de la población guatemalteca es una mera relación aritmética entre el total de los grupos poblacionales y los indicadores de consumo utilizados. En congruencia con los resultados que se requieren del estudio se han hecho las estimaciones de estos valores por cuenca y por vertiente para todo el territorio guatemalteco. Los resultados se presentan en las siguientes tablas.

Tabla 8.1
Consumo total anual de agua en Guatemala

Población total: 11,237,196 personas (según censo poblacional 2,002 del INE)		
Consumo total (en millones de metros cúbicos)		
Escenario Ideal	Escenario Mínimo	Escenario Extremo
11,237.2	410.16	205.08

Tabla 8.2
Consumo anual de agua por vertientes en Guatemala

Vertientes	Consumo por escenario (millones de m ³)		
	Ideal	Mínimo	Extremo
Caribe	3,767.76	137.52	68.76
Golfo de México	2,382.82	86.97	43.49
Pacífico	5,086.62	185.66	92.83

Tabla 8.3
Consumo anual de agua por cuencas mayores en Guatemala

Cuencas mayores	Consumo por escenario (millones de m ³)		
	Ideal	Mínimo	Extremo
Lago de Atitlán	176.87	6.46	3.23
Lago de Izabal-Río Dulce	77.40	2.83	1.41
Pojom	26.19	0.96	0.48
Río Achiguate	332.37	12.13	6.07
Río Acomé	53.51	1.95	0.98
Río Cahabón	337.20	12.31	6.15
Río Coatán	56.58	2.07	1.03

Cuencas mayores	Consumo por escenario (millones de m ³)		
	Ideal	Mínimo	Extremo
Río Coyolate	243.17	8.88	4.44
Río Cuilco	358.63	13.09	6.55
Río Grande de Zacapa	340.73	12.44	6.22
Río Hondo	0.67	0.02	0.01
Río Ixcán	169.60	6.19	3.10
Río La Pasión	285.01	10.40	5.20
Río Los Esclavos	278.56	10.17	5.08
Río Madre Vieja	109.67	4.00	2.00
Río María Linda	1,290.78	47.11	23.56
Río Moho	9.82	0.36	0.18
Río Mopán Belice	47.82	1.75	0.87
Río Motagua	2,720.91	99.31	49.66
Río Nahualate	310.50	11.33	5.67
Río Naranjo	316.02	11.53	5.77
Río Nentón	141.02	5.15	2.57
Río Ocosito	345.19	12.60	6.30
Río Olopa	35.11	1.28	0.64
Río Ostúa Güija	241.23	8.80	4.40
Río Paso Hondo	51.55	1.88	0.94
Río Paz	184.12	6.72	3.36
Río Polochic	194.90	7.11	3.56
Río Salinas	843.72	30.80	15.40
Río Samalá	603.27	22.02	11.01
Río San Pedro	116.23	4.24	2.12
Río Sarstún	37.23	1.36	0.68
Río Selegua	349.56	12.76	6.38
Río Sis-Icán	221.11	8.07	4.04
Río Suchiate	237.01	8.65	4.33
Río Temash	1.09	0.04	0.02
Río Usumacinta	13.95	0.51	0.25
Río Xaclbal	78.92	2.88	1.44

Estos resultados numéricos están representados en los mapas de la Figura 10 en las siguientes páginas. En el Anexo 1 se incluye un desglose de demanda de consumo humano para los diferentes índices, vertientes y cuencas de Guatemala.

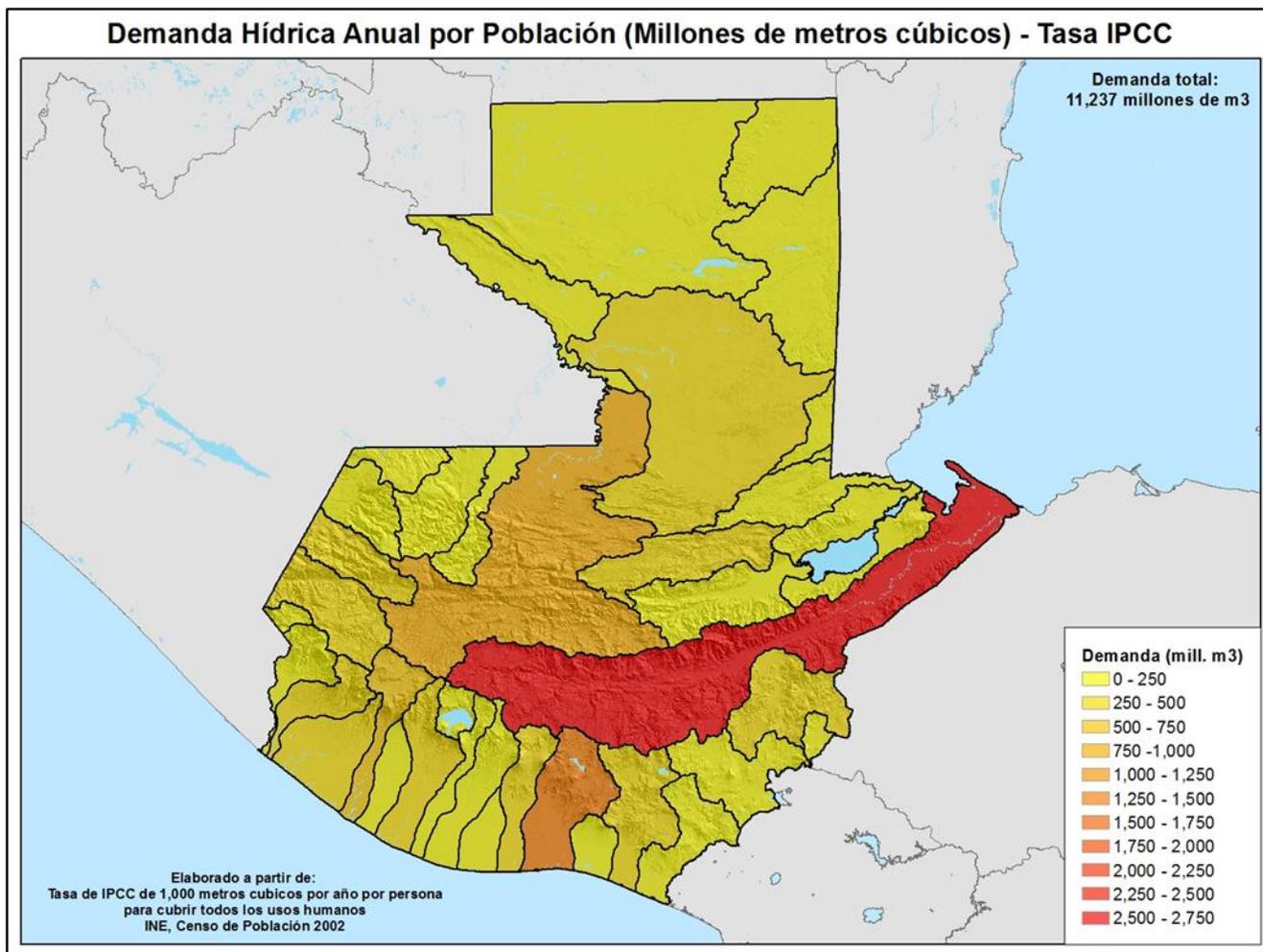


Figura 10.1 Consumo anual de agua en Guatemala para el escenario ideal.

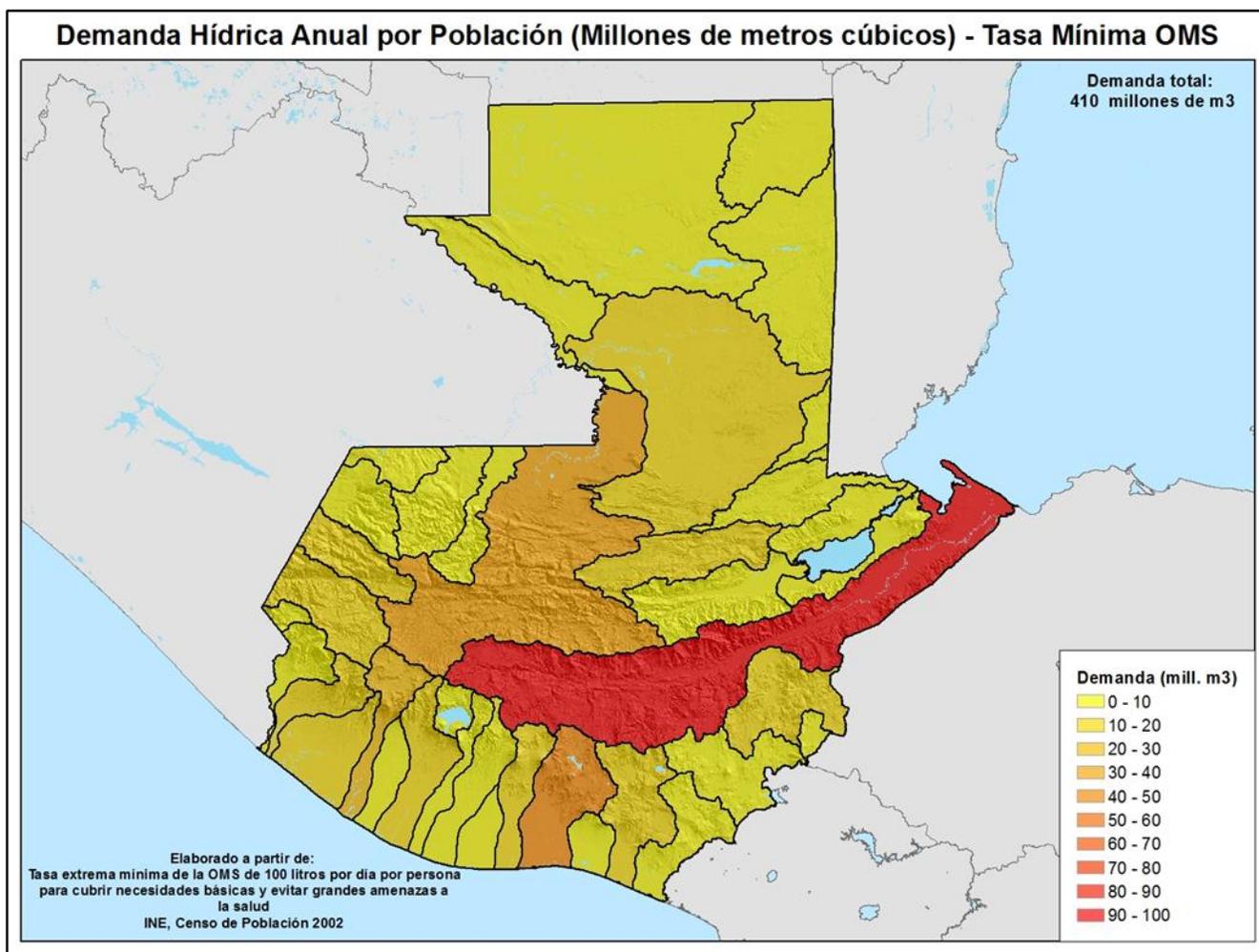


Figura 10.2 Consumo anual de agua en Guatemala para el escenario mínimo.

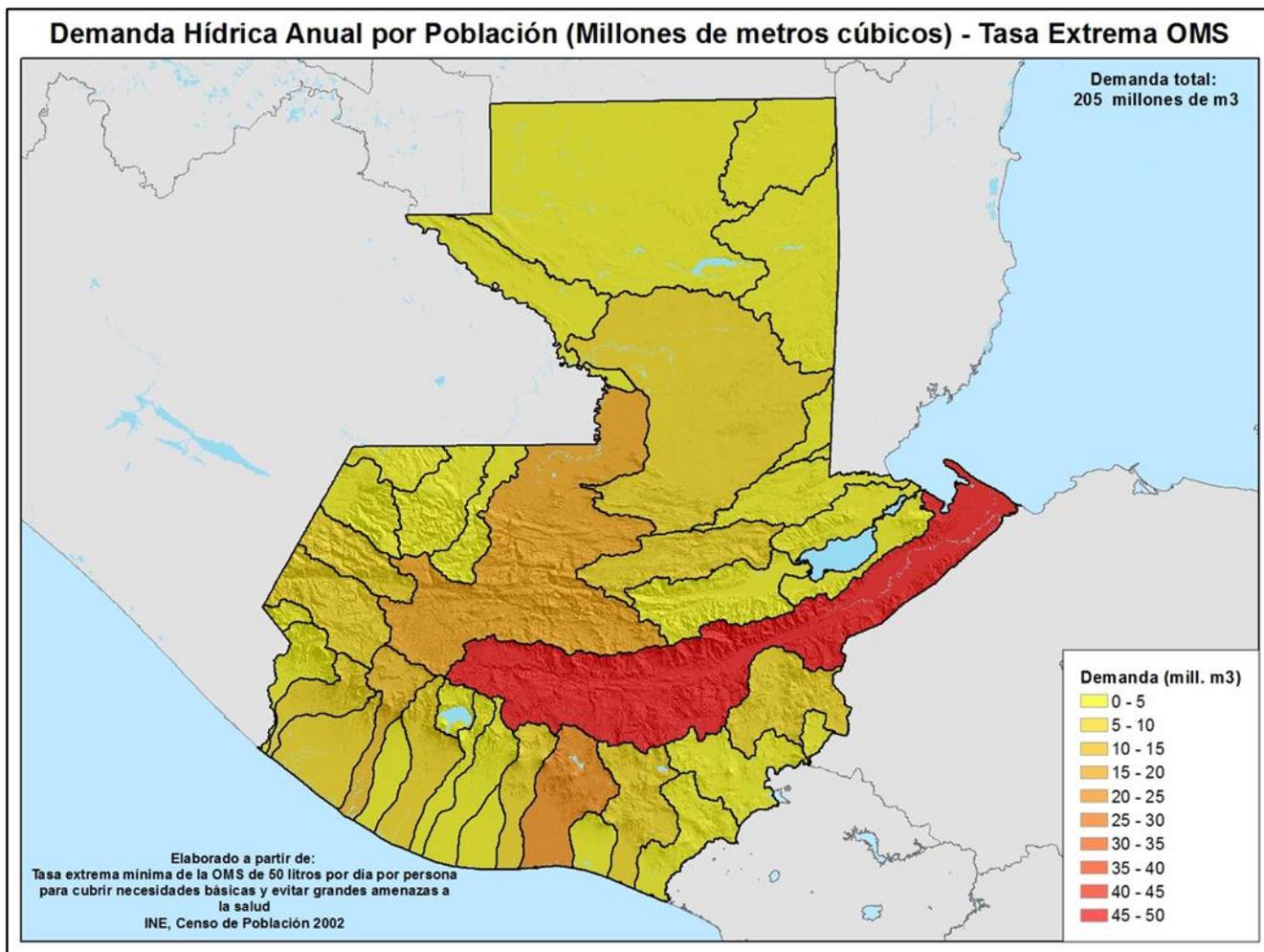


Figura 10.3 Consumo anual de agua en Guatemala para el escenario extremo.

4.4. Requerimientos de agua para cultivos y actividades agropecuarias.

Se ha obtenido una serie de mapas mostrando los requerimientos de agua de los diferentes cultivos y zonas de pastos en Guatemala para cada mes calendario del año expresado en milímetros. En la Tabla 3 se presenta un listado de los cultivos más relevantes incluidos en los mapas y en las estimaciones y su correspondiente "coeficiente de cultivo"- Kc.

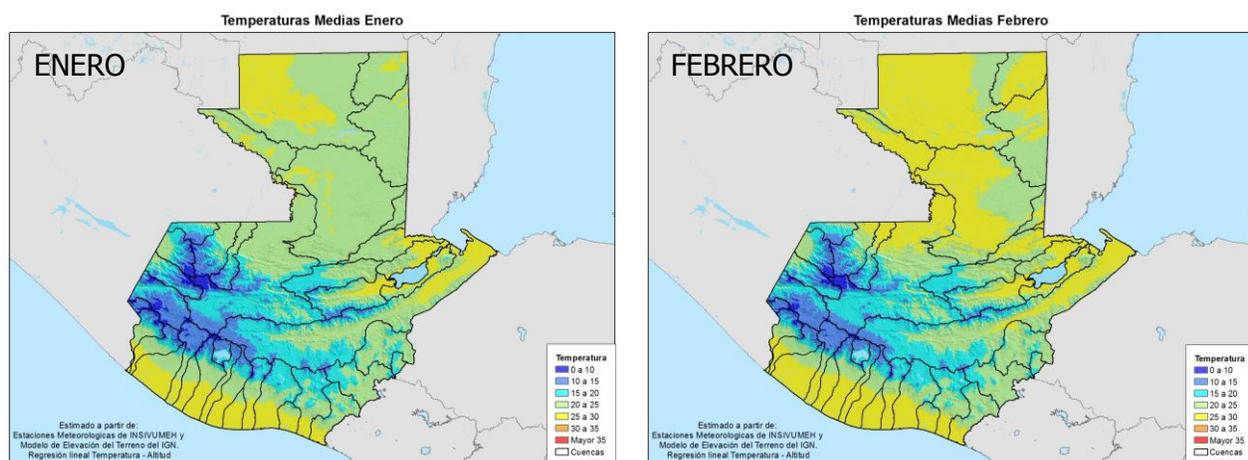
Tabla 9
Cultivos incluidos en el análisis de requerimientos

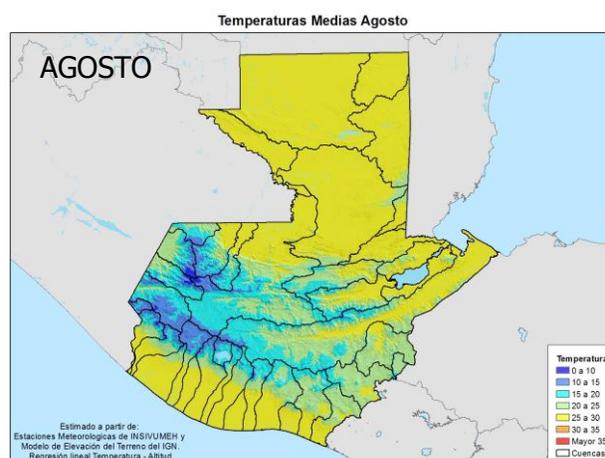
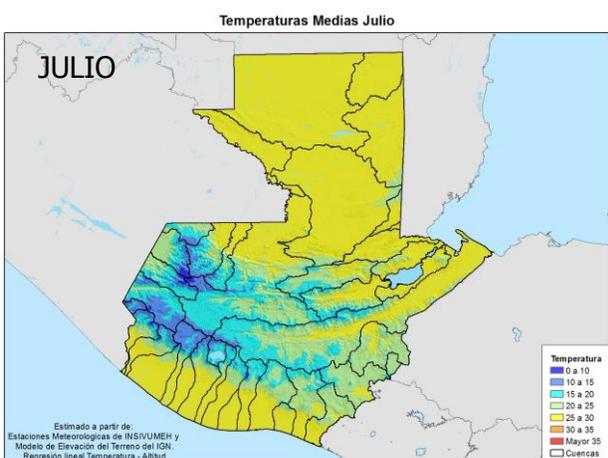
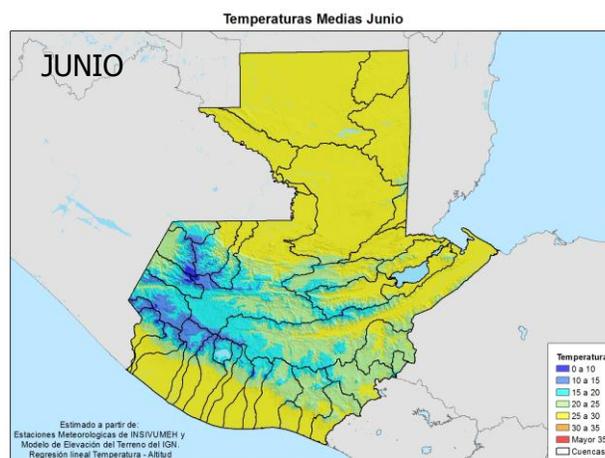
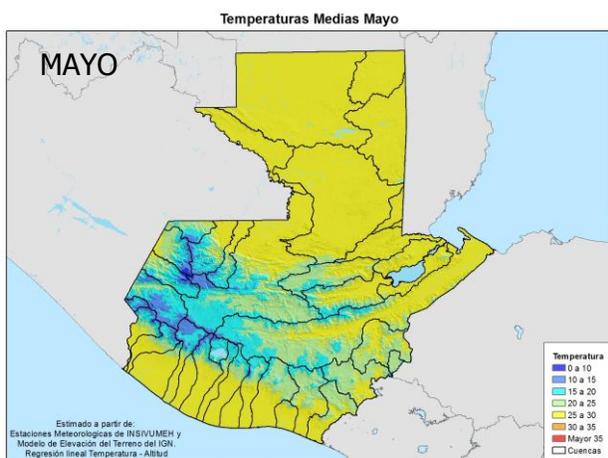
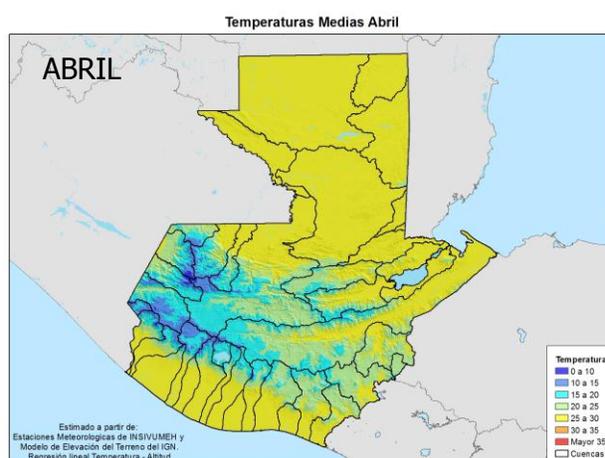
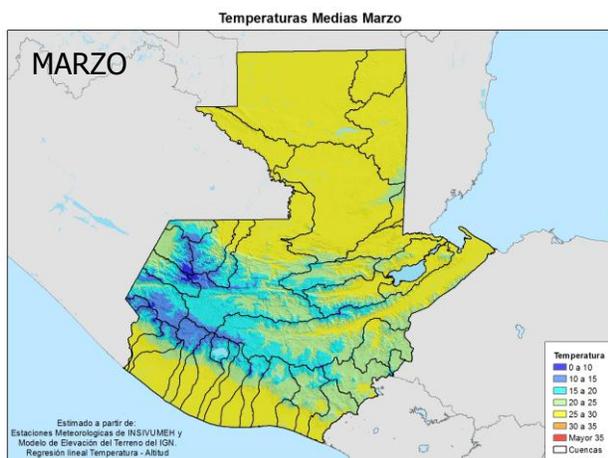
Cultivo	Kc	Cultivo	Kc	Cultivo	Kc	Cultivo	Kc
Aguacate	0.7	Arroz	1.05	Cacao	0.7	Café	0.7
Cardamomo	0.7	Cítricos	0.6	Coco	0.6	Frutales	0.6
Hule	0.6	Mango	0.6	Melón y sandía	0.5	Otros frutales	0.6
Palma africana	1.0	Papaya	0.6	Pejibaya	1.0	Piña	0.5
Rambután	0.6	Té	0.6	Viveros	1.0	Café-cardamomo	0.7
Banano y plátano	0.55-1.0	Caña de azúcar	0.6-1.15	Granos básicos	0.35-1.05	Hortaliza	0.7-1.05
Huertos	0.7-1.05	Pastos cultivados	1.0-1.11	Yuca	0.7-1.05	Mosaico de cultivos	1.0-1.05

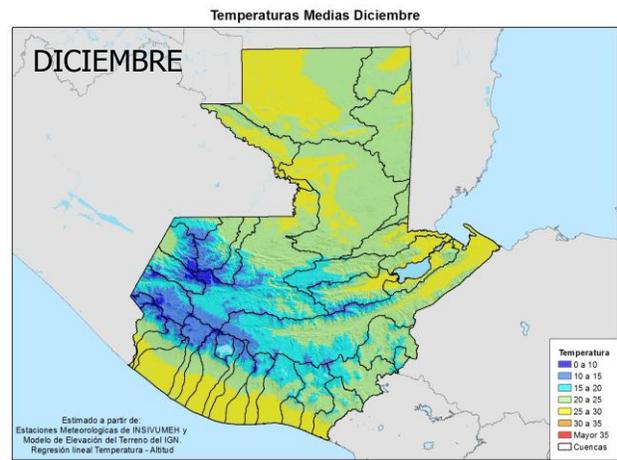
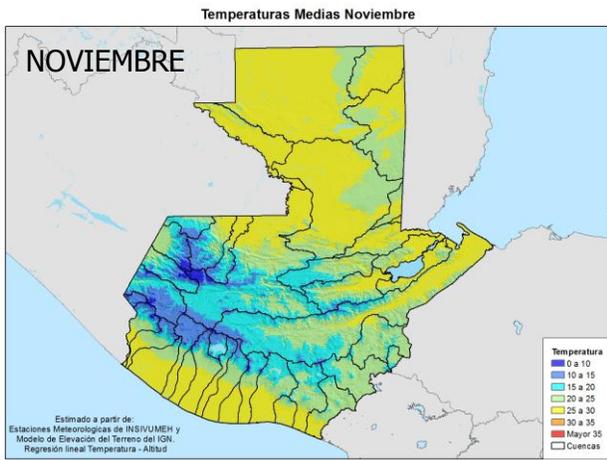
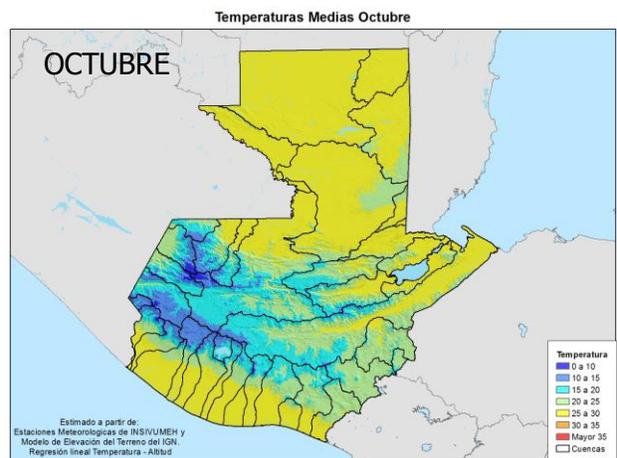
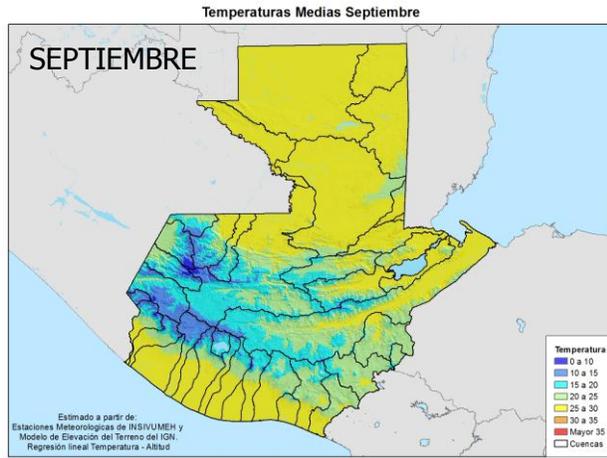
Fuente: valores Kc reportados por la FAO y tomados de los trabajos de SNET (2005) y IARNA (2011).

En las siguientes páginas, se presentan los resultados en forma de mapas mensuales para el período histórico analizado hasta el año 2003 de las variables Temperatura Promedio, Evapotranspiración Potencial (ET_0) y Evapotranspiración de Cultivos (ETc).

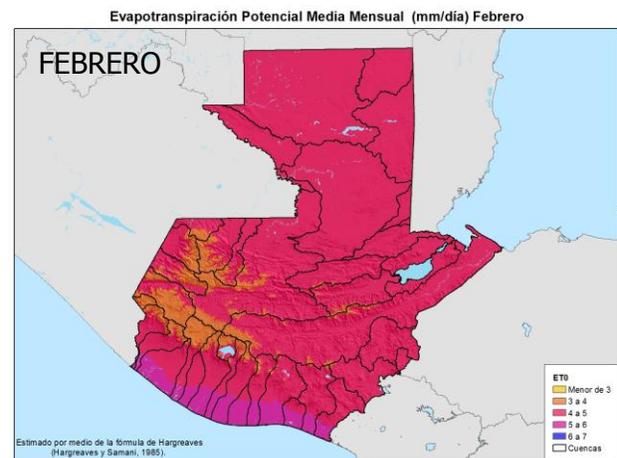
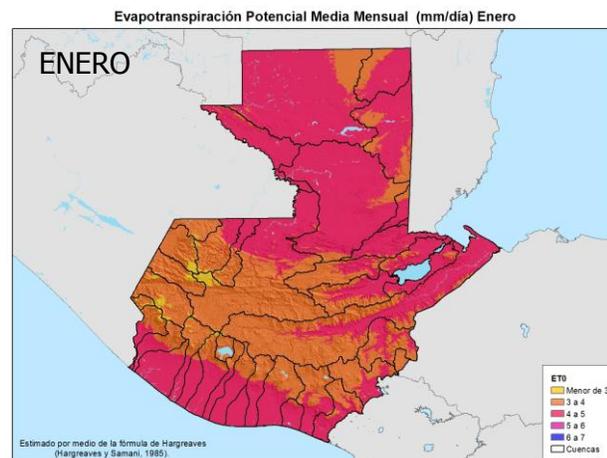
Temperatura Promedio

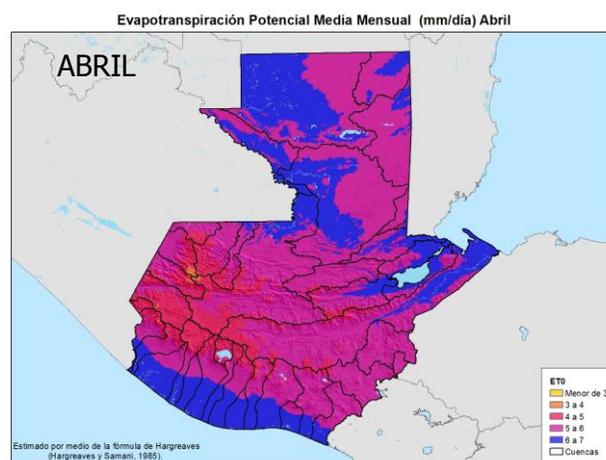


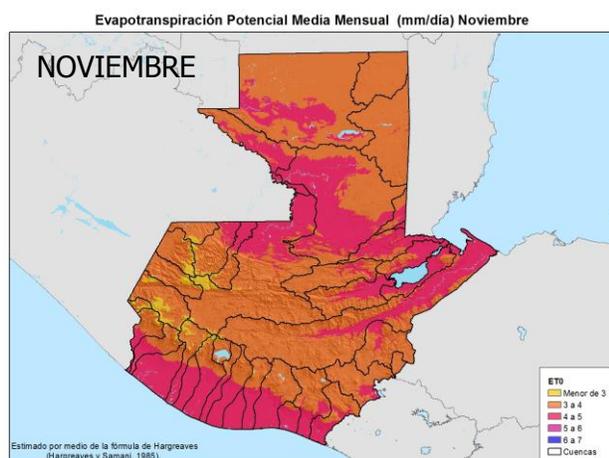
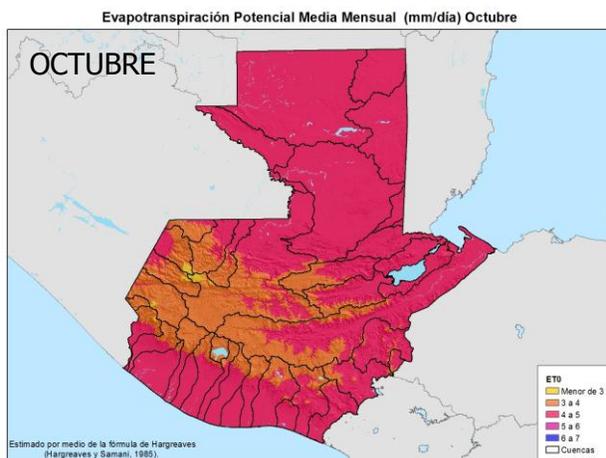
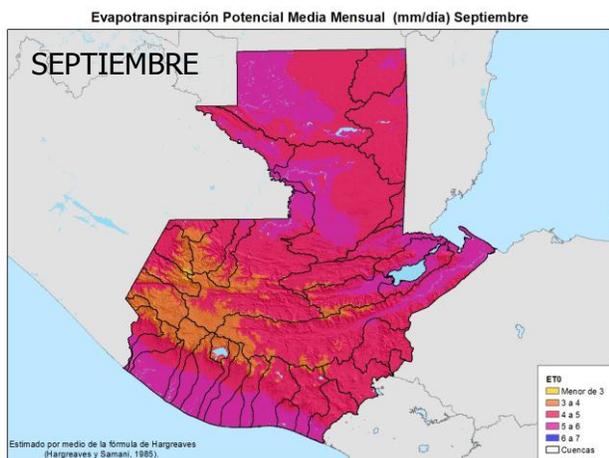




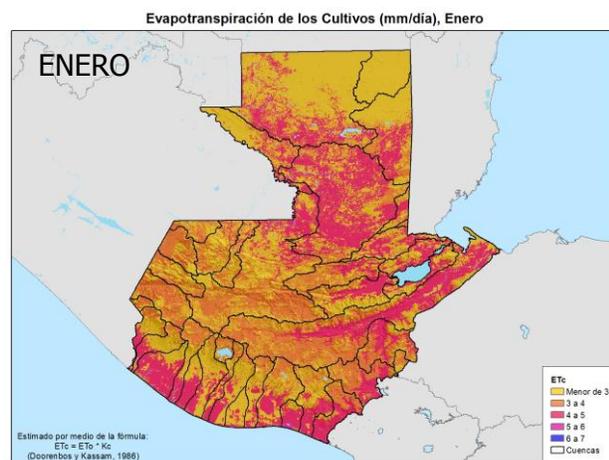
Evapotranspiración Potencial (ET_0)



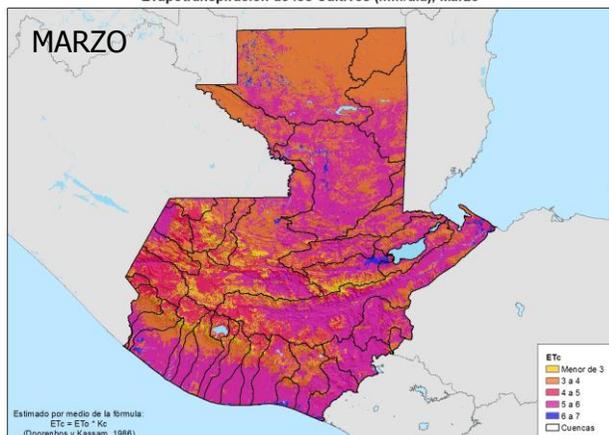




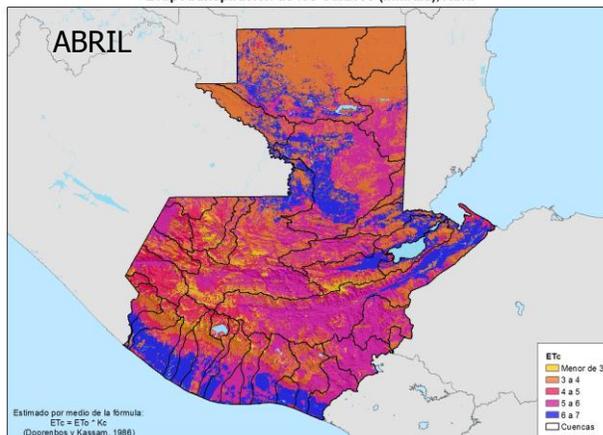
Evapotranspiración de Cultivos (ETc) = Requerimientos de agua de cultivos



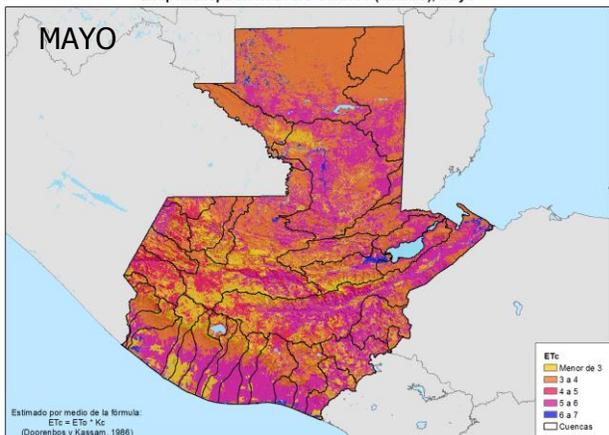
Evapotranspiración de los Cultivos (mm/día), Marzo



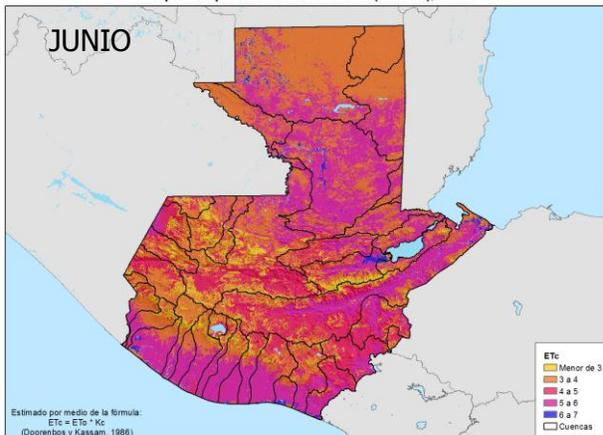
Evapotranspiración de los Cultivos (mm/día), Abril



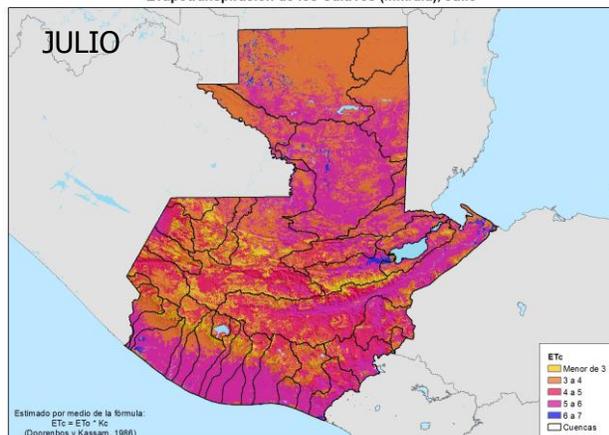
Evapotranspiración de los Cultivos (mm/día), Mayo



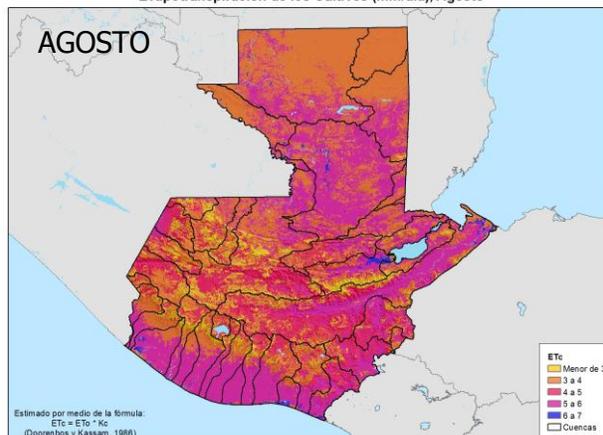
Evapotranspiración de los Cultivos (mm/día), Junio

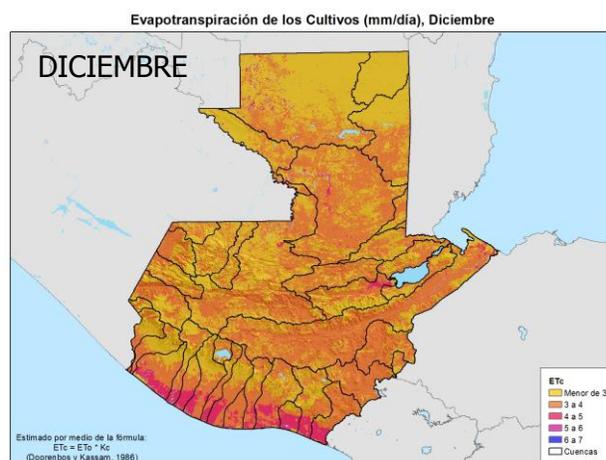
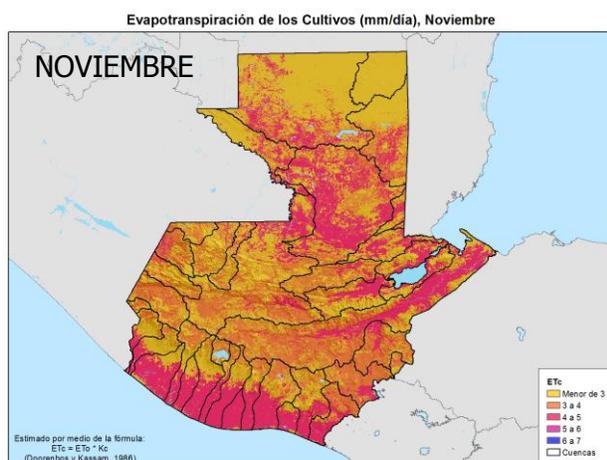
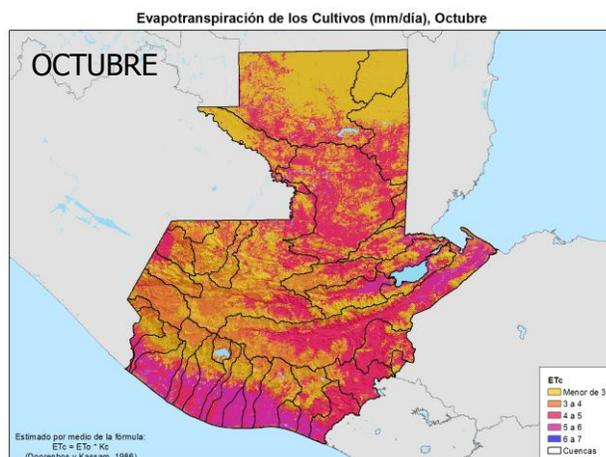
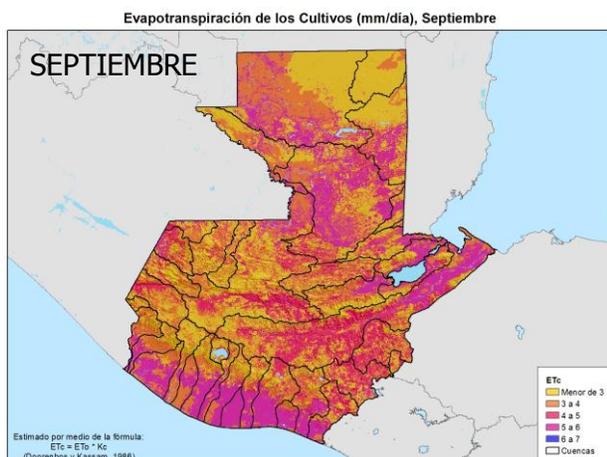


Evapotranspiración de los Cultivos (mm/día), Julio



Evapotranspiración de los Cultivos (mm/día), Agosto





Los resultados de requerimiento de agua (ETc) indican que el mayor período de demanda se marca entre Febrero a Mayo, con pico máximo en Abril, y uno secundario entre Julio y Agosto. En ambos casos, las demandas se delinearán más claramente en la Costa del Pacífico, zona oriental, planicies del Polochic y río Dulce y parte sur-central de Petén. La menor demanda de agua se estima para el mes de Mayo.

Los mapas de lluvia mensual del período analizado se muestran en la Figura 11. Estos mapas representan por escala de colores las zonas con menor (verdes) o mayor (azules) lluvia acumulada promedio mensual.

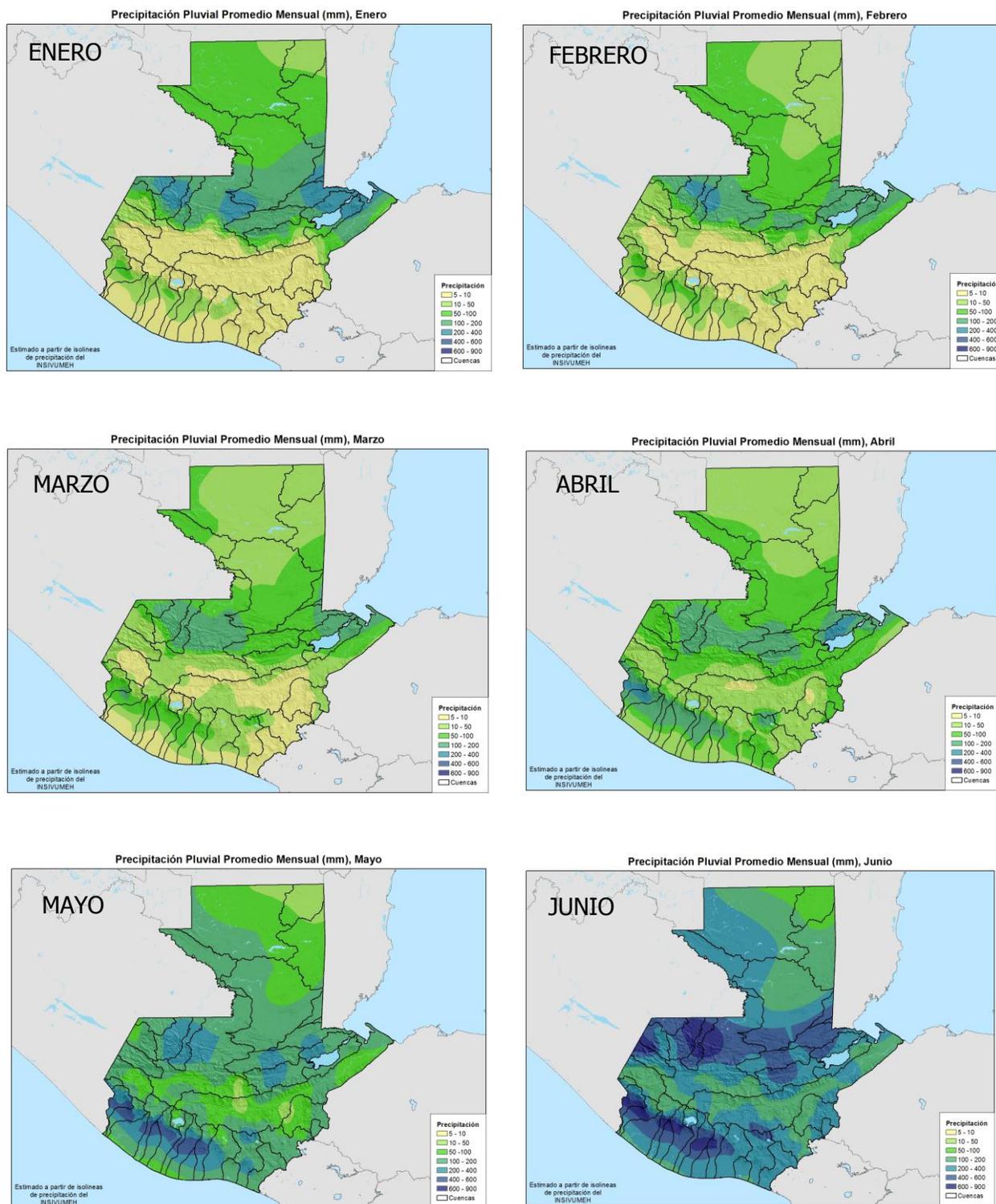


Figura 11. Mapas resultantes de la interpolación de datos históricos de lluvia hasta el año 2003 en la República de Guatemala.

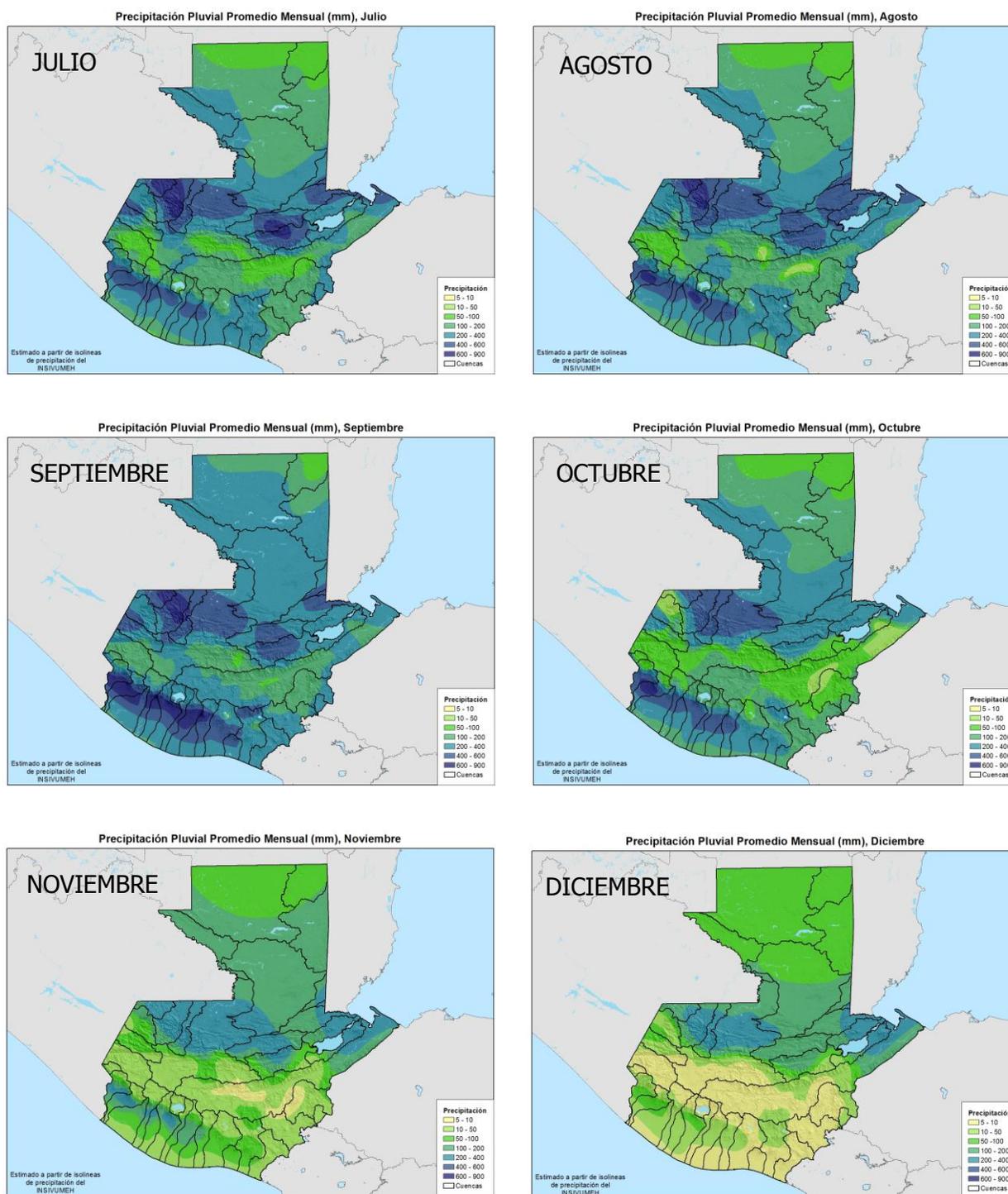


Figura 11 (continuación). Mapas resultantes de la interpolación de datos históricos de lluvia hasta el año 2003 en la República de Guatemala.

NOTA: algunos de los mapas se complementan con datos numéricos y gráficos de lluvia y evapotranspiración potencial (ET_0) por vertiente y cuencas hidrográficas mayores (páginas 34-39).

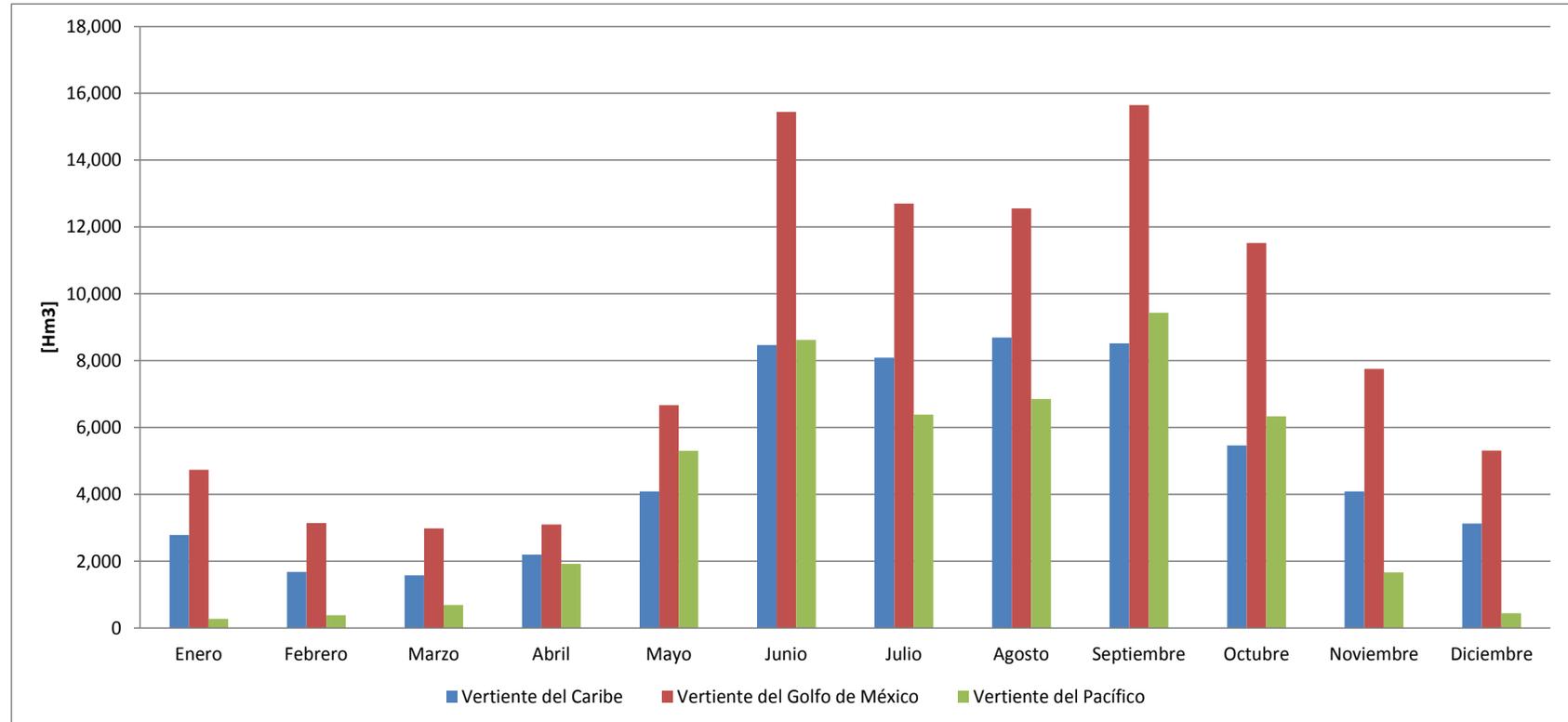
Montos mensuales de lluvia (Hm³) estimados a nivel de vertientes hidrográficas

CUADRO 1.

Vertiente/Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septi	Octubre	Novi	Dici	Total Anual
Caribe	2,785.97	1,684.24	1,579.91	2,200.20	4,087.80	8,466.64	8,092.37	8,694.45	8,517.41	5,460.53	4,087.75	3,131.91	58,789.19
Golfo de México	4,735.27	3,142.45	2,981.29	3,098.49	6,668.86	15,446.32	12,703.82	12,555.54	15,649.46	11,523.67	7,753.47	5,314.15	101,572.78
Pacífico	278.88	386.24	692.28	1,921.38	5,301.78	8,619.62	6,388.58	6,849.95	9,433.55	6,334.67	1,665.94	445.30	48,318.17
Total Nacional Anual													208,680.15

Fuente de todos los cuadros y gráficas: elaboración propia con base en registros de INSIVUMEH para el período indicado en texto.

GRÁFICA 1.

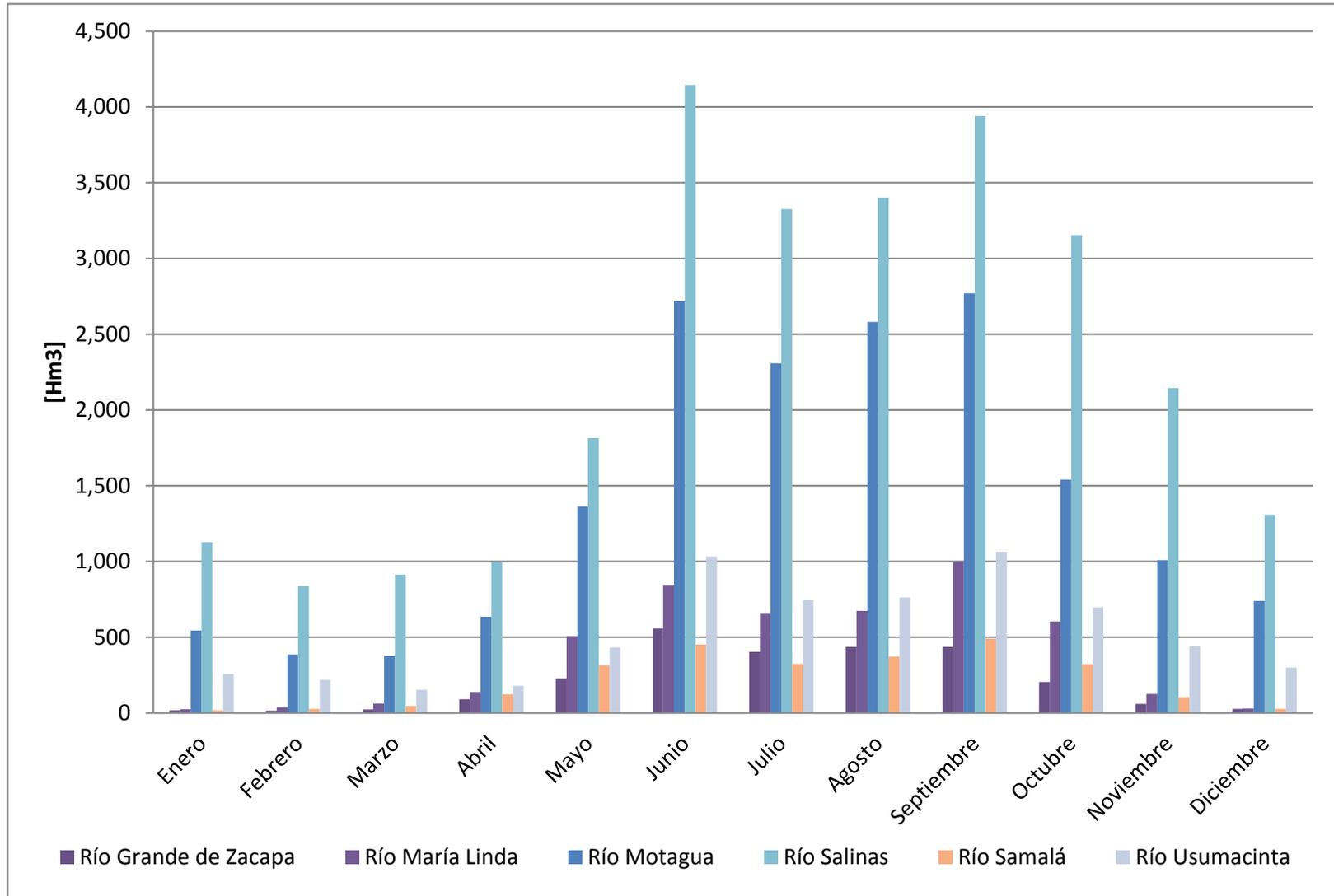


CUADRO 2. Montos mensuales de lluvia (Hm³) estimados a nivel de cuencas hidrográficas mayores

CUENCA / Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	ANUAL
Lago de Atilán	2.96	5.49	8.46	19.81	59.98	147.49	75.29	90.63	148.52	76.17	18.47	3.52	656.80
Lago Izabal-Río Dulce	517.77	347.96	282.50	418.60	474.26	842.62	899.16	1,093.02	789.34	570.34	559.03	521.45	7,316.05
Pojóm	189.81	115.40	89.90	84.77	144.69	436.70	579.86	508.21	494.85	283.85	243.56	170.91	3,342.51
Río Achiguate	12.58	18.69	42.63	99.08	357.98	556.61	404.05	432.42	608.74	431.54	92.05	23.83	3,080.21
Río Acomé	5.19	7.80	20.03	37.71	174.51	284.77	219.50	228.87	326.76	206.84	53.69	6.35	1,572.03
Río Cahabón	411.23	268.46	222.48	292.46	471.53	1,059.75	1,127.97	1,071.66	996.70	795.67	588.93	412.17	7,719.02
Río Coatán	4.00	5.04	9.70	27.84	47.61	57.28	60.63	36.35	58.14	33.81	9.77	2.31	352.49
Río Coyolate	26.28	39.01	75.11	168.32	472.67	743.32	505.94	563.23	859.54	514.05	165.55	32.83	4,165.85
Río Cuilco	17.91	25.19	30.95	75.82	262.69	399.25	296.94	271.29	416.13	226.41	63.71	15.36	2,101.64
Río Grande de Zacapa	17.03	15.18	22.41	89.60	227.61	557.96	402.04	436.10	435.04	203.11	59.79	26.96	2,492.83
Río Hondo	129.31	60.62	61.78	58.26	151.69	296.77	301.75	299.21	367.22	302.15	291.78	233.95	2,554.50
Río Ixcán	414.37	280.19	256.14	225.11	472.48	1,126.43	1,286.35	1,151.41	1,180.61	949.58	612.29	417.04	8,372.02
Río La Pasión	1,415.83	686.97	710.50	726.14	1,530.24	3,335.18	2,830.53	2,864.86	3,328.33	2,910.89	2,123.19	1,437.80	23,900.46
Río Los Esclavos	14.80	18.81	48.93	178.11	471.10	779.71	627.55	653.38	840.92	540.84	122.13	27.01	4,323.31
Río Madre Vieja	10.93	17.75	28.08	68.57	208.98	341.58	227.04	250.36	364.75	248.61	64.81	13.74	1,845.21
Río María Linda	24.71	34.92	60.96	138.72	506.41	844.95	659.69	672.55	999.55	602.47	125.03	27.76	4,697.73
Río Moho	127.06	52.95	61.02	52.85	100.72	265.93	223.75	239.05	238.90	184.39	129.78	107.00	1,783.41
Río Mopán Belice	370.19	165.31	209.11	140.58	386.41	695.21	698.57	722.00	1,011.44	721.57	664.69	437.82	6,222.90
Río Motagua	543.63	384.83	375.74	633.54	1,361.29	2,717.31	2,308.59	2,581.00	2,769.43	1,540.15	1,006.30	737.90	16,959.70
Río Nahualate	35.25	49.26	82.04	185.39	512.41	834.06	583.79	696.23	905.77	665.24	199.69	61.53	4,810.66
Río Naranjo	31.77	36.55	70.44	201.06	405.13	569.78	482.03	551.39	732.70	552.73	167.75	63.51	3,864.85
Río Nentón	103.08	36.04	53.08	109.11	203.76	694.70	480.16	455.39	544.87	211.44	157.69	93.37	3,142.69
Río Ocosito	24.92	28.83	54.68	187.25	479.21	778.89	603.44	688.23	863.81	652.83	167.85	53.65	4,583.58
Río Olopa	2.16	1.55	4.15	23.78	45.02	92.91	78.16	81.13	87.96	42.09	9.91	6.42	475.25
Río Ostúa Güija	11.65	16.54	23.09	73.68	265.14	528.97	372.49	375.90	489.15	284.03	49.29	12.20	2,502.13
Río Paso Hondo	3.60	4.25	7.55	42.42	123.30	195.94	194.17	134.82	281.36	182.98	38.56	4.32	1,213.28
Río Paz	8.78	8.90	13.41	75.26	246.46	502.58	351.20	384.06	478.65	305.43	52.43	9.39	2,436.55
Río Polochic	231.21	171.14	148.74	271.15	520.64	1,050.11	1,243.09	1,166.29	1,122.04	527.00	352.89	258.94	7,063.24
Río Salinas	1,126.30	837.35	912.85	994.74	1,814.49	4,144.59	3,325.28	3,400.91	3,938.73	3,152.69	2,144.01	1,308.82	27,100.77
Río Samalá	16.27	26.63	44.70	121.95	314.81	451.73	323.48	372.70	488.63	321.74	102.68	26.78	2,612.09
Río San Pedro	961.87	739.66	565.19	469.06	1,306.11	2,952.55	2,161.31	2,189.22	3,480.66	2,199.70	1,515.40	1,276.08	19,816.80
Río Sarstún	423.13	210.68	188.79	236.36	381.42	946.78	855.08	1,050.84	756.53	595.64	419.48	381.38	6,446.12
Río Selegua	35.59	21.36	28.46	90.84	213.09	574.14	400.32	369.78	545.73	272.87	96.13	56.17	2,704.48
Río Sis-Icán	10.53	20.58	28.91	95.32	252.79	401.53	279.45	303.79	413.58	303.34	89.88	25.79	2,225.48
Río Suchiate	32.49	45.65	69.41	177.10	358.26	507.50	340.68	333.90	485.01	369.94	136.38	44.35	2,900.67
Río Temash	15.42	7.11	7.33	6.79	12.23	34.19	32.37	35.28	30.77	20.51	15.07	14.34	231.41
Río Usumacinta	255.56	217.24	151.11	179.52	431.11	1,032.12	744.16	762.42	1,063.67	695.76	438.89	299.29	6,270.86
Xaclbal	214.95	183.05	183.10	143.38	290.18	750.66	598.92	582.05	655.87	620.49	358.60	239.31	4,820.56

Montos mensuales de lluvia (Hm³) estimados a nivel de cuencas hidrográficas mayores

GRÁFICA 2.



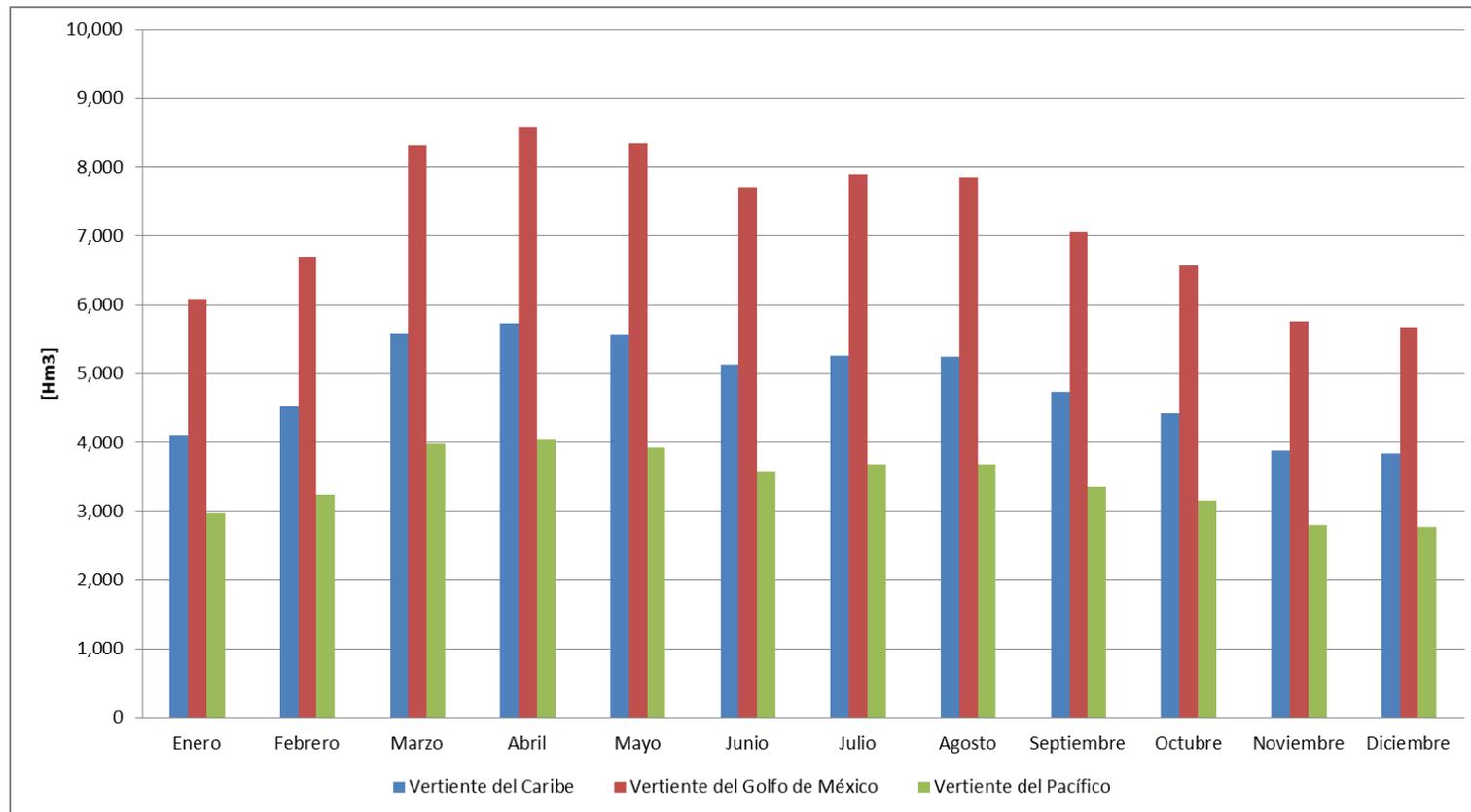
Montos mensuales de evapotranspiración potencial – ET_0 (Hm³) estimados a nivel de vertientes hidrográficas

CUADRO 3.

Vertiente/Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septi	Octubre	Novi	Dici	Total Anual
Caribe	4,111.83	4,512.87	5,584.51	5,736.02	5,567.82	5,125.63	5,256.65	5,241.58	4,726.86	4,417.56	3,883.06	3,835.66	58,000.05
Golfo de México	6,083.92	6,698.93	8,325.69	8,584.40	8,554.53	7,707.13	7,897.23	7,854.68	7,058.77	6,568.76	5,751.38	5,670.79	86,556.20
Pacífico	2,967.00	3,237.98	3,974.89	4,051.10	3,914.53	3,575.61	3,676.60	3,685.39	3,346.19	3,158.09	2,799.14	2,773.94	41,160.46
Total Nacional Anual													185,716.71

Fuente de todos los cuadros y gráficas: elaboración propia con base en registros de INSIVUMEH para el período indicado en texto.

GRÁFICA 3.

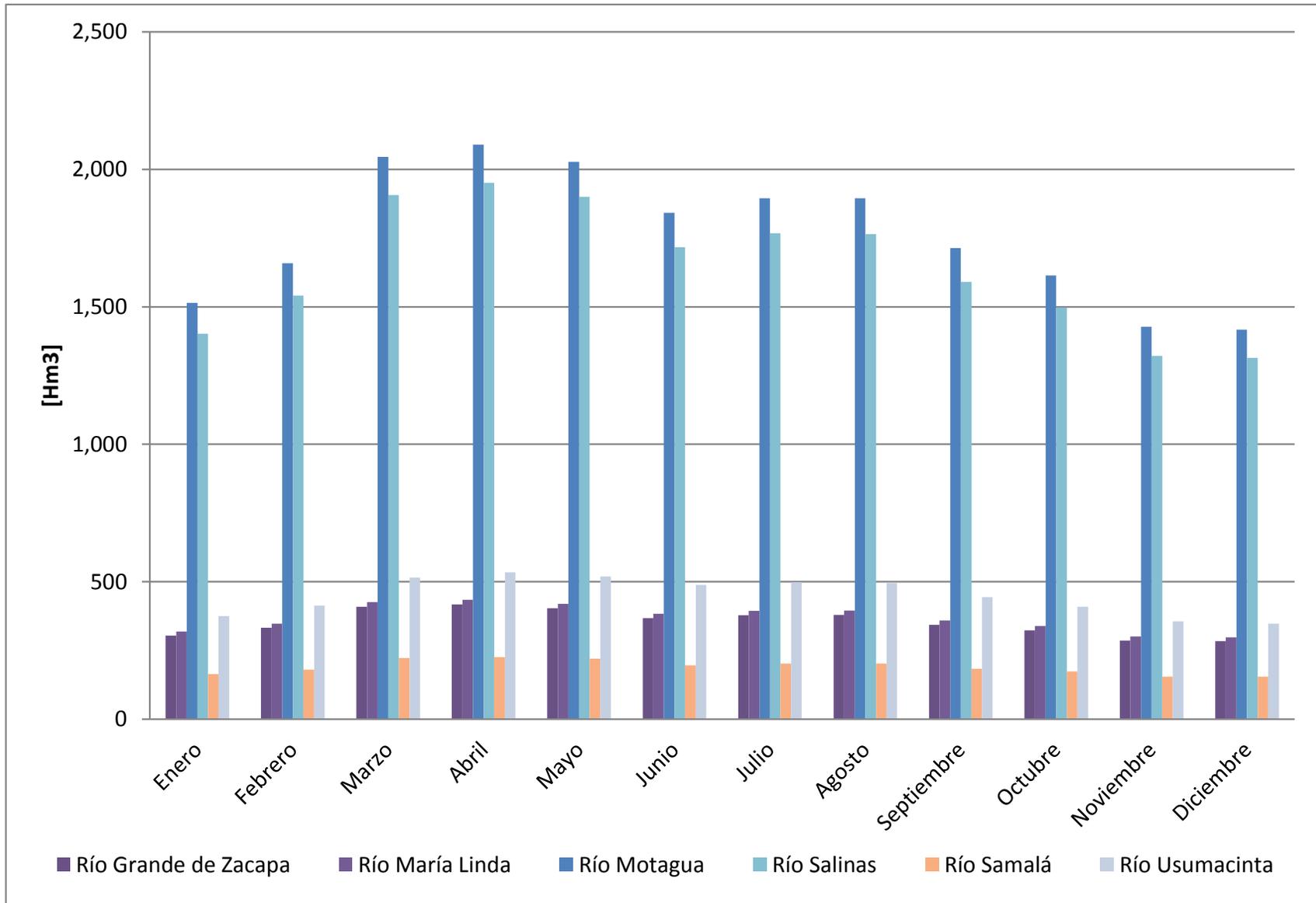


Montos mensuales de evapotranspiración potencial – ET_0 (Hm³) estimados a nivel de cuencas hidrográficas mayores

CUADRO 4.

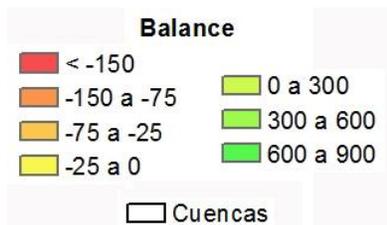
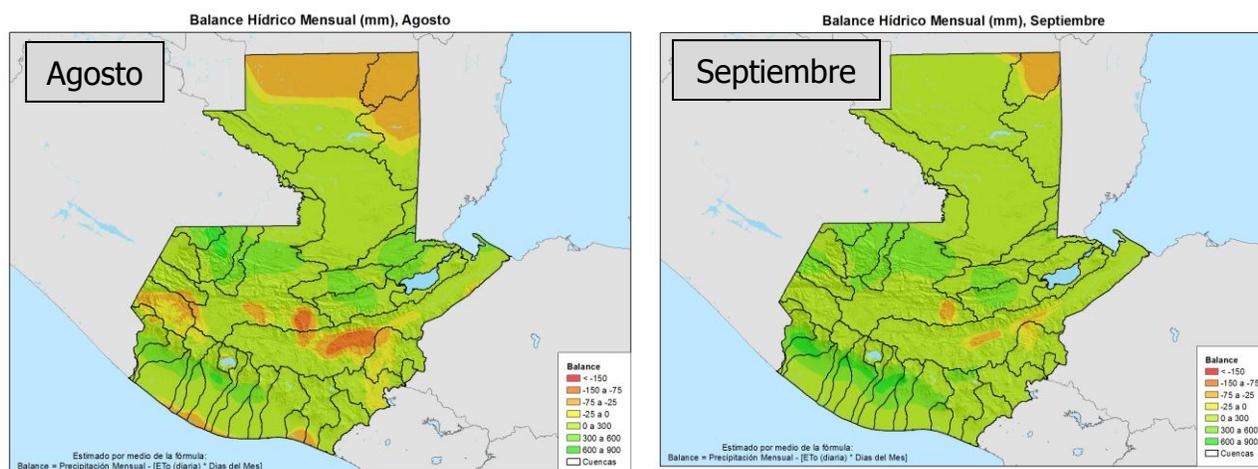
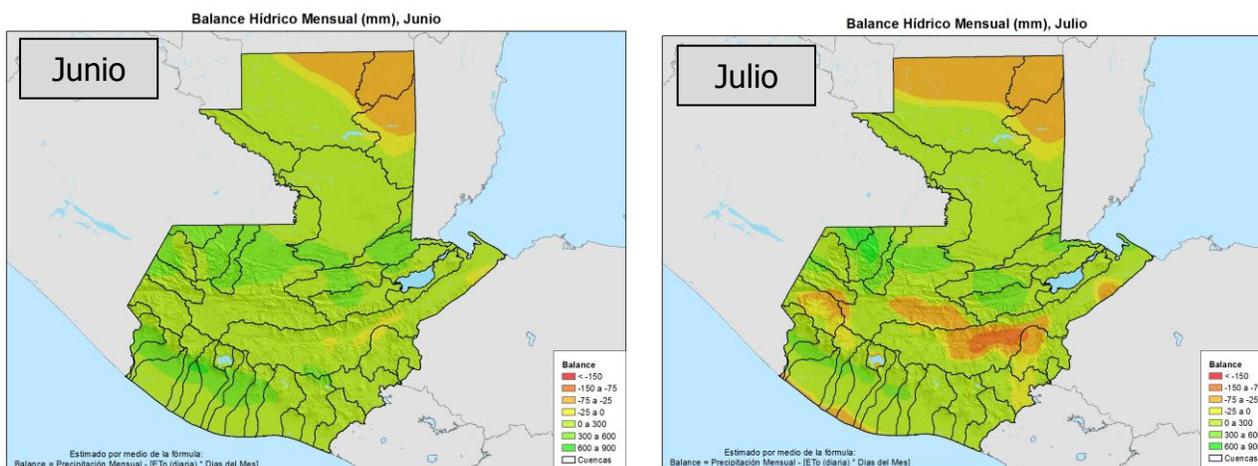
CUENCA / Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	ANUAL
Lago de Atitlán	57.50	63.29	77.97	79.10	77.44	67.24	69.85	70.00	63.15	60.57	54.10	54.36	794.58
Lago Izabal-Río Dulce	343.37	375.82	464.85	478.25	461.99	432.23	441.92	440.71	398.28	370.36	324.54	319.32	4,851.63
Pojóm	95.53	105.55	131.01	134.10	131.46	116.45	120.33	119.97	107.65	101.82	89.97	89.91	1,343.75
Río Achiguate	166.10	181.21	222.31	226.44	218.75	199.66	205.35	205.92	187.05	176.68	156.70	155.32	2,301.48
Río Acomé	108.21	117.47	143.88	146.99	140.85	132.40	135.41	135.81	123.83	115.90	102.31	100.54	1,503.59
Río Cahabón	302.61	332.44	410.92	420.59	409.34	370.56	381.37	380.75	343.30	323.12	285.22	283.43	4,243.66
Río Coatán	26.08	28.89	35.80	36.35	35.83	30.41	31.73	31.75	28.50	27.49	24.56	24.80	362.21
Río Coyolate	206.64	225.25	276.35	281.75	271.77	249.70	256.47	257.14	233.70	220.20	195.04	192.95	2,866.96
Río Cuilco	232.04	256.43	317.33	322.67	317.14	273.34	284.27	284.34	255.55	245.06	218.42	219.76	3,226.36
Río Grande de Zacapa	304.20	332.60	408.97	417.31	404.18	368.38	378.81	379.22	343.56	323.88	286.75	284.48	4,232.36
Río Hondo	362.08	400.12	500.52	520.84	507.79	478.26	487.61	482.57	431.54	396.00	343.44	335.24	5,245.99
Río Ixcán	230.53	254.15	315.15	322.72	315.33	282.06	290.95	290.20	260.91	246.20	217.33	216.54	3,242.05
Río La Pasión	1,494.15	1,640.96	2,038.20	2,104.85	2,039.77	1,910.86	1,952.15	1,941.62	1,748.09	1,618.66	1,413.16	1,388.32	21,290.81
Río Los Esclavos	280.67	306.29	375.43	381.79	369.35	334.76	344.78	345.91	314.16	297.60	264.50	262.82	3,878.07
Río Madre Vieja	108.95	118.88	145.95	148.79	143.70	131.48	135.16	135.48	123.04	116.06	102.83	101.83	1,512.15
Río María Linda	319.23	348.04	426.73	434.63	419.58	383.85	394.60	395.75	359.66	339.51	301.11	298.33	4,421.01
Río Moho	80.70	88.60	109.96	113.39	109.90	102.52	104.84	104.34	93.99	87.22	76.26	75.07	1,146.79
Río Mopán Belice	609.25	671.57	837.22	867.66	844.20	790.51	807.23	800.82	718.20	662.61	576.87	565.46	8,751.62
Río Motagua	1,513.79	1,658.67	2,044.66	2,089.21	2,027.51	1,841.97	1,895.02	1,894.96	1,713.29	1,614.40	1,427.42	1,416.90	21,137.79
Río Nahualate	241.06	262.93	322.85	329.38	317.85	292.07	299.97	300.61	273.04	257.12	227.57	225.09	3,349.53
Río Naranjo	151.10	165.41	203.65	207.80	201.50	182.70	188.08	188.27	170.44	160.94	142.52	141.50	2,103.93
Río Nentón	160.91	177.70	220.41	225.33	220.81	194.96	201.65	201.20	180.70	171.31	151.60	151.58	2,258.16
Río Ocosito	271.04	295.10	362.49	370.86	356.60	333.30	341.13	341.60	310.54	290.53	256.15	252.13	3,781.49
Río Olopa	36.76	40.24	49.43	50.28	48.85	43.83	45.22	45.32	41.04	38.93	34.61	34.49	508.99
Río Ostúa Güija	270.53	295.57	362.65	369.02	357.48	323.39	333.13	334.00	302.97	286.90	254.87	253.41	3,743.92
Río Paso Hondo	95.15	103.34	126.53	129.09	123.88	115.67	118.46	118.85	108.34	101.66	89.89	88.53	1,319.38
Río Paz	221.63	241.33	295.48	300.66	289.94	265.60	272.98	273.97	249.27	235.44	209.00	207.07	3,062.36
Río Polochic	333.84	365.99	451.85	462.56	448.85	409.75	421.08	420.65	379.99	357.00	314.93	312.14	4,678.62
Río Salinas	1,401.83	1,540.90	1,905.91	1,951.03	1,899.74	1,716.83	1,767.54	1,764.47	1,590.30	1,497.46	1,321.75	1,313.64	19,671.41
Río Samalá	164.52	180.50	222.33	226.26	220.19	195.85	202.45	202.84	183.46	174.53	155.15	154.76	2,282.85
Río San Pedro	1,784.38	1,969.13	2,460.48	2,558.23	2,489.81	2,349.43	2,394.91	2,371.99	2,124.07	1,950.21	1,692.22	1,652.18	25,797.02
Río Sarstún	253.21	277.42	343.61	353.91	342.16	320.25	327.35	326.19	294.46	273.46	239.33	235.46	3,586.81
Río Selegua	162.17	179.03	221.67	226.05	221.67	194.09	201.14	200.93	180.60	171.99	152.69	153.03	2,265.05
Río Sis-Icán	122.07	132.82	162.99	166.62	160.13	149.61	153.16	153.44	139.60	130.71	115.35	113.56	1,700.06
Río Suchiate	119.74	131.42	162.06	165.28	160.83	144.07	148.66	148.75	134.40	127.32	112.89	112.44	1,667.88
Río Temash	8.78	9.63	11.94	12.32	11.91	11.18	11.42	11.37	10.26	9.50	8.30	8.16	124.77
Río Usumacinta	375.64	413.57	515.42	534.38	518.92	488.70	498.53	494.67	444.08	409.09	355.84	348.27	5,397.10
Xacibal	146.75	161.51	200.11	205.05	199.87	180.41	185.76	185.30	166.81	156.97	138.40	137.57	2,064.50

GRÁFICA 4.

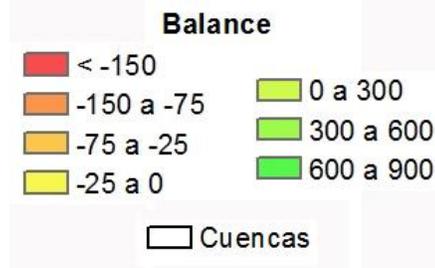
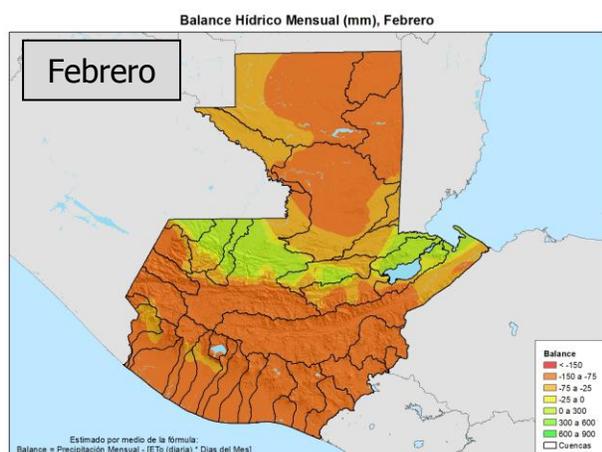
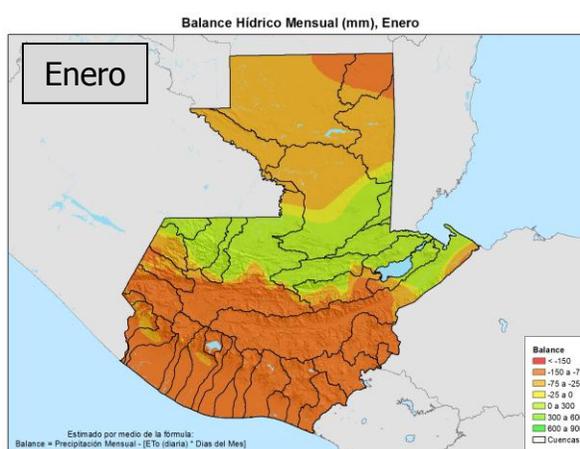
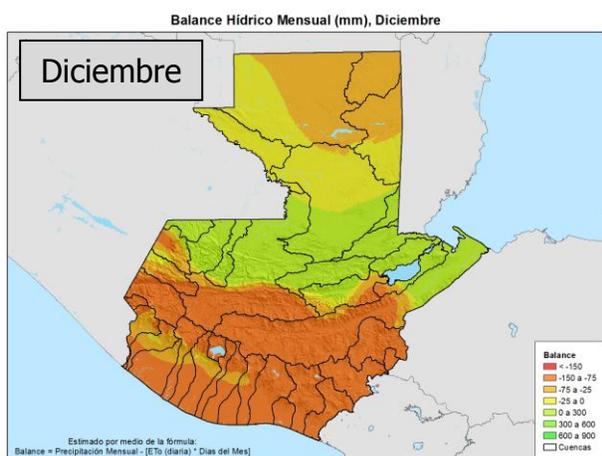
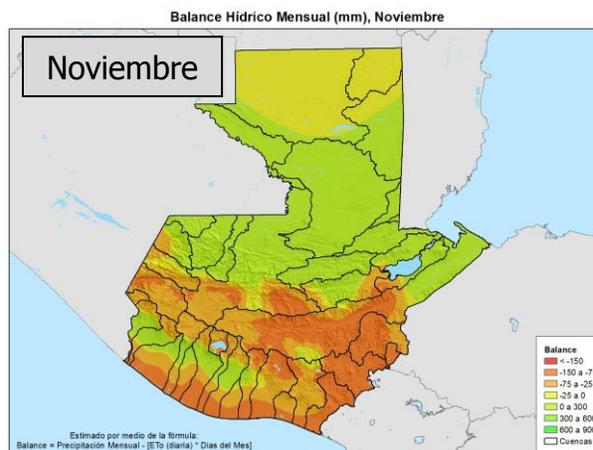
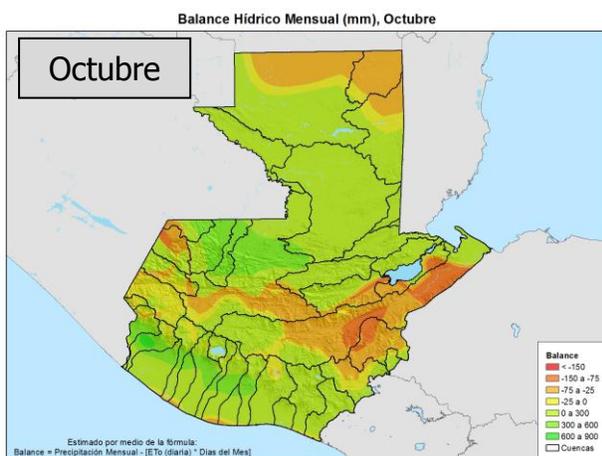


4.5. Balance hídrico a la escala nacional.

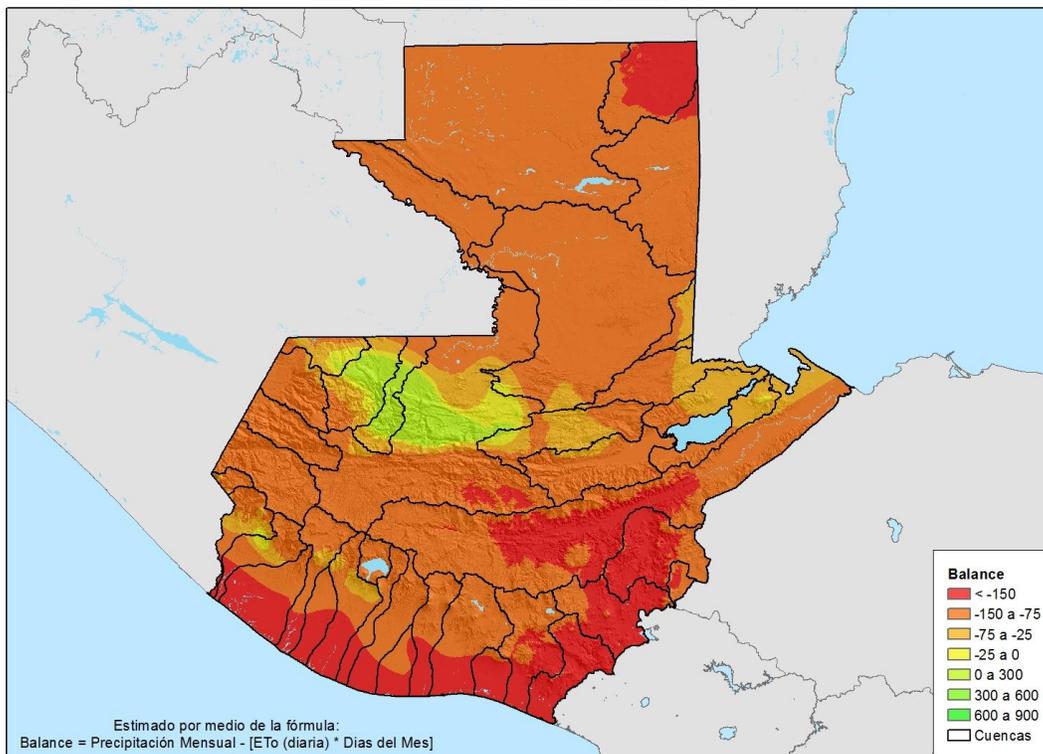
Los resultados del balance hídrico en los mapas han sido representados como “déficit” o “superávit” de agua: variaciones de amarillo a rojo para las zonas y momentos de déficit y diferentes tonos de verde para representar los superávit. En términos generales, solamente en Junio se observa un régimen de superávit en todo el territorio (ignorando la parte nor-oriental de Petén que muestra dicho valor por falta de datos de lluvia) mientras que en Marzo y Abril se marcan un régimen generalizado de déficit. A continuación la serie de mapas mensuales entre Junio y Septiembre, período en el cual la relación de entrada (precipitación) y salida de agua (evapotranspiración) es mayoritariamente positiva.



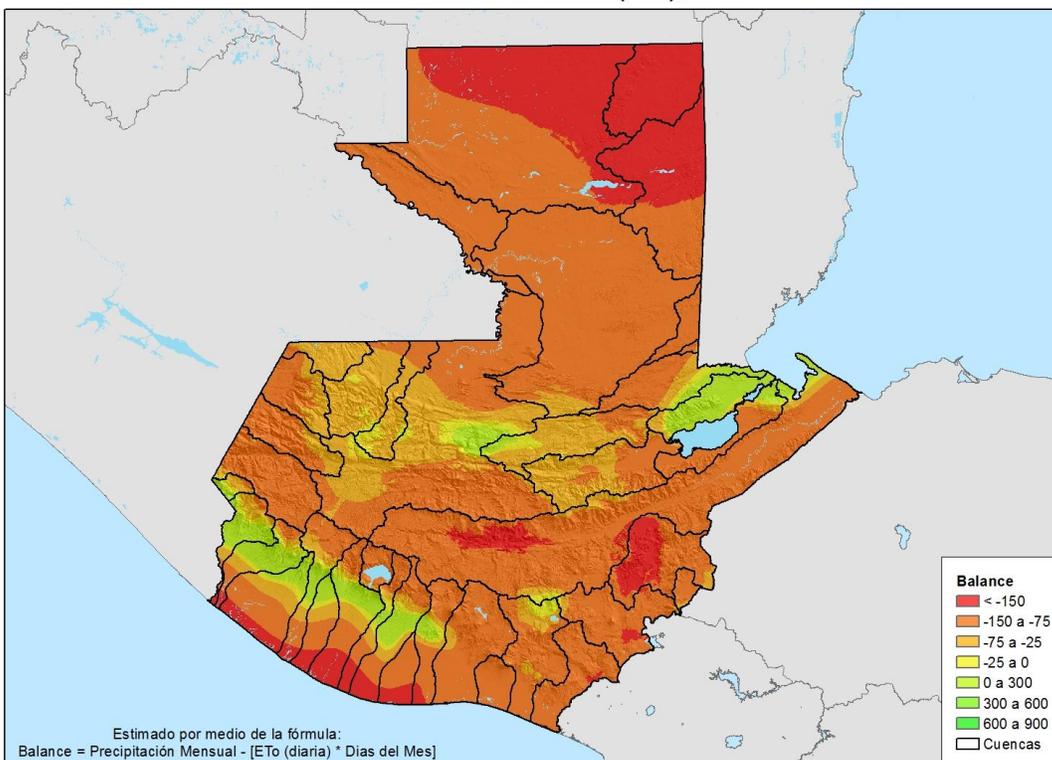
En la siguiente serie de mapas, a partir de Octubre, se muestra la progresión hacia regímenes de déficit de agua claramente marcados en Marzo y Abril cubriendo progresivamente las zonas del oriente del país, la Costa del Pacífico, altiplano y valles inter-montanos y volcánicos centrales, costa Atlántica y Petén.



Balance Hídrico Mensual (mm), Marzo



Balance Hídrico Mensual (mm), Abril



Los datos numéricos del balance hídrico se presentan en las siguientes tablas, expresados en millones de metros cúbicos, por vertientes y cuencas hidrográficas mayores, respectivamente (ver gráficas en Figura 12):

Vertiente	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Octubre	Nov	Dic	Anual
Caribe	-633.98	-1,935.82	-3,055.31	-2,559.09	-126.72	4,211.29	3,692.68	4,303.90	4,734.89	1,734.27	809.43	-64.14	11,111.39
Golfo Mexico	-177.67	-2,078.38	-3,734.40	-3,820.51	511.05	9,235.02	6,297.94	6,182.33	10,167.98	6,146.92	3,045.50	732.98	32,508.74
Pacífico	-2,236.47	-2,338.61	-2,819.41	-1,661.81	2,250.78	5,400.76	3,044.23	3,495.85	6,566.46	3,371.15	-956.95	-1,998.58	12,117.40

Cuenca	BH Ene	BH Feb	BH Mar	BH Abr	BH May	BH Jun	BH Jul	BH Ago	BH Sep	BH Oct	BH Nov	BH Dic	BH Año
Lago de Atitlán	-50.46	-51.27	-63.94	-53.65	-0.17	85.83	10.48	25.67	95.61	20.34	-31.38	-46.96	-59.92
Lago de Izabal-Río Dulce	240.35	55.57	-91.49	33.52	111.60	492.87	540.37	734.81	462.99	263.60	289.65	263.21	3,397.06
Pojóm	109.10	29.69	-19.69	-27.44	37.75	336.85	476.07	404.95	403.76	197.05	167.04	94.91	2,210.04
Río Achiguate	-114.78	-127.43	-150.60	-97.69	183.04	375.95	216.60	244.47	445.81	261.16	-58.97	-108.46	1,069.11
Río Acomé	-67.69	-86.02	-110.04	-95.41	37.49	154.03	85.50	94.38	198.79	77.56	-60.30	-81.36	146.93
Río Cahabón	146.05	-12.79	-137.57	-76.02	182.31	734.99	788.75	732.99	731.30	512.28	338.88	163.88	4,105.04
Río Coatlán	-20.80	-21.48	-24.38	-6.82	21.63	28.16	29.64	5.42	34.54	7.15	-13.87	-21.26	17.92
Río Coyolate	-132.28	-140.69	-161.39	-72.86	261.98	521.49	275.83	332.46	659.84	305.51	-18.98	-129.60	1,701.32
Río Cuilco	-199.34	-206.61	-266.18	-226.39	1.13	142.63	27.64	2.07	192.17	-4.57	-141.96	-190.35	-869.74
Río Grande de Zacapa	-267.24	-284.87	-359.73	-300.43	-92.91	213.19	43.05	76.73	141.96	-99.84	-208.28	-238.85	-1,377.23
Río Hondo	-88.46	-171.62	-239.08	-254.79	-153.55	8.93	8.28	8.77	107.54	63.74	84.94	32.12	-593.18
Río Ixcán	234.44	88.63	10.51	-26.30	244.48	905.37	1,057.26	922.93	984.67	756.06	441.95	247.95	5,867.96
Río La Pasión	109.13	-698.53	-1,071.87	-1,113.97	-52.30	1,664.73	1,109.28	1,152.84	1,872.76	1,465.29	861.15	224.07	5,522.57
Río Los Esclavos	-226.48	-236.11	-275.13	-151.53	173.21	489.60	327.52	352.48	570.43	274.26	-114.52	-199.63	984.09
Río Madre Vieja	-76.93	-79.63	-98.80	-61.10	96.60	223.38	104.00	126.91	257.69	137.70	-33.41	-74.59	521.80
Río María Linda	-239.65	-254.04	-312.77	-242.02	153.85	502.01	305.69	317.57	676.81	282.43	-158.46	-231.09	800.33
Río Moho	63.62	-14.26	-25.36	-36.20	18.38	185.25	140.98	156.67	164.63	113.56	67.87	48.01	883.14
Río Mopán Belice	-88.67	-322.84	-421.11	-512.24	-229.49	100.58	89.91	118.08	469.52	212.38	221.16	11.87	-350.84
Río Motagua	-823.41	-1,060.41	-1,468.71	-1,252.49	-297.54	1,049.71	576.83	848.52	1,275.18	52.88	-308.67	-545.96	-1,954.05
Río Nahuallate	-148.05	-153.94	-182.85	-86.37	271.46	583.92	323.48	434.62	679.16	432.81	-5.86	-125.16	2,023.23
Río Naranjo	-88.89	-90.97	-92.17	34.60	258.91	422.25	328.36	397.29	599.44	419.72	49.98	-51.05	2,187.45
Río Nentón	-46.66	-123.52	-151.92	-100.50	20.67	512.71	290.58	266.26	383.07	47.67	12.77	-47.65	1,063.49
Río Ocosito	-220.57	-229.61	-274.37	-150.11	193.32	474.01	288.01	372.05	586.55	373.86	-77.99	-176.98	1,158.16
Río Olopa	-29.20	-31.58	-38.03	-19.20	10.46	55.20	38.74	41.62	56.24	8.60	-19.75	-23.01	50.09
Río Ostúa Güija	-247.42	-256.71	-324.15	-279.77	-14.76	218.66	48.40	50.99	228.59	7.09	-196.38	-230.42	-995.89
Río Paso Hondo	-83.91	-88.09	-109.90	-77.48	10.71	88.20	83.70	24.14	175.35	82.23	-50.36	-77.72	-23.13
Río Paz	-204.18	-214.98	-270.50	-213.69	22.74	246.08	84.17	115.86	260.76	72.75	-153.65	-189.52	-444.16
Río Polochic	-47.03	-123.34	-227.73	-114.34	197.07	708.34	888.47	811.97	828.50	227.70	89.02	-0.91	3,237.73
Río Salinas	-49.70	-410.28	-685.03	-640.52	401.00	2,704.25	1,829.47	1,907.65	2,687.04	1,888.63	1,028.62	206.91	10,868.03
Río Samalá	-124.70	-124.34	-148.92	-75.01	188.28	280.12	141.45	190.32	360.71	167.06	-34.79	-107.56	712.63
Río San Pedro	-315.66	-621.03	-1,194.85	-1,360.02	-435.70	1,274.32	448.93	492.89	1,950.95	779.41	282.83	92.71	1,394.78
Río Sarstún	221.94	-1.48	-83.03	-43.78	133.60	691.67	592.28	788.69	530.19	374.74	226.14	194.26	3,625.21
Río Selegua	-103.61	-126.98	-161.78	-103.20	42.33	406.60	225.63	195.39	398.87	123.77	-35.79	-75.25	785.98
Río Sis-Icán	-93.86	-92.32	-116.65	-53.37	143.09	266.00	138.17	162.24	302.65	180.06	-18.86	-74.84	742.31
Río Suchiate	-66.62	-59.40	-64.84	39.65	238.95	385.90	214.50	207.37	377.51	260.85	40.61	-49.35	1,525.12
Río Temash	8.87	0.22	-1.51	-2.32	3.79	25.77	23.74	26.67	23.09	13.24	8.73	8.24	138.52
Río Usumacinta	-18.71	-74.15	-224.70	-209.84	96.29	674.53	376.78	397.68	757.38	392.94	175.81	45.06	2,389.07
Xaclbal	103.32	64.38	31.11	-12.32	155.39	613.02	456.30	439.66	537.32	500.67	253.08	134.63	3,276.57

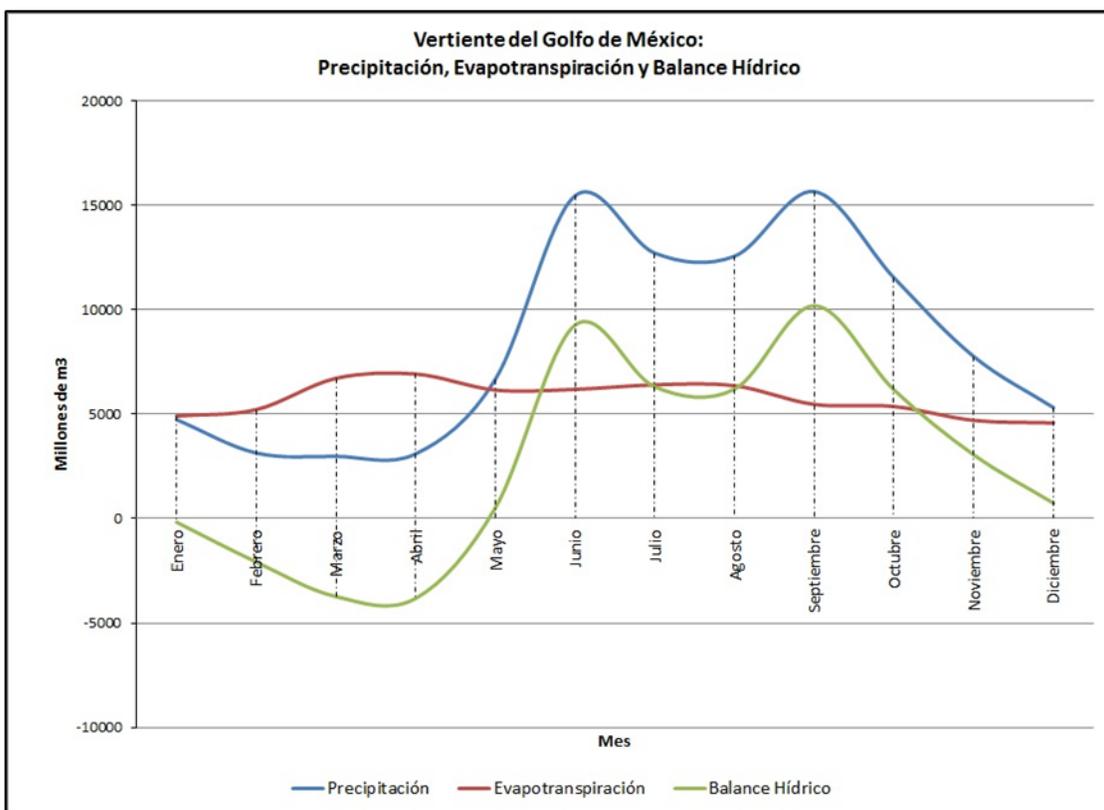
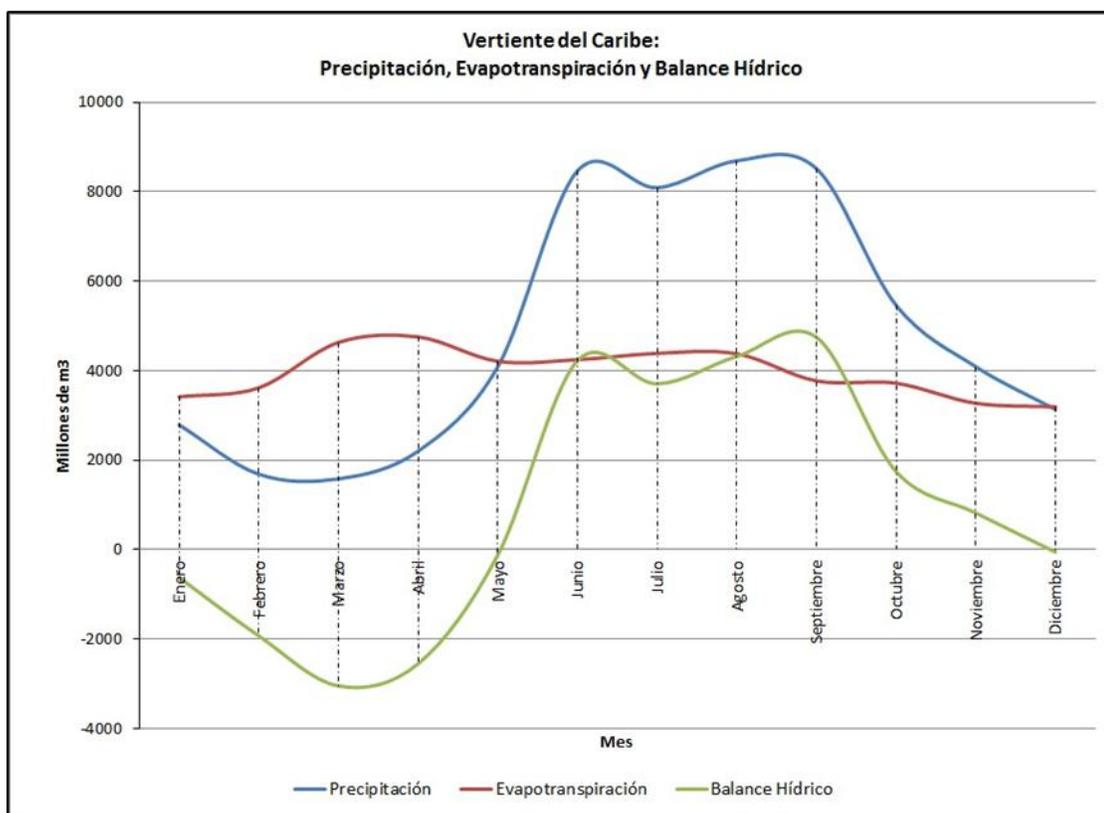


Figura 12. Gráficas de balance hídrico por vertiente hidrográfica.

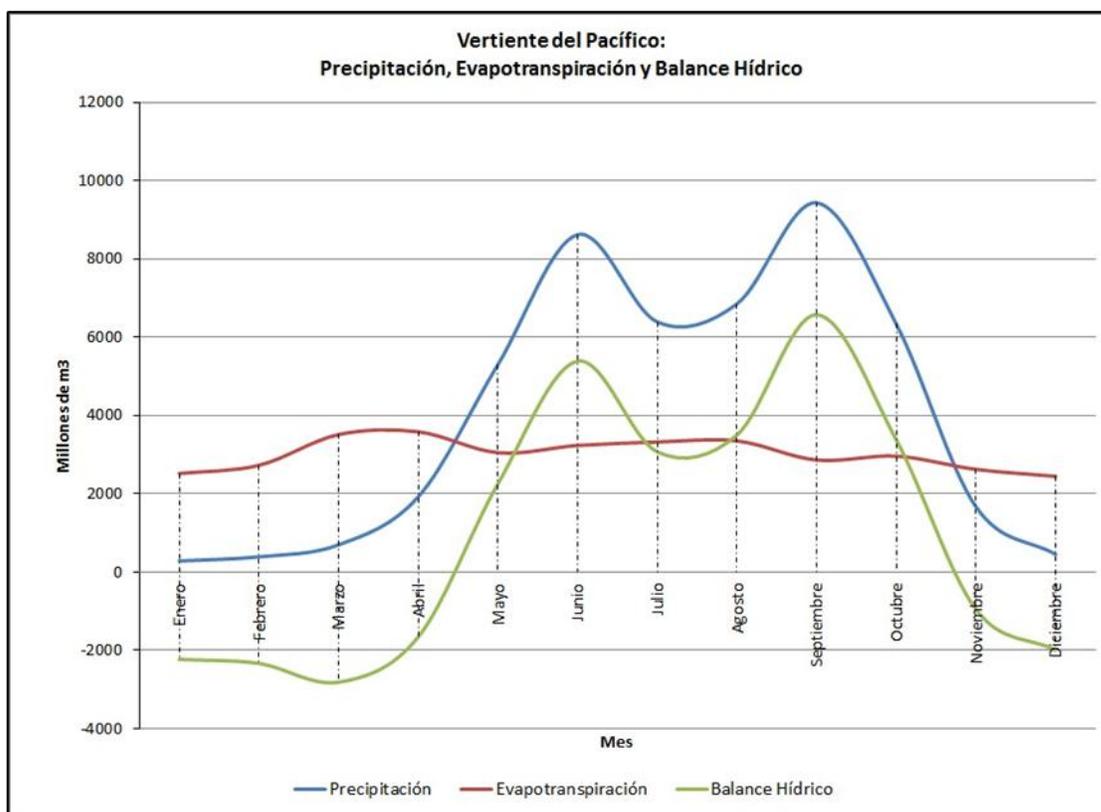


Figura 12 (continuación). Gráficas de balance hídrico por vertiente hidrográfica.

4.6. Disponibilidad del recurso agua.

Hablar de disponibilidad de agua para consumo humano y agro-pecuario en el territorio guatemalteco implica la necesidad de incorporar las variables tiempo y espacio. La disponibilidad del agua no es constante y garantizada a lo largo de todos los meses del año y tampoco es uniforme en su distribución espacial.

Desde el propio análisis macro, por vertientes hidrográficas, aunque el total acumulado anual es positivo se observa claramente una tendencia de disponibilidad deficitaria durante ciertos meses del año. Como puede verse en los números de la Tabla 10, independientemente del índice de consumo utilizado, todas las vertientes presentan disponibilidad negativa entre los meses de Enero a Abril. En su orden, la vertiente del Pacífico es la que presenta los mayores acumulados negativos con 6 meses de déficit seguida por la vertiente del Caribe con 5 meses de déficit. La vertiente del Golfo de México es la que muestra una mayor disponibilidad con solamente 4 meses de déficit y una cantidad total de más de 30 mil millones de metros cúbicos, muy por encima de las dos vertientes vecinas (con alrededor de 7 mil millones de metros cúbicos de disponibilidad al año). – ver tablas y gráficas en páginas 46 a 48.

Tabla 10.1

Montos mensuales de disponibilidad de agua [Hm³] estimados a nivel de las vertientes hidrográficas de Guatemala, considerando la precipitación pluvial mensual [Hm³], la evapotranspiración real [Hm³] y la demanda de agua para consumo humano [Hm³] por debajo de la que se considera la existencia de estrés hídrico (índice IPCC).

	Millones de metros cúbicos (índice IPCC)												
Vertiente	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Octubre	Nov	Dic	Anual
Caribe	-948.01	-2,220.98	-3,372.01	-2,864.50	-441.30	3,911.54	3,385.11	3,997.44	4,436.74	1,421.90	507.50	-377.44	7,436.00
Golfo México	-374.95	-2,257.19	-3,934.08	-4,013.56	314.97	9,064.61	6,099.74	5,993.65	9,988.87	5,956.20	2,857.61	536.32	30,232.17
Pacífico	-2,668.38	-2,728.71	-3,251.16	-2,078.65	1,822.02	4,969.70	2,636.75	3,068.55	6,155.08	2,943.26	-1,374.04	-2,430.42	7,064.01

Tabla 10.2

Montos mensuales de disponibilidad de agua [Hm³] estimados a nivel de las vertientes hidrográficas de Guatemala, considerando la precipitación pluvial mensual [Hm³], la evapotranspiración real [Hm³] y la demanda de agua para consumo humano [Hm³] para cubrir necesidades básicas y que no surjan amenazas de salud (Índice OMS 100 L / día / persona).

	Millones de metros cúbicos (índice OMS mínimo)												
Vertiente	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Octubre	Nov	Dic	Anual
Caribe	-639.69	-1,942.50	-3,063.69	-2,566.13	-132.98	4,209.92	3,693.44	4,305.76	4,735.12	1,730.23	805.87	-69.12	11,066.23
Golfo México	-179.96	-2,081.07	-3,739.09	-3,824.86	509.96	9,253.31	6,294.72	6,188.64	10,177.57	6,151.19	3,046.31	731.31	32,528.02
Pacífico	-2,252.13	-2,352.74	-2,834.92	-1,675.83	2,238.27	5,372.51	3,053.00	3,484.80	6,557.89	3,359.51	-971.22	-2,014.17	11,964.97

Tabla 10.3

Montos mensuales de disponibilidad de agua [Hm³] estimados a nivel de las vertientes hidrográficas de Guatemala, considerando la precipitación pluvial mensual [Hm³], la evapotranspiración real [Hm³] y la demanda de agua para consumo humano [Hm³] para cubrir necesidades básicas y que no surjan amenazas de salud (Índice OMS 50 L / día / persona).

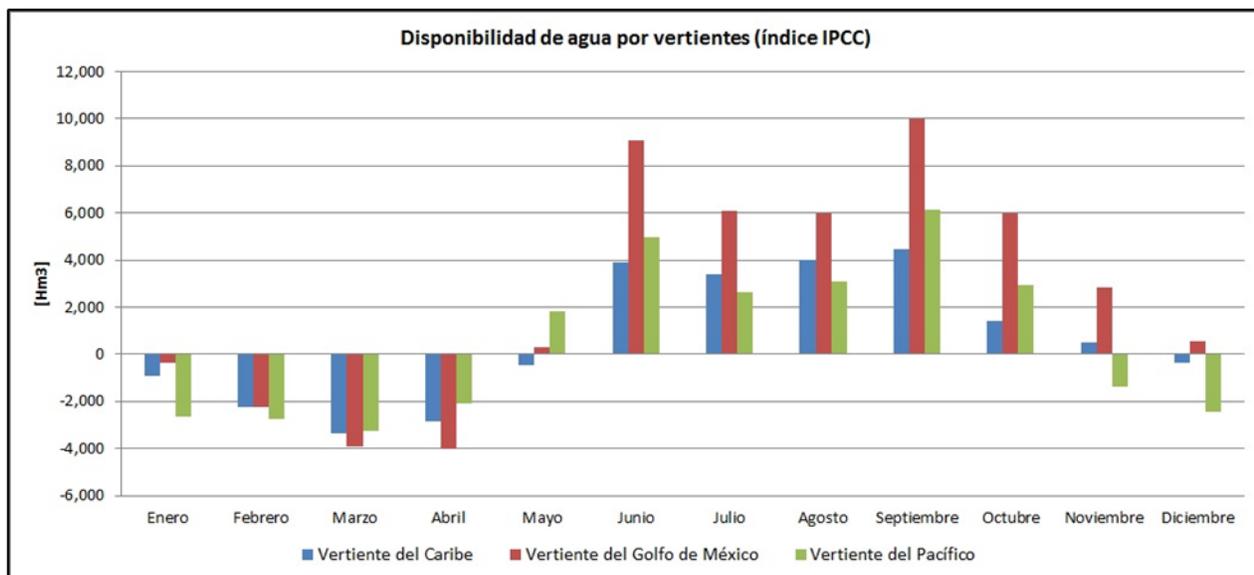
	Millones de metros cúbicos (índice OMS extremo)												
Vertiente	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Octubre	Nov	Dic	Anual
Caribe	-633.85	-1,937.22	-3,057.85	-2,560.47	-127.14	4,215.57	3,699.28	4,311.60	4,740.77	1,736.07	811.52	-63.28	11,134.99
Golfo México	-176.27	-2,077.74	-3,735.39	-3,821.28	513.65	9,256.88	6,298.42	6,192.33	10,181.15	6,154.88	3,049.88	735.00	32,571.51
Pacífico	-2,244.25	-2,345.62	-2,827.03	-1,668.20	2,246.15	5,380.14	3,060.88	3,492.68	6,565.52	3,367.39	-963.59	-2,006.29	12,057.80

NOTA: los meses en color naranja son aquellos que muestran déficit en disponibilidad de agua.

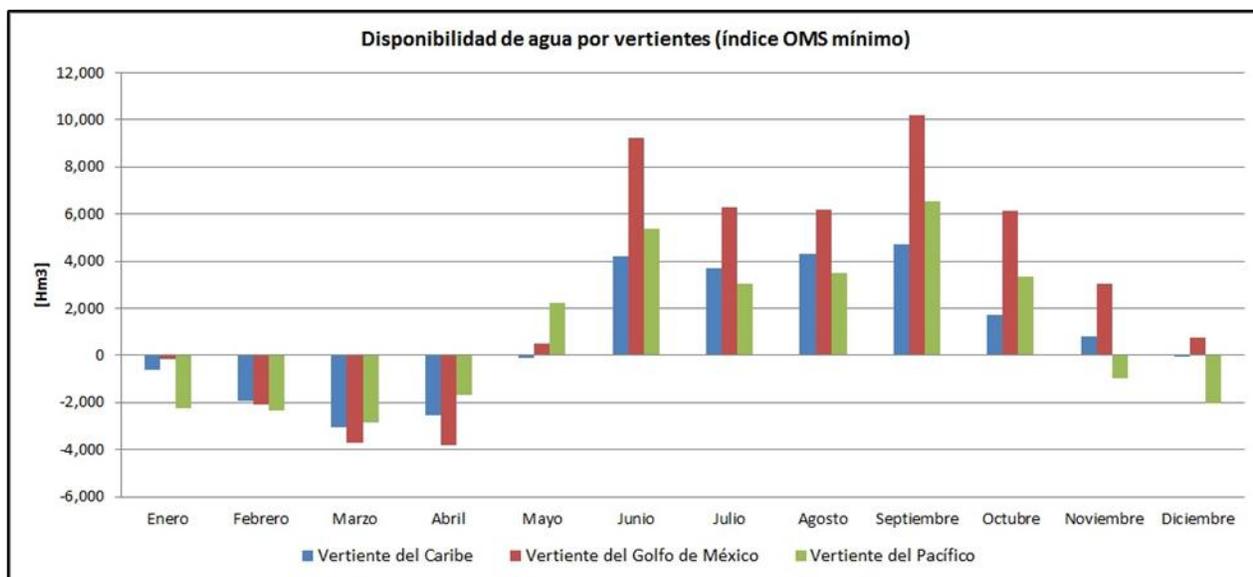
Escenario extremo: el valor de consumo extremo mínimo de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 50 litros diarios por persona para necesidades básicas y sin ninguna amenaza de salud;

Escenario mínimo: el valor de consumo de la OMS de 100 litros diarios por persona para necesidades básicas y sin ninguna amenaza de salud;

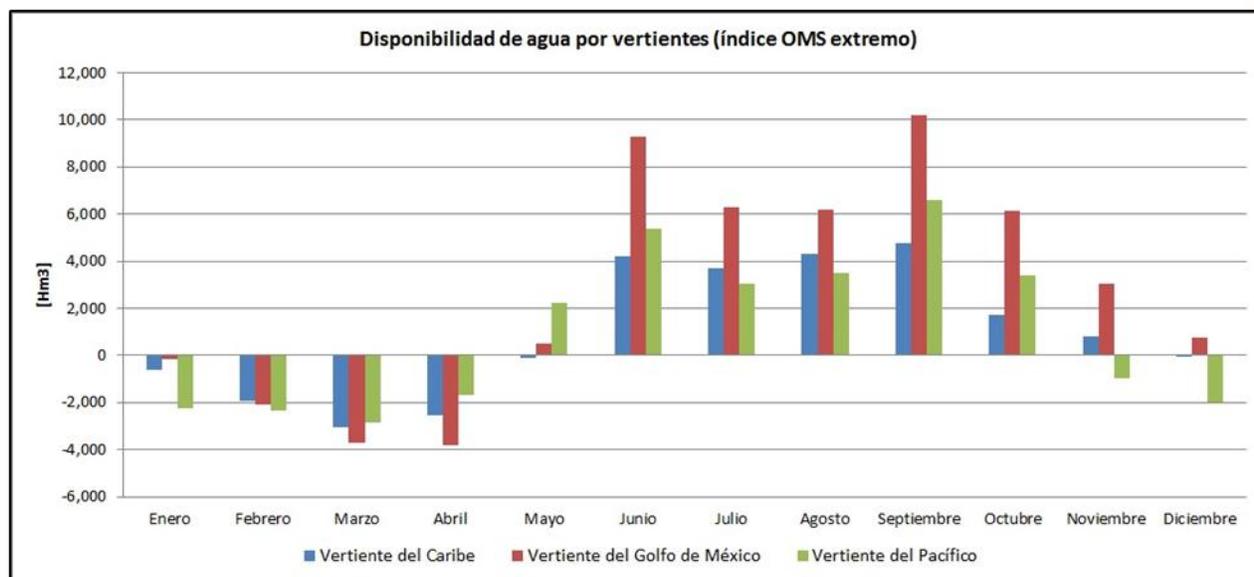
Escenario ideal: el valor de consumo óptimo del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) de 2,740 litros diarios por persona que incluye todos los usos posibles, es decir, sin sufrimiento de ningún tipo de estrés hídrico.



Montos mensuales de disponibilidad de agua [Hm³] estimados a nivel de las vertientes hidrográficas de Guatemala, considerando la precipitación pluvial mensual [Hm³], la evapotranspiración real [Hm³] y la demanda de agua para consumo humano [Hm³] por debajo de la que se considera la existencia de estrés hídrico (índice IPCC).



Montos mensuales de disponibilidad de agua [Hm³] estimados a nivel de las vertientes hidrográficas de Guatemala considerando la precipitación pluvial mensual [Hm³], la evapotranspiración real [Hm³] y la demanda de agua para consumo humano [Hm³] para cubrir necesidades básicas y que no surjan amenazas de salud (Índice OMS 100 L / día / persona).



Montos mensuales de disponibilidad de agua [Hm³] estimados a nivel de las vertientes hidrográficas de Guatemala considerando la precipitación pluvial mensual [Hm³], la evapotranspiración real [Hm³] y la demanda de agua para consumo humano [Hm³] para cubrir necesidades básicas y que no surjan amenazas de salud (Índice OMS 50 L / día / persona).

Evidentemente, al reducir el análisis a la escala de cuencas hidrográficas también se observan épocas del año y, particularmente, ciertos territorios de Guatemala, que muestran déficit de disponibilidad de agua total (es decir, incluyendo la disponibilidad para consumo humano + la disponibilidad para consumo agro-pecuario). El mayor déficit se observa al aplicar el índice IPCC que incluye todos los usos posibles diarios para el agua (higiene, alimentación, oficios domésticos, diversión, etc.). Bajo este indicador de consumo, 11 de las cuencas mayores del país presentan una disponibilidad anual negativa, siendo las más deficitarias: Motagua, Grande de Zacapa, Ostúa-Güija, Cuilco y Paz. Por el contrario, las cuencas con mayor disponibilidad de agua son Salinas, Ixcán, La Pasión, Cahabón y Sarstún ubicadas a lo largo de la Franja Transversal del Norte y Petén; siendo las cuencas de Izabal-Río Dulce y Xaclbal las únicas que muestran un solo mes de déficit, marzo y abril respectivamente (ver Tabla 11).

Bajo el régimen de consumo mínimo de la OMS (100 L/día/persona) el número de cuencas con déficit anual disminuye a 9 aunque se mantienen las mismas cuencas más deficitarias (Motagua, Grande de Zacapa, Ostúa-Güija, Cuilco y Paz) y las que tienen una mayor disponibilidad (Salinas, Ixcán, La Pasión, Cahabón y Sarstún). Esta misma configuración de déficit y superávit se mantiene al hacer las estimaciones de consumo bajo el indicador extremo de la OMS (50 L/día/persona). En las tablas de las páginas 49 a 51 se muestra la información detallada de todas las cuencas indicando en amarillo los valores deficitarios mensuales o anuales. La representación en mapas se muestra más adelante en las Figuras 13 a la 15.

Cuenca	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Octubre	Nov	Dic	Anual
Lago de Atitlán	-65.49	-64.84	-78.97	-68.19	-15.19	71.29	-4.54	10.64	81.07	5.32	-45.92	-61.99	-236.79
Izabal-Río Dulce	233.77	49.63	-98.06	27.15	105.03	486.51	533.80	728.24	456.63	257.03	283.29	256.64	3,319.66
Pojóm	106.88	27.68	-21.91	-29.60	35.53	334.69	473.84	402.72	401.61	194.83	164.89	92.68	2,183.85
Río Achiguate	-143.01	-152.93	-178.83	-125.01	154.81	348.63	188.37	216.24	418.49	232.93	-86.29	-136.69	736.74
Río Acomé	-72.24	-90.12	-114.58	-99.81	32.94	149.63	80.96	89.83	194.39	73.02	-64.70	-85.90	93.42
Río Cahabón	117.42	-38.66	-166.21	-103.74	153.67	707.27	760.11	704.35	703.58	483.64	311.17	135.24	3,767.84
Río Coatán	-25.61	-25.82	-29.18	-11.47	16.82	23.51	24.83	0.61	29.88	2.35	-18.52	-26.07	-38.66
Río Coyolate	-152.93	-159.35	-182.04	-92.84	241.33	501.50	255.18	311.81	639.85	284.85	-38.96	-150.25	1,458.15
Río Cuilco	-229.79	-234.12	-296.64	-255.87	-29.33	113.16	-2.82	-28.39	162.70	-35.03	-171.44	-220.81	-1,228.38
Río Grande	-296.18	-311.01	-388.67	-328.43	-121.85	185.18	14.11	47.79	113.95	-128.78	-236.29	-267.79	-1,717.95
Río Hondo	-88.51	-171.67	-239.13	-254.85	-153.60	8.87	8.23	8.71	107.48	63.68	84.88	32.07	-593.85
Río Ixcán	220.03	75.62	-3.89	-40.24	230.07	891.43	1,042.86	908.53	970.73	741.65	428.01	233.54	5,698.35
Río La Pasión	84.92	-720.39	-1,096.07	-1,137.40	-76.50	1,641.31	1,085.07	1,128.63	1,849.33	1,441.08	837.72	199.86	5,237.56
Río Los Esclavos	-250.13	-257.48	-298.79	-174.42	149.55	466.70	303.86	328.82	547.53	250.60	-137.42	-223.29	705.53
Río Madre Vieja	-86.24	-88.04	-108.12	-70.12	87.29	214.37	94.68	117.59	248.67	128.39	-42.43	-83.91	412.13
Río María Linda	-349.28	-353.05	-422.39	-348.11	44.22	395.92	196.06	207.94	570.72	172.81	-264.55	-340.72	-490.45
Río Moho	62.78	-15.01	-26.20	-37.00	17.54	184.44	140.15	155.83	163.82	112.73	67.07	47.17	873.32
Río Mopán Belice	-92.73	-326.51	-425.17	-516.17	-233.55	96.65	85.85	114.02	465.59	208.32	217.23	7.81	-398.66
Río Motagua	-1,054.50	-1,269.14	-1,699.80	-1,476.12	-528.63	826.08	345.74	617.43	1,051.54	-178.22	-532.31	-777.05	-4,674.96
Río Nahualate	-174.42	-177.76	-209.22	-111.89	245.09	558.39	297.11	408.25	653.64	406.44	-31.38	-151.54	1,712.73
Río Naranjo	-115.73	-115.22	-119.01	8.63	232.07	396.27	301.52	370.45	573.47	392.88	24.00	-77.89	1,871.44
Río Nentón	-58.63	-134.34	-163.90	-112.09	8.69	501.12	278.60	254.29	371.48	35.69	1.18	-59.62	922.47
Río Ocosito	-249.89	-256.09	-303.69	-178.48	164.00	445.63	258.70	342.74	558.17	344.54	-106.36	-206.30	812.98
Río Olopa	-32.18	-34.28	-41.01	-22.08	7.48	52.31	35.76	38.63	53.36	5.62	-22.63	-26.00	14.98
Río Ostúa Güija	-267.91	-275.22	-344.64	-299.60	-35.25	198.83	27.91	30.50	208.77	-13.40	-216.21	-250.91	-1,237.12
Río Paso Hondo	-88.29	-92.04	-114.28	-81.72	6.33	83.96	79.32	19.76	171.11	77.86	-54.60	-82.09	-74.68
Río Paz	-219.82	-229.10	-286.13	-228.82	7.10	230.95	68.53	100.22	245.62	57.11	-168.78	-205.16	-628.28
Río Polochic	-63.58	-138.29	-244.29	-130.36	180.52	692.32	871.91	795.42	812.48	211.15	73.01	-17.46	3,042.83
Río Salinas	-121.36	-475.00	-756.69	-709.87	329.34	2,634.90	1,757.81	1,835.99	2,617.69	1,816.97	959.27	135.25	10,024.31
Río Samalá	-175.94	-170.61	-200.15	-124.59	137.04	230.54	90.21	139.08	311.12	115.83	-84.37	-158.80	109.36
Río San Pedro	-325.53	-629.94	-1,204.73	-1,369.57	-445.57	1,264.77	439.06	483.02	1,941.40	769.54	273.28	82.84	1,278.55
Río Sarstún	218.77	-4.34	-86.19	-46.84	130.44	688.61	589.12	785.52	527.13	371.58	223.08	191.09	3,587.98
Río Selegua	-133.29	-153.80	-191.47	-131.93	12.65	377.87	195.94	165.70	370.14	94.08	-64.52	-104.93	436.42
Río Sis-Icán	-112.64	-109.28	-135.43	-71.54	124.31	247.82	119.39	143.46	284.48	161.28	-37.04	-93.62	521.20
Río Suchiate	-86.75	-77.59	-84.97	20.17	218.82	366.42	194.37	187.24	358.03	240.72	21.13	-69.48	1,288.11
Río Temash	8.77	0.14	-1.61	-2.41	3.70	25.68	23.65	26.58	23.00	13.15	8.64	8.15	137.43
Río Usumacinta	-19.89	-75.22	-225.89	-210.98	95.10	673.38	375.60	396.50	756.23	391.76	174.67	43.87	2,375.13
Río Xaclbal	96.62	58.33	24.41	-18.81	148.69	606.54	449.60	432.96	530.83	493.97	246.59	127.92	3,197.65

Montos mensuales de disponibilidad de agua [Hm³] estimados a nivel de cuencas mayores considerando la precipitación pluvial mensual [Hm³], la evapotranspiración real [Hm³] y la demanda de agua para consumo humano [Hm³] por debajo de la que se considera la existencia de estrés hídrico (índice IPCC).

Cuenca	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Octubre	Nov	Dic	Anual
Lago de Atitlán	-51.01	-51.77	-64.49	-54.18	-0.72	85.30	9.93	25.12	95.08	19.80	-31.91	-47.51	-66.38
Izabal-Río Dulce	240.11	55.35	-91.73	33.28	111.36	492.64	540.13	734.57	462.76	263.36	289.42	262.97	3,394.23
Pojóm	109.02	29.62	-19.77	-27.52	37.67	336.77	475.99	404.87	403.68	196.97	166.96	94.82	2,209.08
Río Achiguate	-115.81	-128.36	-151.63	-98.69	182.01	374.95	215.57	243.44	444.81	260.13	-59.97	-109.49	1,056.98
Río Acomé	-67.86	-86.17	-110.20	-95.57	37.32	153.87	85.34	94.21	198.62	77.40	-60.46	-81.52	144.98
Río Cahabón	145.01	-13.73	-138.61	-77.03	181.26	733.98	787.70	731.94	730.29	511.23	337.87	162.84	4,092.73
Río Coatán	-20.98	-21.64	-24.55	-6.99	21.45	27.99	29.46	5.24	34.37	6.98	-14.04	-21.44	15.85
Río Coyolate	-133.03	-141.37	-162.14	-73.58	261.23	520.76	275.08	331.71	659.11	304.75	-19.71	-130.35	1,692.44
Río Cuilco	-200.45	-207.61	-267.29	-227.47	0.02	141.56	26.53	0.96	191.10	-5.68	-143.04	-191.46	-882.83
Río Grande	-268.30	-285.82	-360.78	-301.45	-93.97	212.17	42.00	75.68	140.93	-100.90	-209.31	-239.91	-1,389.66
Río Hondo	-88.46	-171.62	-239.08	-254.79	-153.55	8.92	8.28	8.77	107.54	63.73	84.93	32.12	-593.20
Río Ixcán	233.91	88.15	9.99	-26.81	243.95	904.86	1,056.74	922.41	984.16	755.53	441.44	247.42	5,861.77
Río La Pasión	108.24	-699.33	-1,072.75	-1,114.83	-53.18	1,663.88	1,108.39	1,151.96	1,871.90	1,464.40	860.29	223.18	5,512.17
Río Los Esclavos	-227.34	-236.89	-275.99	-152.36	172.34	488.76	326.65	351.62	569.59	273.39	-115.36	-200.50	973.92
Río Madre Vieja	-77.27	-79.94	-99.14	-61.43	96.26	223.05	103.66	126.57	257.36	137.36	-33.74	-74.93	517.80
Río María Linda	-243.65	-257.65	-316.77	-245.89	149.85	498.14	301.69	313.56	672.94	278.43	-162.33	-235.09	753.21
Río Moho	63.58	-14.28	-25.39	-36.23	18.35	185.22	140.95	156.64	164.60	113.53	67.84	47.97	882.78
Río Mopán Belice	-88.82	-322.98	-421.25	-512.39	-229.63	100.44	89.76	117.93	469.38	212.24	221.01	11.73	-352.59
Río Motagua	-831.84	-1,068.03	-1,477.14	-1,260.65	-305.97	1,041.55	568.40	840.08	1,267.02	44.44	-316.83	-554.40	-2,053.36
Río Nahualate	-149.01	-154.81	-183.81	-87.30	270.50	582.98	322.52	433.65	678.23	431.85	-6.79	-126.13	2,011.89
Río Naranjo	-89.87	-91.86	-93.15	33.65	257.93	421.30	327.38	396.31	598.49	418.74	49.03	-52.03	2,175.92
Río Nentón	-47.09	-123.92	-152.36	-100.93	20.23	512.29	290.14	265.83	382.65	47.23	12.35	-48.08	1,058.34
Río Ocosito	-221.64	-230.57	-275.44	-151.14	192.25	472.97	286.94	370.98	585.51	372.79	-79.02	-178.06	1,145.56
Río Olopa	-29.31	-31.68	-38.14	-19.30	10.35	55.09	38.63	41.51	56.14	8.49	-19.85	-23.12	48.81
Río Ostúa Güija	-248.17	-257.39	-324.90	-280.49	-15.51	217.93	47.65	50.24	227.87	6.34	-197.11	-231.17	-1,004.69
Río Paso Hondo	-84.07	-88.23	-110.06	-77.63	10.55	88.05	83.54	23.98	175.20	82.07	-50.52	-77.88	-25.01
Río Paz	-204.75	-215.50	-271.07	-214.24	22.17	245.53	83.60	115.29	260.20	72.18	-154.20	-190.09	-450.88
Río Polochic	-47.63	-123.89	-228.34	-114.92	196.47	707.76	887.86	811.37	827.91	227.09	88.44	-1.52	3,230.61
Río Salinas	-52.31	-412.64	-687.65	-643.05	398.39	2,701.72	1,826.85	1,905.04	2,684.50	1,886.01	1,026.08	204.29	10,837.23
Río Samalá	-126.57	-126.02	-150.79	-76.82	186.41	278.31	139.58	188.45	358.90	165.19	-36.60	-109.43	690.61
Río San Pedro	-316.02	-621.35	-1,195.21	-1,360.37	-436.06	1,273.97	448.57	492.53	1,950.60	779.05	282.48	92.35	1,390.54
Río Sarstún	221.82	-1.59	-83.14	-43.89	133.49	691.56	592.17	788.57	530.08	374.62	226.02	194.14	3,623.85
Río Selegua	-104.69	-127.96	-162.87	-104.25	41.25	405.55	224.54	194.30	397.82	122.68	-36.84	-76.33	773.22
Río Sis-Icán	-94.54	-92.94	-117.33	-54.03	142.40	265.33	137.48	161.56	301.99	179.37	-19.53	-75.52	734.24
Río Suchiate	-67.36	-60.07	-65.57	38.94	238.21	385.19	213.76	206.64	376.80	260.11	39.90	-50.08	1,516.47
Río Temash	8.86	0.22	-1.52	-2.33	3.79	25.76	23.74	26.67	23.08	13.24	8.73	8.24	138.48
Río Usumacinta	-18.75	-74.19	-224.74	-209.88	96.25	674.48	376.74	397.64	757.33	392.90	175.77	45.01	2,388.56
Xaclbal	103.08	64.16	30.86	-12.56	155.15	612.79	456.06	439.42	537.08	500.43	252.84	134.38	3,273.69

Montos mensuales de disponibilidad de agua [Hm³] estimados a nivel de cuencas mayores considerando la precipitación pluvial mensual [Hm³], la evapotranspiración real [Hm³] y la demanda de agua para consumo humano [Hm³] para cubrir necesidades básicas y que no surjan amenazas de salud (Índice OMS mínimo de 100 L / día / persona).

Cuenca	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Octubre	Nov	Dic	Anual
Lago de Atitlán	-50.74	-51.52	-64.22	-53.92	-0.44	85.56	10.20	25.39	95.34	20.07	-31.65	-47.24	-63.15
Izabal-Río Dulce	240.23	55.46	-91.61	33.40	111.48	492.75	540.25	734.69	462.87	263.48	289.54	263.09	3,395.65
Río Pojóm	109.06	29.66	-19.73	-27.48	37.71	336.81	476.03	404.91	403.72	197.01	167.00	94.86	2,209.56
Río Achiguate	-115.30	-127.90	-151.11	-98.19	182.53	375.45	216.09	243.96	445.31	260.65	-59.47	-108.98	1,063.04
Río Acomé	-67.77	-86.09	-110.12	-95.49	37.40	153.95	85.42	94.30	198.70	77.48	-60.38	-81.44	145.96
Río Cahabón	145.53	-13.26	-138.09	-76.53	181.79	734.48	788.22	732.46	730.79	511.75	338.38	163.36	4,098.88
Río Coatán	-20.89	-21.56	-24.47	-6.90	21.54	28.07	29.55	5.33	34.45	7.06	-13.96	-21.35	16.89
Río Coyolate	-132.65	-141.03	-161.76	-73.22	261.60	521.12	275.45	332.09	659.47	305.13	-19.34	-129.98	1,696.88
Río Cuilco	-199.89	-207.11	-266.73	-226.93	0.58	142.09	27.09	1.51	191.64	-5.12	-142.50	-190.90	-876.29
Río Grande	-267.77	-285.35	-360.26	-300.94	-93.44	212.68	42.52	76.20	141.44	-100.37	-208.79	-239.38	-1,383.45
Río Hondo	-88.46	-171.62	-239.08	-254.79	-153.55	8.92	8.28	8.77	107.54	63.73	84.93	32.12	-593.19
Río Ixcán	234.18	88.39	10.25	-26.55	244.21	905.12	1,057.00	922.67	984.42	755.80	441.70	247.69	5,864.86
Río La Pasión	108.69	-698.93	-1,072.31	-1,114.40	-52.74	1,664.30	1,108.83	1,152.40	1,872.33	1,464.84	860.72	223.62	5,517.37
Río Los Esclavos	-226.91	-236.50	-275.56	-151.95	172.77	489.18	327.08	352.05	570.01	273.82	-114.94	-200.06	979.01
Río Madre Vieja	-77.10	-79.78	-98.97	-61.27	96.43	223.22	103.83	126.74	257.52	137.53	-33.58	-74.76	519.80
Río María Linda	-241.65	-255.84	-314.77	-243.96	151.85	500.07	303.69	315.57	674.88	280.43	-160.40	-233.09	776.77
Río Moho	63.60	-14.27	-25.38	-36.21	18.36	185.23	140.97	156.65	164.62	113.55	67.86	47.99	882.96
Río Mopán Belice	-88.75	-322.91	-421.18	-512.31	-229.56	100.51	89.84	118.00	469.45	212.31	221.09	11.80	-351.71
Río Motagua	-827.62	-1,064.22	-1,472.92	-1,256.57	-301.75	1,045.63	572.62	844.30	1,271.10	48.66	-312.75	-550.18	-2,003.71
Río Nahualate	-148.53	-154.37	-183.33	-86.83	270.98	583.45	323.00	434.14	678.70	432.33	-6.32	-125.65	2,017.56
Río Naranjo	-89.38	-91.42	-92.66	34.13	258.42	421.77	327.87	396.80	598.97	419.23	49.50	-51.54	2,181.69
Río Nentón	-46.87	-123.72	-152.14	-100.72	20.45	512.50	290.36	266.05	382.86	47.45	12.56	-47.86	1,060.92
Río Ocosito	-221.11	-230.09	-274.91	-150.63	192.79	473.49	287.48	371.52	586.03	373.32	-78.51	-177.52	1,151.86
Río Olopa	-29.25	-31.63	-38.08	-19.25	10.41	55.14	38.69	41.56	56.19	8.55	-19.80	-23.07	49.45
Río Ostúa Güija	-247.79	-257.05	-324.52	-280.13	-15.14	218.30	48.03	50.61	228.23	6.72	-196.75	-230.80	-1,000.29
Río Paso Hondo	-83.99	-88.16	-109.98	-77.56	10.63	88.12	83.62	24.06	175.27	82.15	-50.44	-77.80	-24.07
Río Paz	-204.47	-215.24	-270.78	-213.96	22.45	245.81	83.88	115.57	260.48	72.46	-153.92	-189.81	-447.52
Río Polochic	-47.33	-123.62	-228.03	-114.63	196.77	708.05	888.16	811.67	828.21	227.40	88.73	-1.21	3,234.17
Río Salinas	-51.01	-411.46	-686.34	-641.78	399.69	2,702.98	1,828.16	1,906.34	2,685.77	1,887.32	1,027.35	205.60	10,852.63
Río Samalá	-125.64	-125.18	-149.85	-75.91	187.34	279.22	140.51	189.39	359.80	166.13	-35.69	-108.49	701.62
Río San Pedro	-315.84	-621.19	-1,195.03	-1,360.19	-435.88	1,274.15	448.75	492.71	1,950.77	779.23	282.66	92.53	1,392.66
Río Sarstún	221.88	-1.53	-83.09	-43.83	133.55	691.61	592.23	788.63	530.13	374.68	226.08	194.20	3,624.53
Río Selegua	-104.15	-127.47	-162.33	-103.73	41.79	406.08	225.09	194.84	398.35	123.23	-36.31	-75.79	779.60
Río Sis-Icán	-94.20	-92.63	-116.99	-53.70	142.74	265.66	137.82	161.90	302.32	179.71	-19.19	-75.18	738.27
Río Suchiate	-66.99	-59.74	-65.21	39.30	238.58	385.55	214.13	207.01	377.15	260.48	40.25	-49.72	1,520.80
Río Temash	8.86	0.22	-1.52	-2.33	3.79	25.76	23.74	26.67	23.08	13.24	8.73	8.24	138.50
Río Usumacinta	-18.73	-74.17	-224.72	-209.86	96.27	674.50	376.76	397.66	757.36	392.92	175.79	45.03	2,388.82
Río Xaclbal	103.20	64.27	30.99	-12.44	155.27	612.91	456.18	439.54	537.20	500.55	252.96	134.50	3,275.13

Montos mensuales de disponibilidad de agua [Hm³] estimados a nivel de cuencas mayores considerando la precipitación pluvial mensual [Hm³], la evapotranspiración real [Hm³] y la demanda de agua para consumo humano [Hm³] para cubrir necesidades básicas y que no surjan amenazas de salud (Índice OMS extremo de 50 L / día / persona).

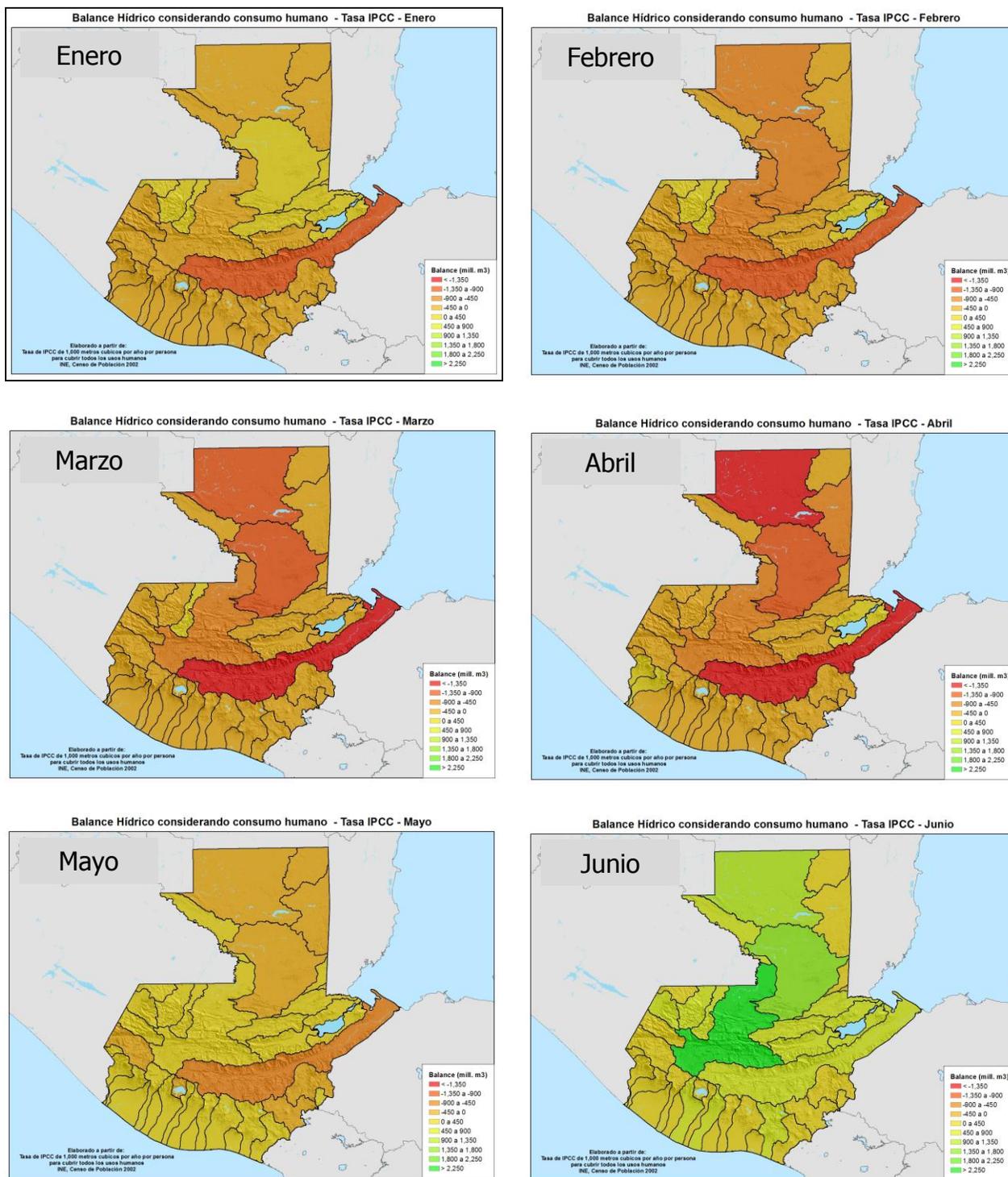


Figura 13. Disponibilidad de agua mensual [Hm^3] estimada a nivel de cuencas mayores considerando la precipitación pluvial mensual [Hm^3], la evapotranspiración real [Hm^3] y la demanda de agua para consumo humano [Hm^3] por debajo de la que se considera la existencia de estrés hídrico (índice IPCC).

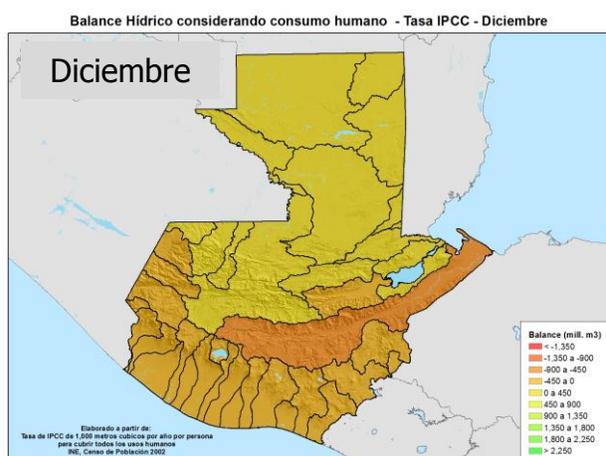
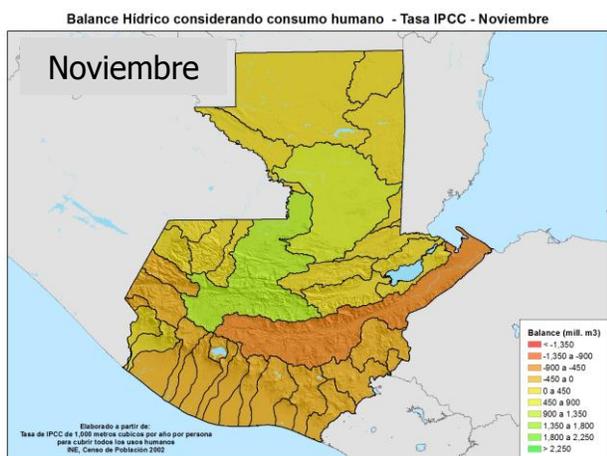
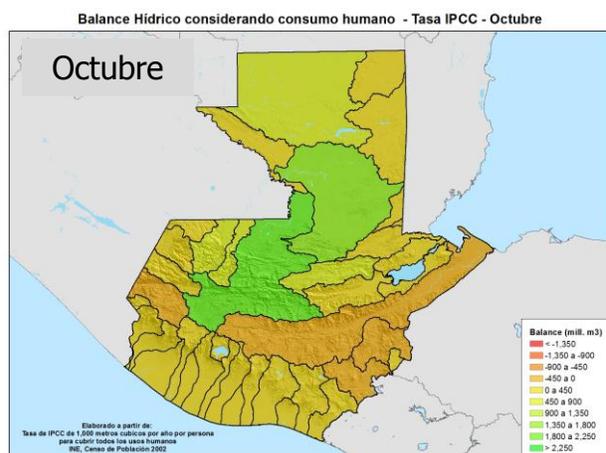
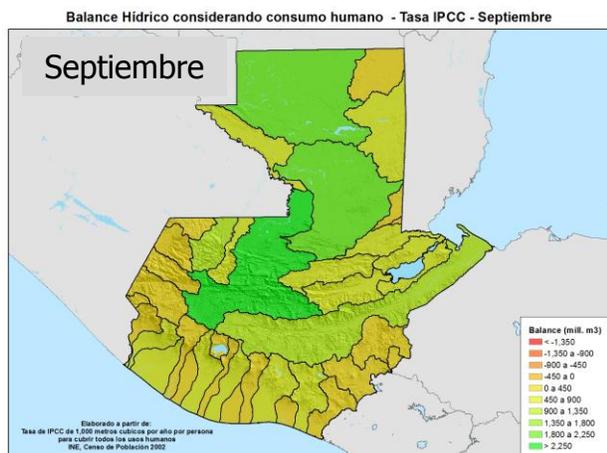
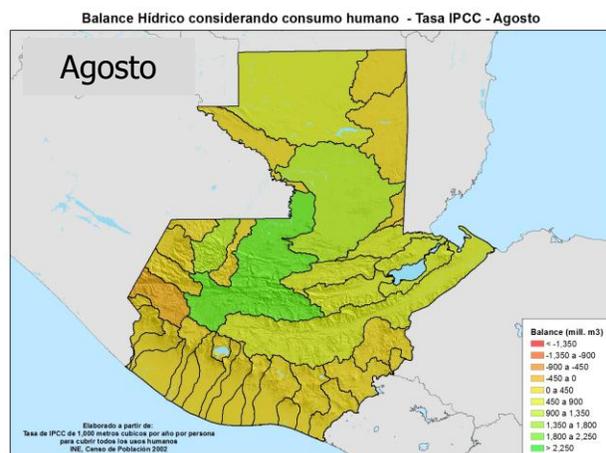
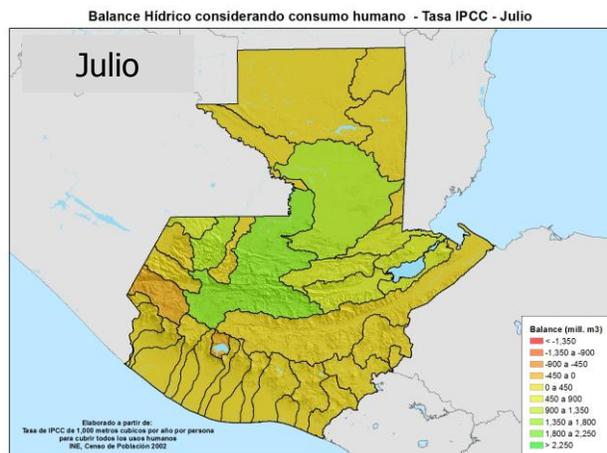


Figura 13 (continuación).

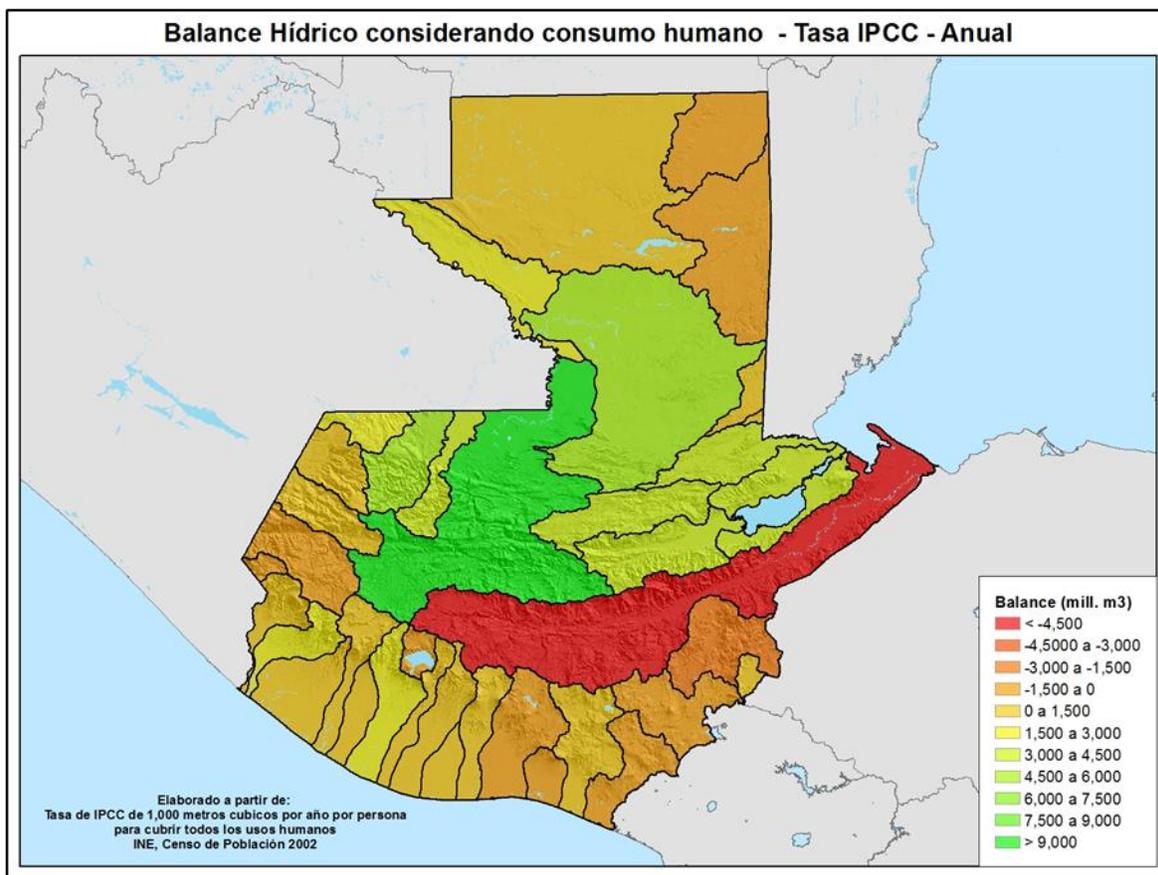


Figura 13 (continuación). Disponibilidad de agua total anual a nivel de cuencas mayores bajo el régimen de consumo sin estrés hídrico (índice IPCC).

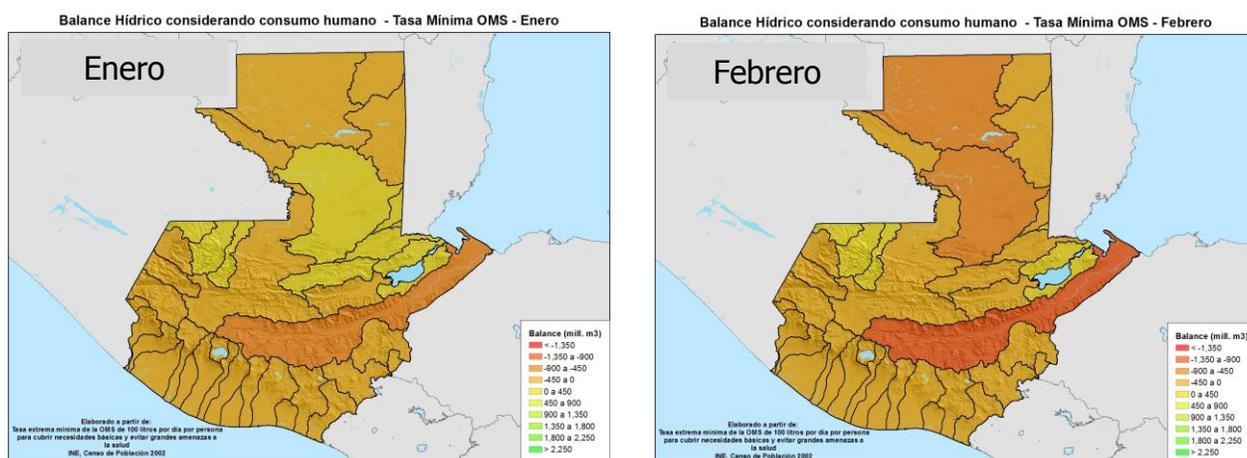


Figura 14. Disponibilidad de agua mensual [Hm^3] estimada a nivel de cuencas mayores considerando la precipitación pluvial mensual [Hm^3], la evapotranspiración real [Hm^3] y la demanda de agua para consumo humano [Hm^3] para cubrir necesidades básicas y que no surjan amenazas de salud (Índice OMS mínimo 100 L/día/ persona).

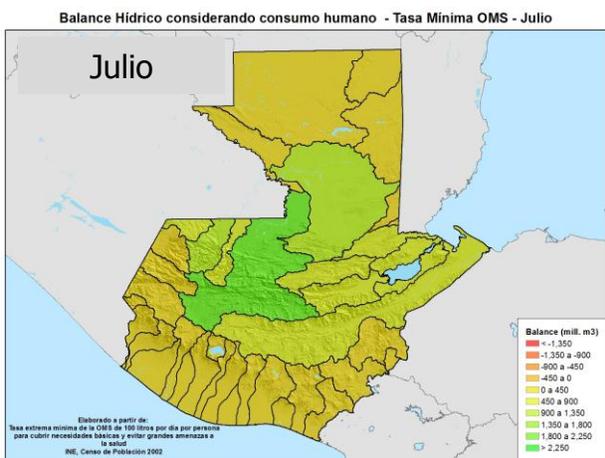
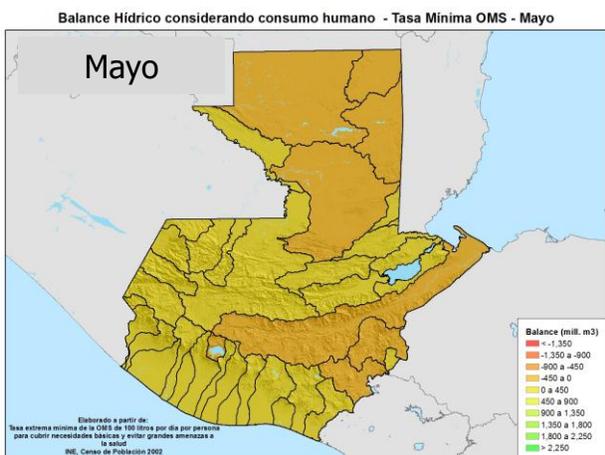
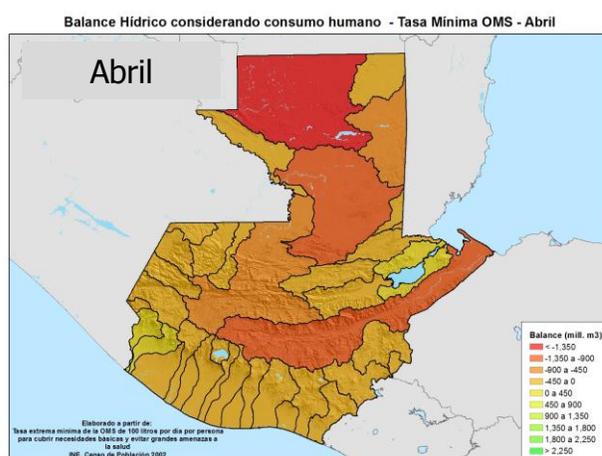


Figura 14 (continuación).

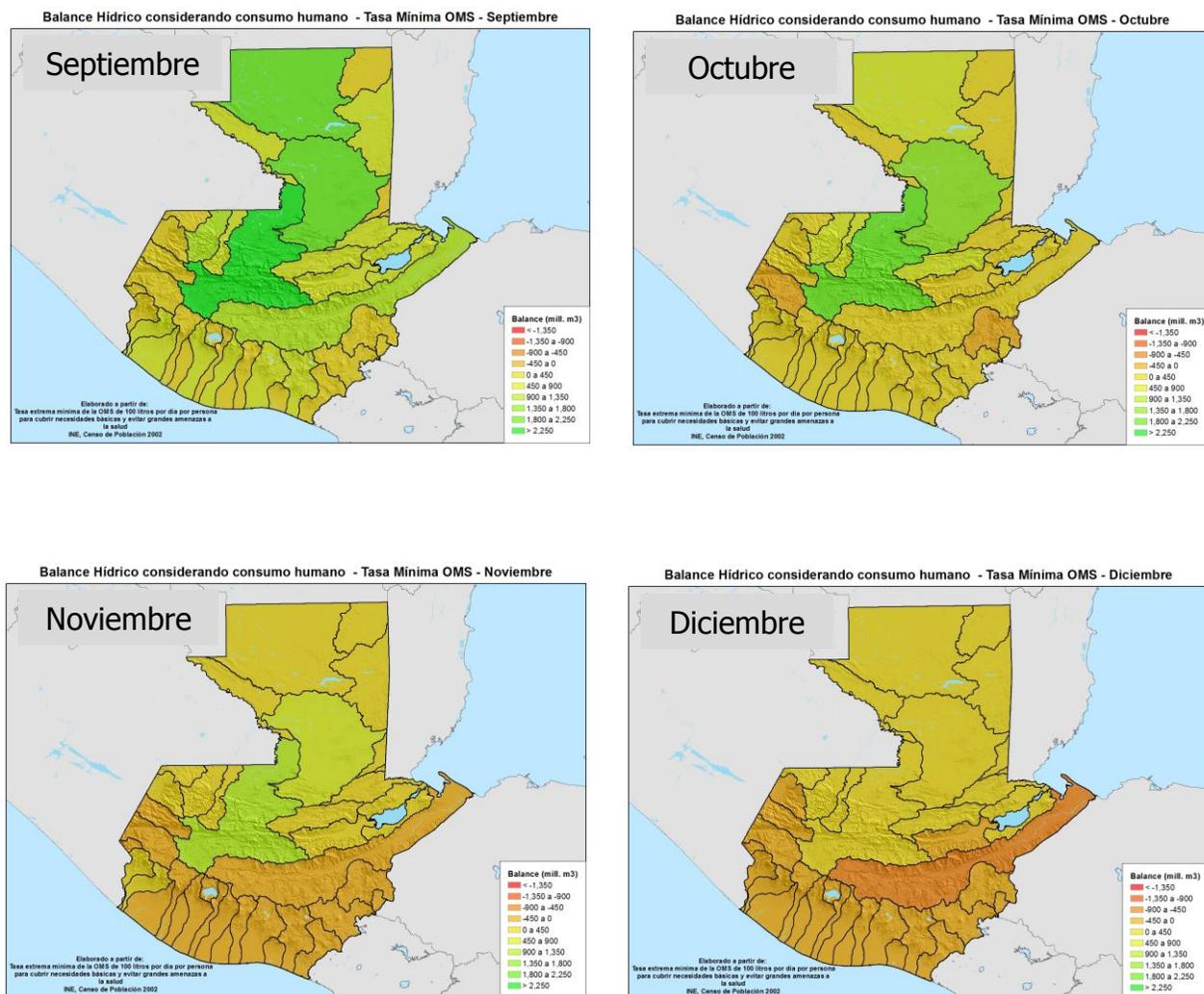


Figura 14 (continuación).

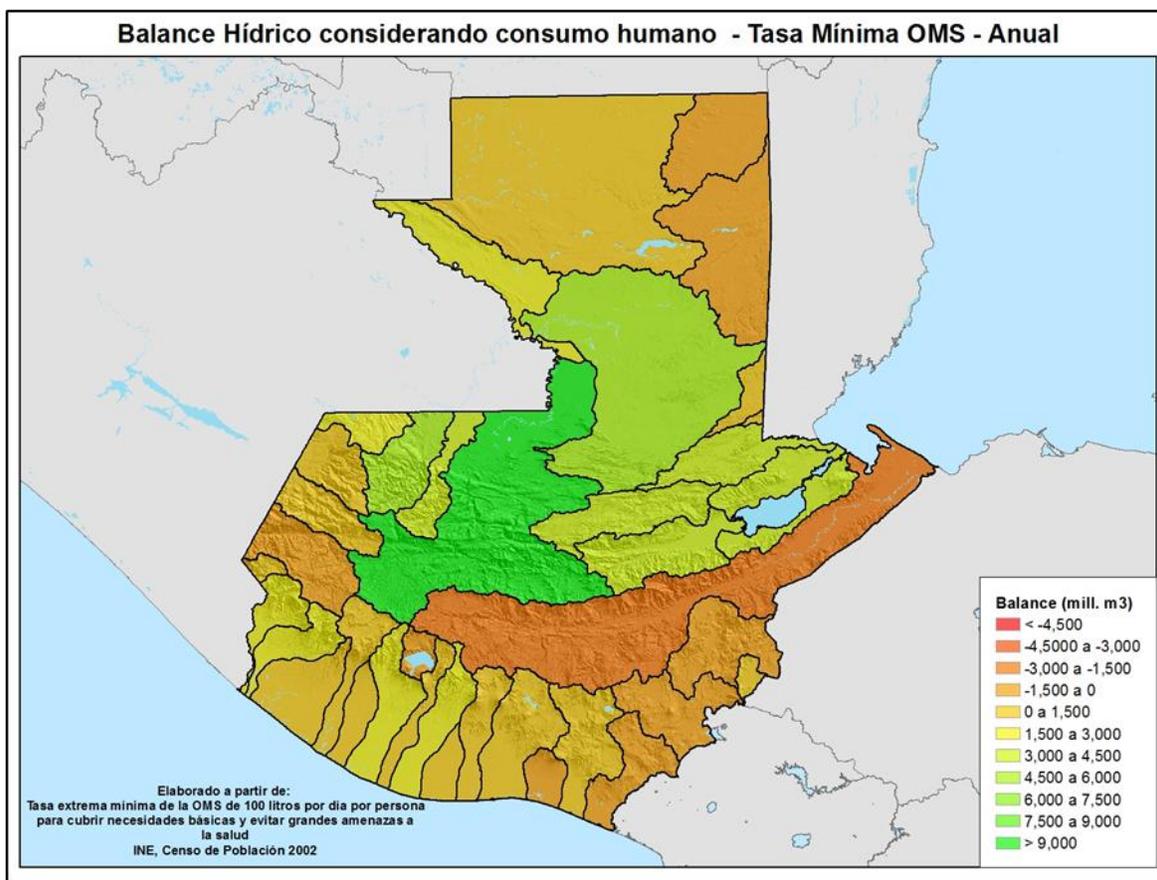


Figura 14 (continuación). Disponibilidad de agua total anual a nivel de cuencas mayores bajo el régimen de consumo OMS mínimo (100 L/día/persona).

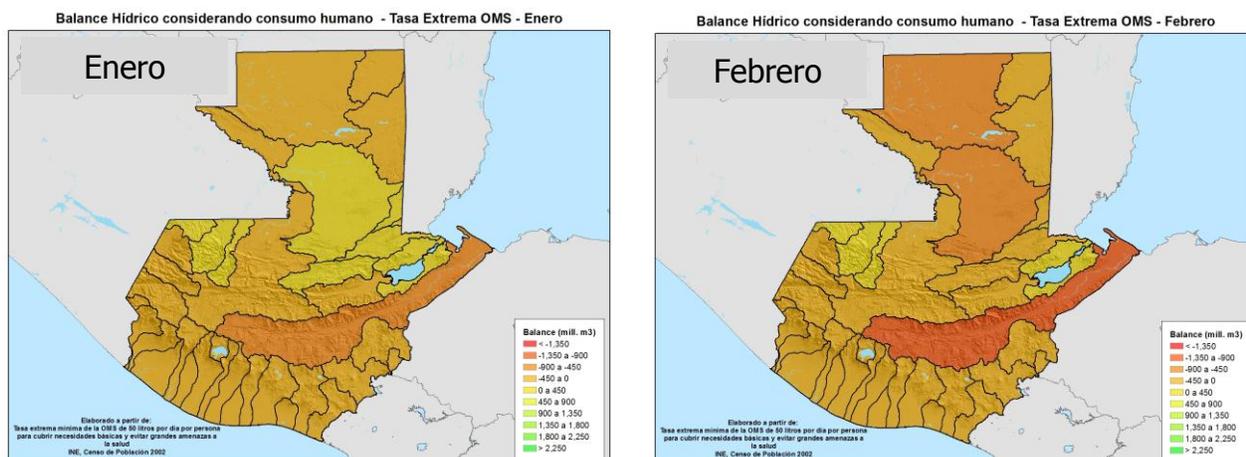


Figura 15. Disponibilidad de agua mensual [Hm³] estimada a nivel de cuencas mayores considerando la precipitación pluvial mensual [Hm³], la evapotranspiración real [Hm³] y la demanda de agua para consumo humano [Hm³] para cubrir necesidades básicas y que no surjan amenazas de salud (Índice OMS extremo 50 L/día/ persona).

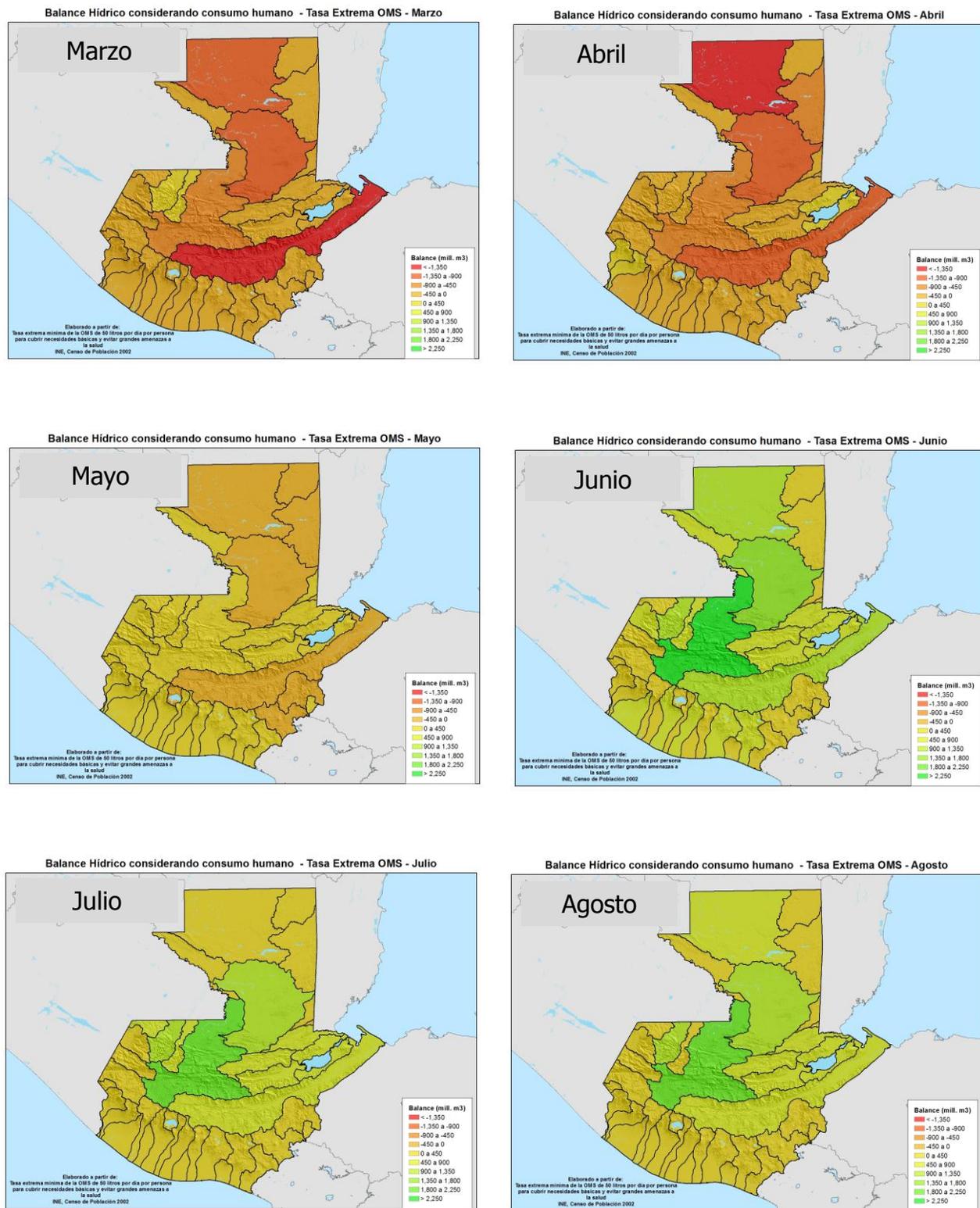


Figura 15 (continuación).

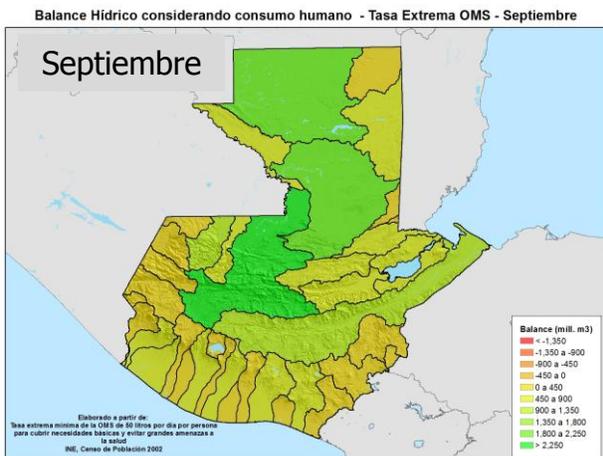


Figura 15 (continuación).

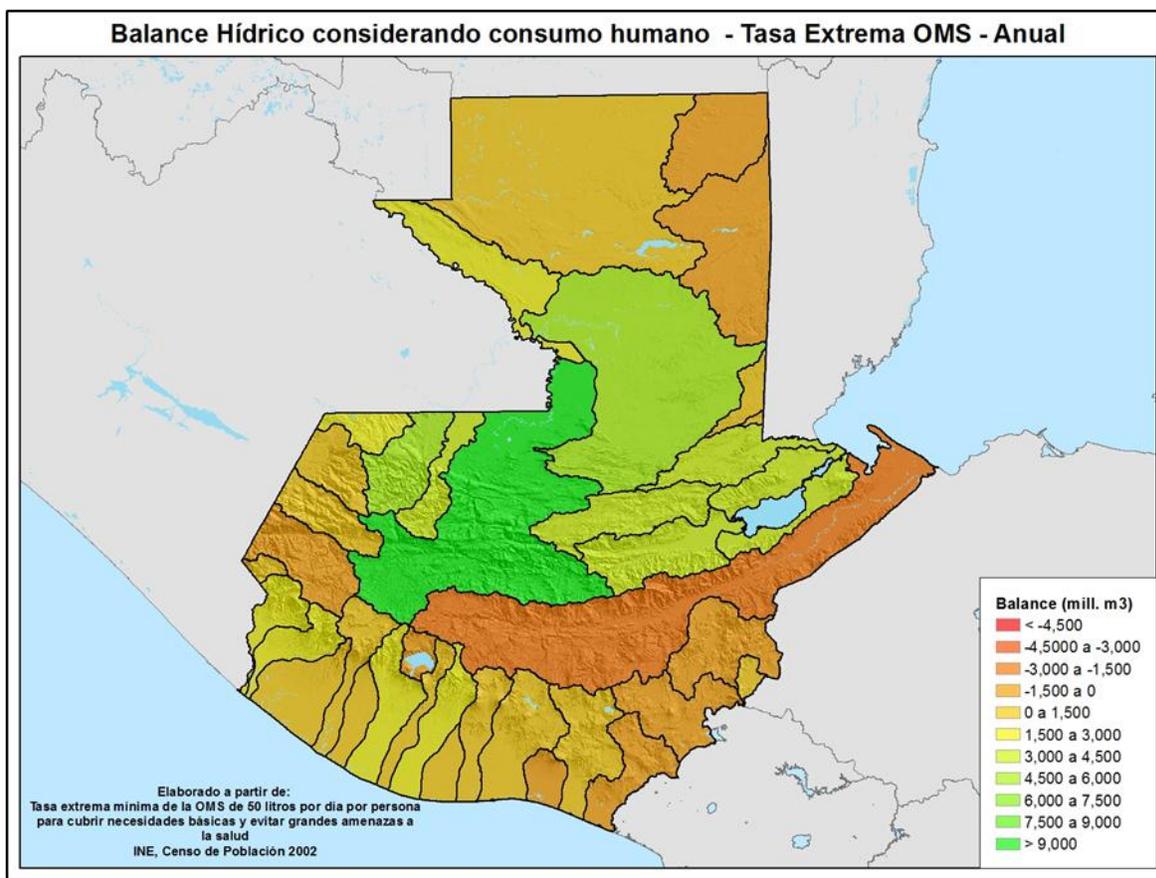


Figura 15 (continuación). Disponibilidad de agua total anual a nivel de cuencas mayores bajo el régimen de consumo OMS mínimo (50 L/día/persona).

De manera directa o indirecta esta disponibilidad de agua podría estar elevando los niveles de riesgo ante sequía en municipios del llamado Corredor Seco. La Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo del MAGA generó un Mapa de Amenaza por Sequía indicando los municipios dentro del llamado Corredor Seco y que están expuestos a posibles impactos por dicho fenómeno. Los municipios se indican en la Tabla 11 y se presentan en el mapa de la Figura 16.

Tabla 11

Municipios con amenaza ante sequías en la República de Guatemala

Municipios
Cubulco, El Chol, Granados, Rabinal, Salamá, San Jerónimo, San Miguel Chicaj, Comalapa, San José Poaquil, San Martín Jilotepeque, Camotán, Chiquimula, Ipala, Jocotán, Olopa, Quezaltepeque, San Jacinto, San José La Arada, San Juan Ermita, El

Jícaro, Guastatoya, Morazán, San Agustín Acasaguastlán, San Antonio La Paz, San Cristóbal Acasaguastlán, Sanarate, Sansare, Chuarrancho, Guatemala, Palencia, San José del Golfo, San Pedro Ayampuc, San Raimundo, Aguacatán, Huehuetenango, Malacatancito, Jalapa, Mataquescuintla, Monjas, San Luis Jilotepeque, San Manuel Chaparrón, San Pedro Pinula, Agua Blanca, Asunción Mita, Atescatempa, Santa Catarina Mita, San Carlos Sija, Canillá, Chicamán, Joyabaj, Sacapulas, San Andrés Sajcabajá, San Antonio Ilotenango, San Bartolomé Jocotenango, San Pedro Jocopilas, Santa Cruz del Quiché, Uspantán, Zacualpa, Momostenango, San Bartolo, Santa Lucía La Reforma, Santa María Chiquimula, Cabañas, Estanzuela, Gualán, Huité, Río Hondo, San Diego, Teculután, Usumatlán y Zacapa.

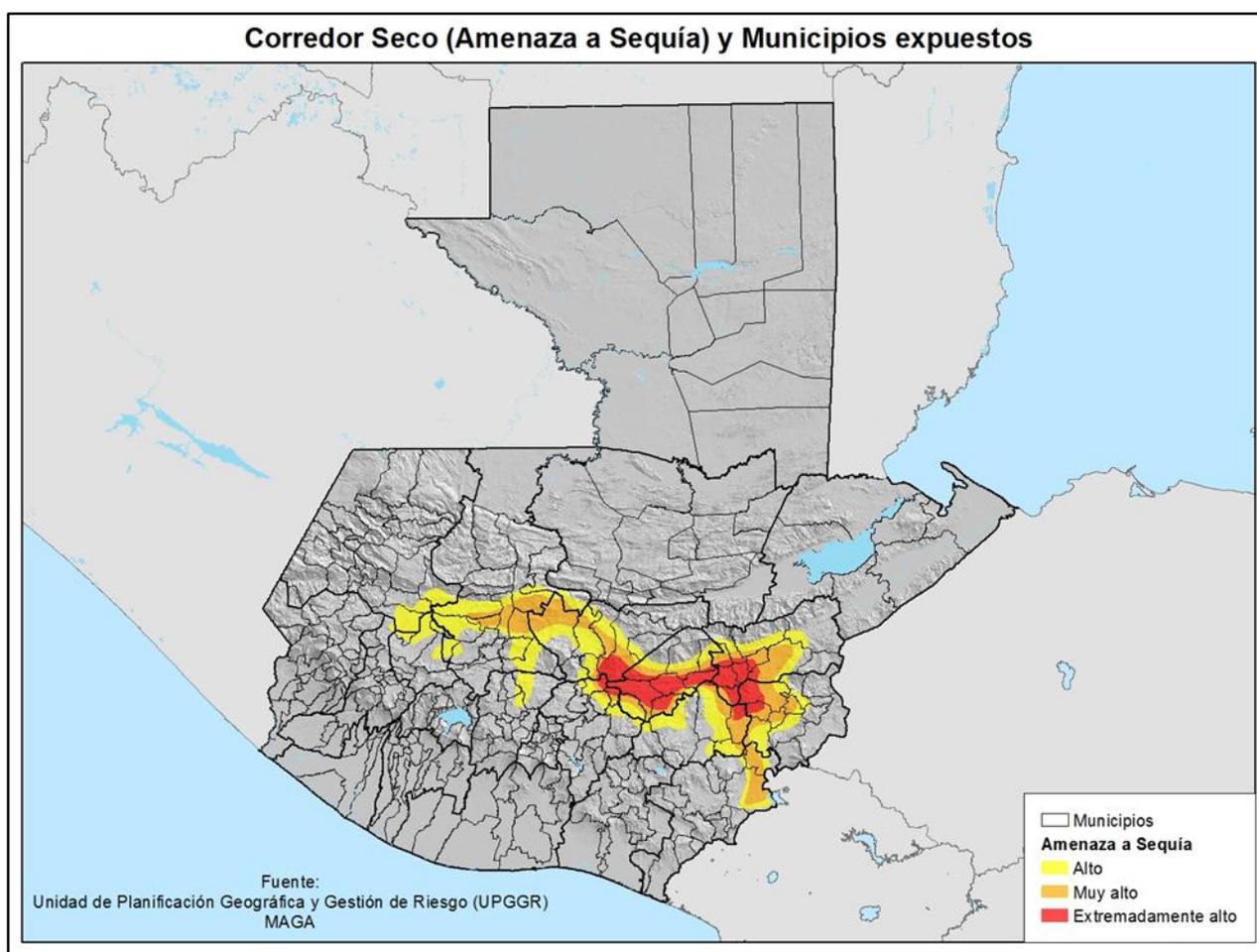


Figura 16. Municipios en amenaza por sequía a lo largo del corredor seco de Guatemala.

5. CONSIDERACIONES GENERALES Y CONCLUSIONES.

La demanda de agua para consumo humano ha sido calculada en la presente investigación utilizando datos poblacionales del INE, tanto de los censos 1994 y 2002 como las correspondientes proyecciones. El consumo en los centros poblados, calculado a partir de 3 diferentes indicadores, ha sido posteriormente sumado a nivel de cuenca y vertiente hidrográfica. Evidentemente, los consumos más altos se obtienen en aquellas cuencas con mayor densidad poblacional y con manchas urbanas poblacionales importantes. De acuerdo a las estimaciones realizadas, las cuencas con los 5 mayores consumos de agua son:

Escenario de consumo	Cuencas (consumo anual en millones de m ³)				
	Motagua	María Linda	Salinas	Samalá	Cuilco
Indicador IPCC (2,740 L/día/persona)	2,720.91	1,290.78	843.72	603.27	358.63
OMS Mínimo (100 L/día/persona)	99.31	47.11	30.80	22.02	13.09
OMS Extremo (50 L/día/persona)	49.66	23.56	15.40	11.01	6.55

De acuerdo a diversas fuentes sobre el consumo de agua en Guatemala (IARNA, SEGEPLAN y MARN), el consumo promedio para usos domésticos en zonas urbanas es de 150 litros por día por persona mientras que en la zona rural es de aproximadamente 88 litros por día por persona. En ese sentido, podrían usarse los indicadores mínimo y extremo de la OMS como referencia de los consumos urbano y rural, respectivamente. El indicador de la IPCC más bien parece que podría ser aplicado para la zona metropolitana, para cabeceras departamentales y algunas ciudades intermedias ya que este indicador incluye todos los usos diarios del agua (higiene, consumo doméstico, servicios públicos, etc.). Dependiendo del indicador utilizado, la demanda para consumo humano en Guatemala se ubica entre los 205 a 11,237 millones de metros cúbicos.

La demanda de agua para consumo agro-pecuario ha sido calculada a partir de los datos climatológicos históricos del INSIVUMEH (hasta el 2003) y la ubicación de las principales zonas productivas de Guatemala, según el mapa de uso del suelo del MAGA del 2003. Evidentemente, debido a la escala nacional del estudio, se utilizaron las coberturas de cultivos y zonas pecuarias extensivas sin incluir las pequeñas parcelas familiares o cultivos de subsistencia en zonas rurales de Guatemala. Sobresalen en las coberturas utilizadas las grandes planicies del Pacífico con caña de azúcar, el café en las zonas montañosas, las zonas bananeras del Caribe, las áreas con palma africana en la Franja Transversal y Petén, diversos cultivos extensivos en La Fragua y valle del Motagua y las grandes zonas de pasto para ganado vacuno en el sur, oriente y norte de Guatemala. La estimación del consumo de agua de todas estas zonas fue realizada a través del cálculo de la evapotranspiración de cultivo (ETc) y luego representada a la escala de cuenca y vertiente hidrográfica (ver mapas en páginas 29 a 31).

Las estimaciones de disponibilidad de agua en las cuencas mayores de Guatemala muestran resultados diversos. A la escala global, aún bajo las condiciones más estrictas de demanda para consumo humano y agro-pecuario, el país muestra un superávit de 44,500 millones de metros cúbicos anuales, lo que significa una disponibilidad teórica de alrededor de 3,200 millones de metros cúbicos anuales por persona. Al utilizar un valor promedio de consumo (100 litros por persona por día) la disponibilidad total de agua en el país es de 55,327 millones de metros cúbicos anuales para 3,951 millones de metros cúbicos anuales por persona.

Sin embargo, al analizar los resultados en el espacio y en el tiempo el optimismo que pudo haber causado el párrafo anterior tiene que ser tomado con mucha cautela. Aún con un consumo que solamente cubra las necesidades básicas de las personas (índice OMS extremo), hay cuencas en Guatemala que presentan totales anuales negativos y hasta 8 meses del año con déficit de disponibilidad. Estas cuencas son la de Atitlán, Cuilco, Grande de Zacapa, Hondo, Mopán, Motagua, Ostúa-Güija, Paso Hondo y Paz. Sobresale la cuenca del río Motagua con déficit total anual de 2,003 millones de metros cúbicos posiblemente influenciada por la demanda generada por parte el área norte y nor-este de la zona metropolitana y la intensa actividad agrícola en su porción oriental. El comportamiento anual de la disponibilidad de agua por cuenca con base al indicador OMS extremo se muestra en las gráficas de la Figura 17.

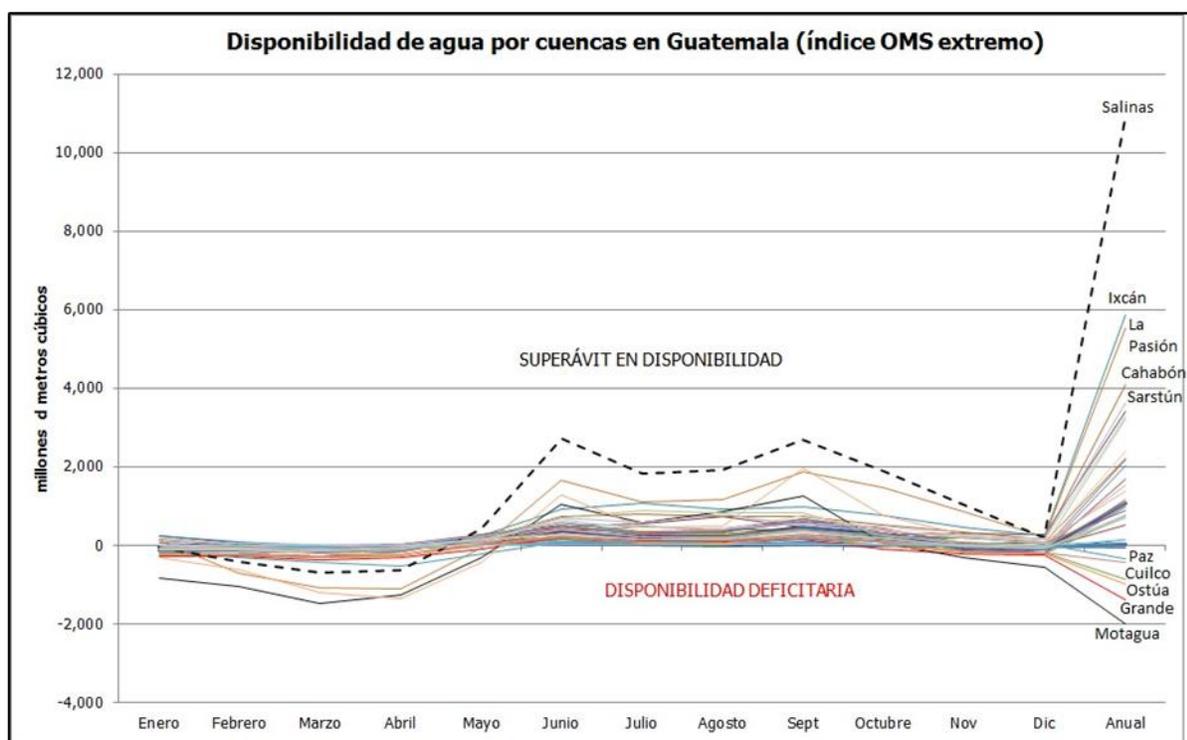


Figura 17. Disponibilidad a lo largo del año para las cuencas mayores de Guatemala utilizando el índice de consumo humano OMS extremo.

Por el contrario, siempre bajo el mismo régimen de consumo (OMS extremo), sobresalen también varias cuencas con superávit de disponibilidad como la del río Salinas, Ixcán, La Pasión, Cahabón y Sarstún, todas ellas, ubicadas en el territorio de la Franja Transversal del Norte y Petén.

Al analizar los números para un consumo más integral que incluye no solamente las necesidades básicas sino otros usos complementarios, la situación se torna aún más preocupante (indicador de consumo del IPCC de 2,740 litros por día por persona). En este caso, 11 de las 38 cuencas mayores de Guatemala (29%) presentan un régimen deficitario anual con hasta 8 meses de disponibilidad negativa a lo largo del año. Estas cuencas son la de Atitlán, Cuilco, Coatlán, María Linda, Grande de Zacapa, Hondo, Mopán, Motagua, Ostúa-Güija, Paso Hondo y Paz. Sobresale nuevamente la cuenca del río Motagua con un déficit de 4,675 millones de metros cúbicos al año con superávit mensual solamente entre Junio y Septiembre. El comportamiento anual de la disponibilidad de agua por cuenca con base al indicador IPCC se muestra en las gráficas de la Figura 18.

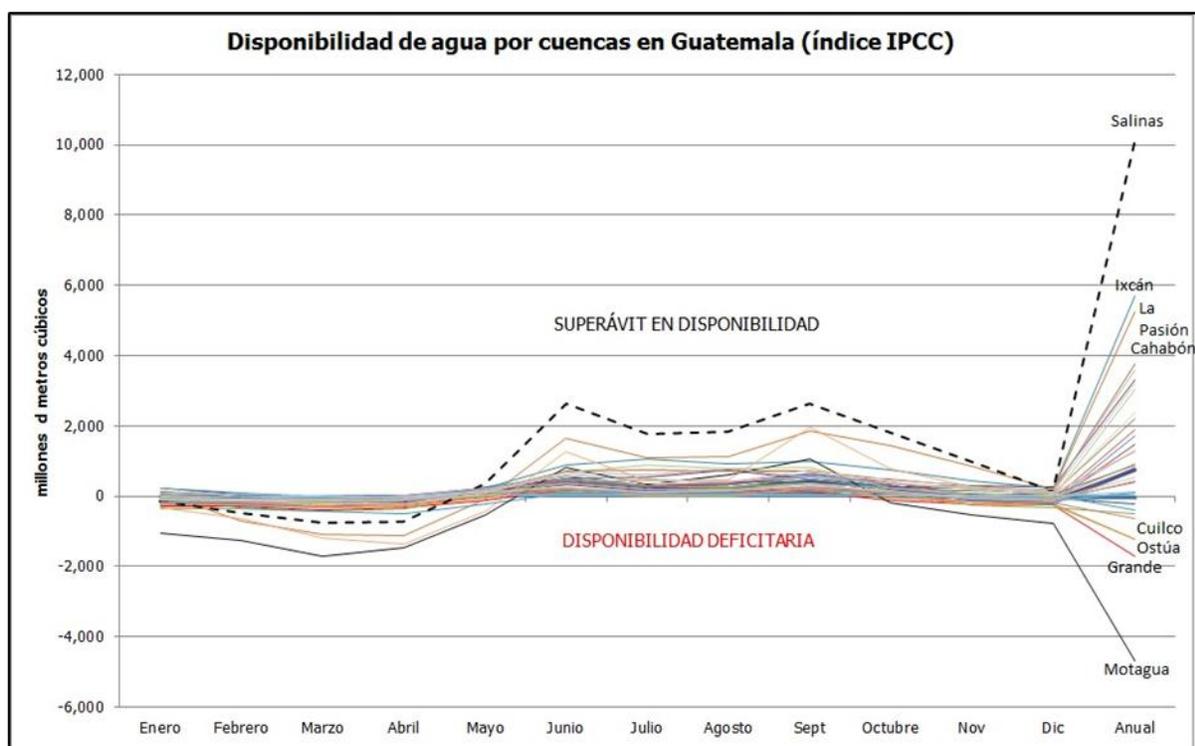


Figura 18. Disponibilidad a lo largo del año para las cuencas mayores de Guatemala utilizando el índice de consumo humano IPCC.

Los resultados para algunas cuencas seleccionadas se presentan en los gráficos de la Figura 19 (Fuente: índices IPCC y OMS y población censo INE 2002).

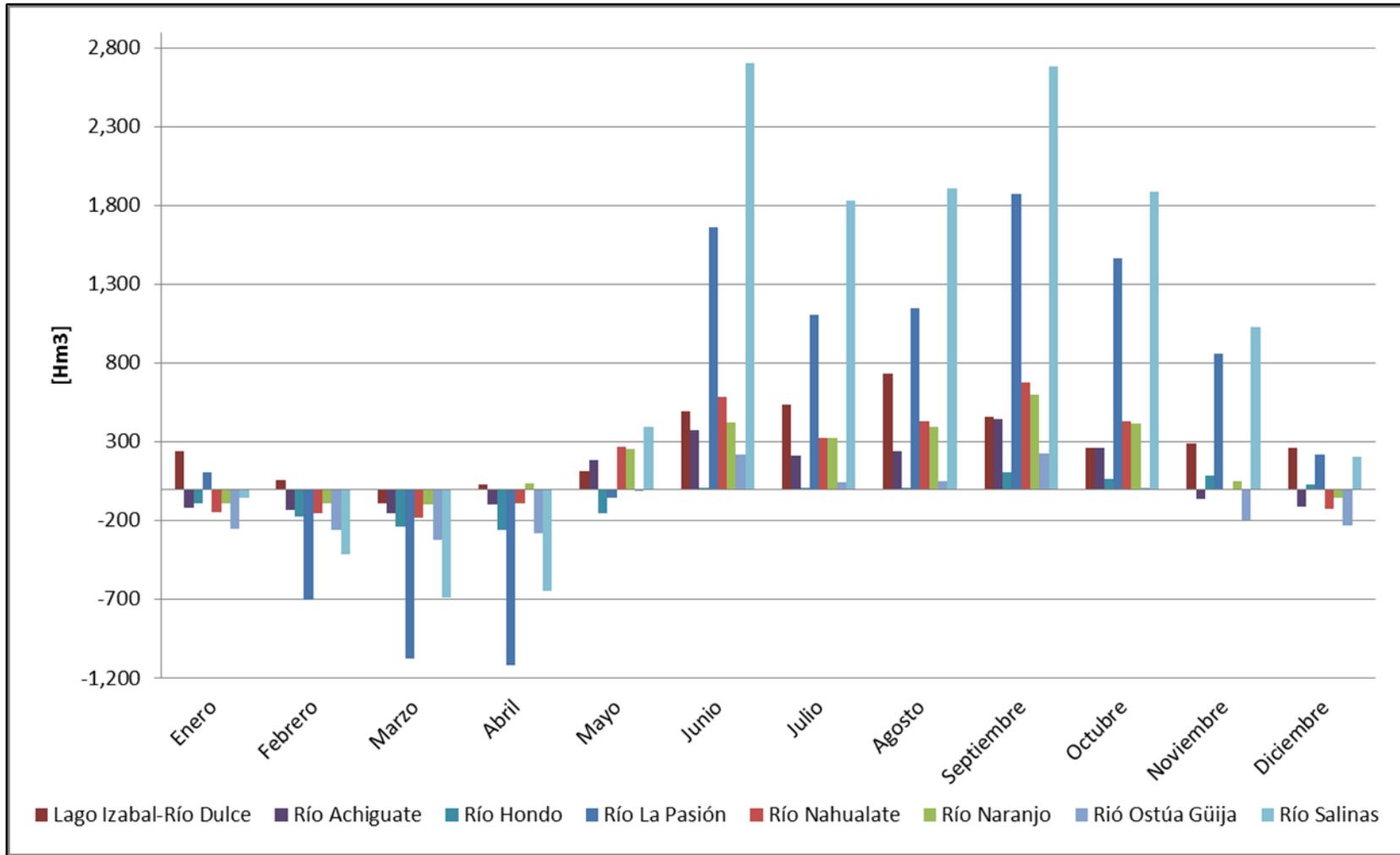


Figura 19.1. Distribución mensual de la disponibilidad de agua [Hm³] estimada a nivel de las cuencas hidrográficas mayores considerando la lluvia mensual [Hm³], la evapotranspiración real [Hm³] y la demanda de agua para consumo humano [Hm³] para cubrir necesidades básicas y que no surjan amenazas de salud (Índice OMS 50 L/día/ persona).

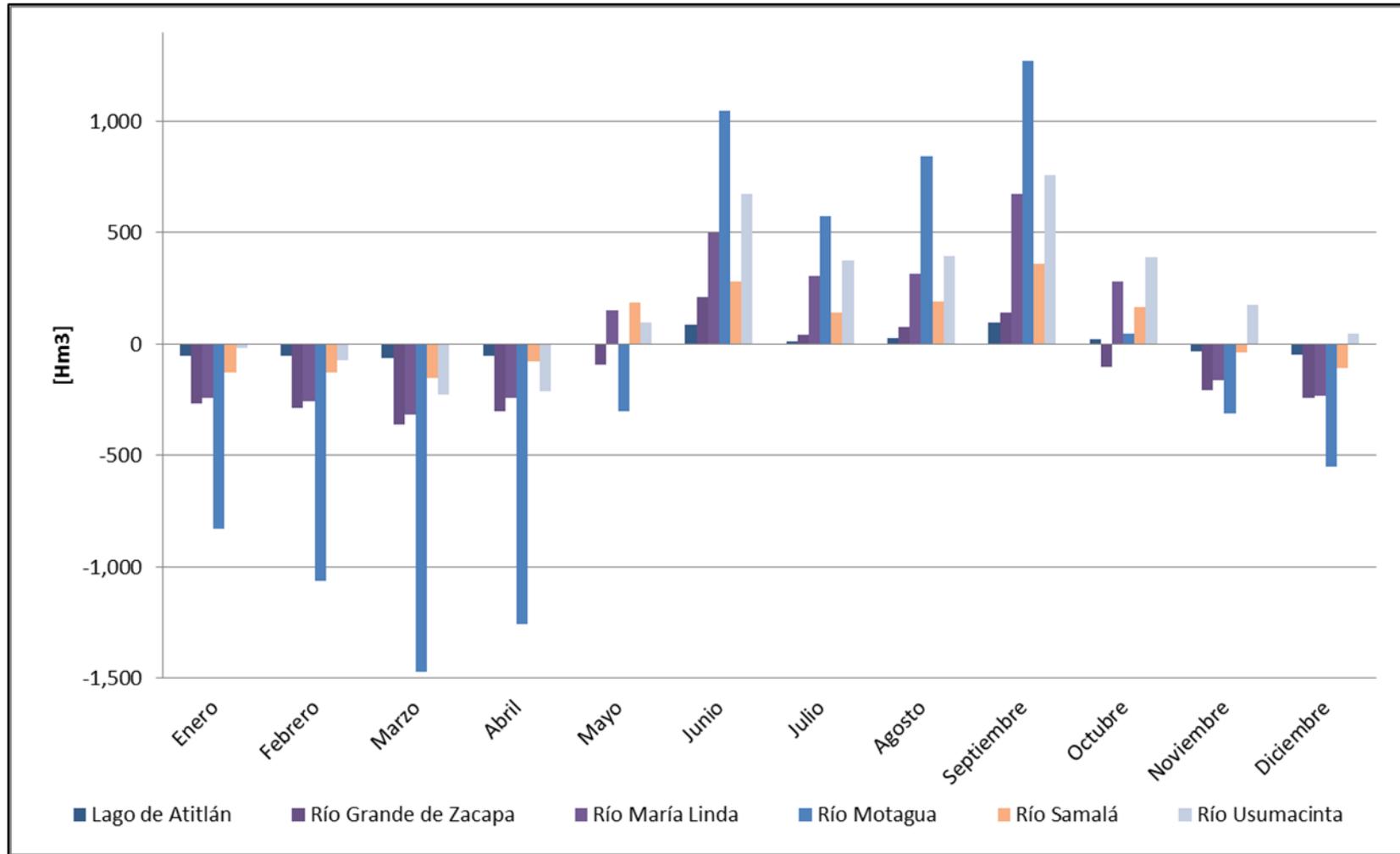


Figura 19.2. Distribución mensual de la disponibilidad de agua [Hm³] estimada a nivel de las cuencas hidrográficas mayores considerando la lluvia mensual [Hm³], la evapotranspiración real [Hm³] y la demanda de agua para consumo humano [Hm³] para cubrir necesidades básicas y que no surjan amenazas de salud (Índice OMS 100 L/día/ persona).

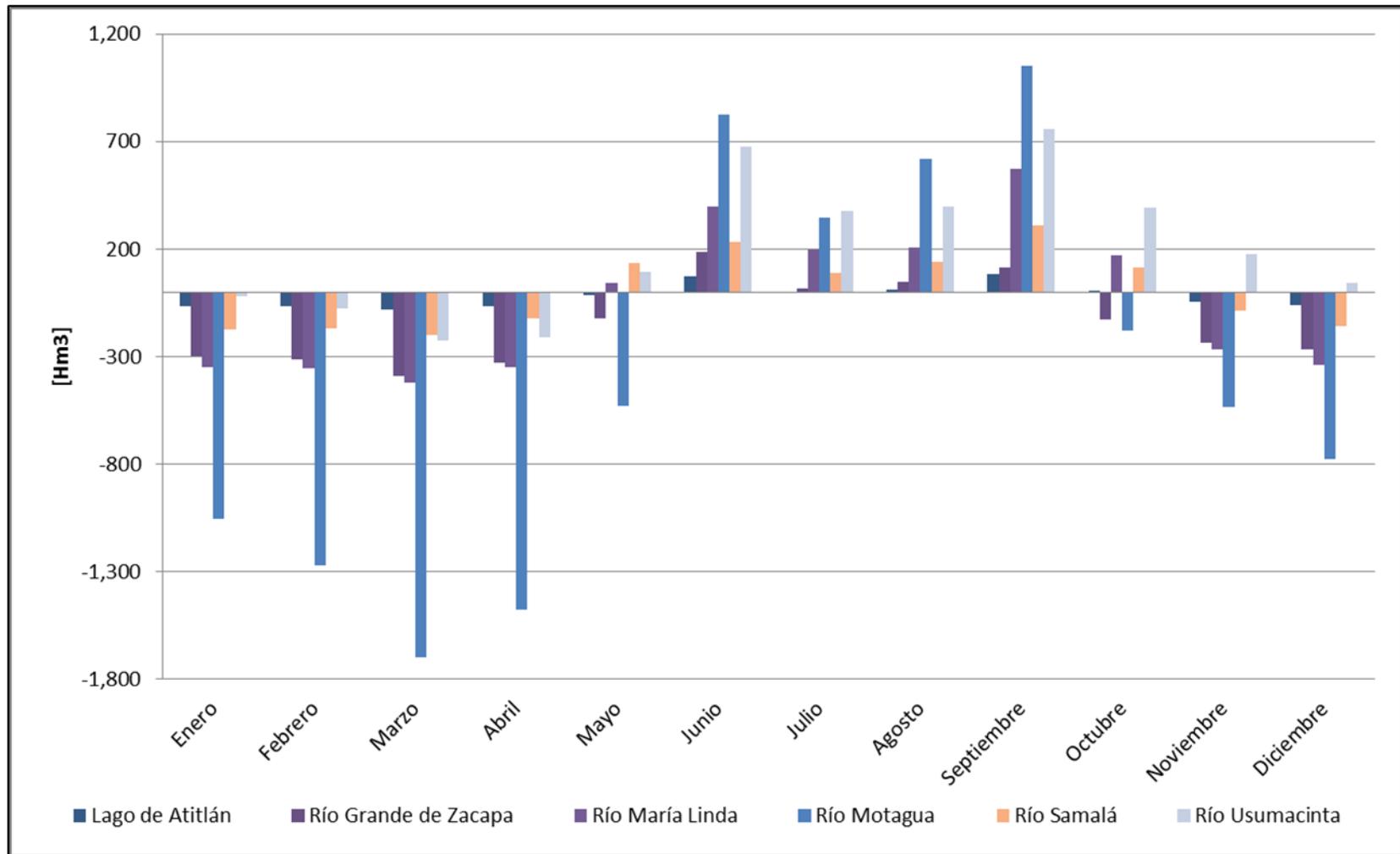


Figura 19.3. Distribución mensual de la disponibilidad de agua [Hm³] estimada a nivel de las cuencas hidrográficas mayores considerando la lluvia mensual [Hm³], la evapotranspiración real [Hm³] y la demanda de agua para consumo humano [Hm³] por debajo de la que se considera la existencia de estrés hídrico.

Con base en los números y resultados presentados las cuencas de Guatemala se podrían agrupar, de acuerdo a su disponibilidad de agua, en 3 grandes categorías. Aquellas que presentan un **déficit total anual** y entre 6 a 8 meses con déficit entre las cuales se encuentran la de Atitlán, Cuilco, Coatán, María Linda, Grande de Zacapa, Hondo, Mopán, Motagua, Ostúa-Güija, Paso Hondo y Paz. Se encuentra también un grupo de cuencas con 6 meses de déficit y una **disponibilidad total anual positiva marginal** entre las que se encuentran Acomé, Olopa, Samalá, Temash y Madre Vieja. Por último se ubican las cuencas que, aunque presentan entre 4 a 6 meses de déficit, tienen un **superávit total anual**. Entre estas cuencas sobresalen Cahabón, Ixcán, La Pasión, Sarstún, Usumacinta y Xaclbal con superávit entre los 1,000 y 4,000 millones de metros cúbicos al año. Aún más sobresalen las cuencas del río Salinas con un superávit total anual de 10,024 millones de metros cúbicos y la del Lago de Izabal-Río Dulce con solamente un mes de déficit de disponibilidad (en Marzo) y un total anual de 3,329 millones de metros cúbicos.

Estas estimaciones han permitido distinguir con claridad las regiones o cuencas del país en donde hay escasez hídrica para la satisfacción plena de las demandas. Esta identificación podría también apoyar los procesos de toma de decisiones sobre la urgente necesidad de abordar y ejecutar una planificación hidrológica en el país incorporando acciones que favorezcan el uso integral y sostenido del recurso hídrico. Tal como lo sugiere Colom y Morales-de la Cruz (2011), esta planificación y sus estrategias deberían incluir una visión equitativa entre los ejes ambientales, sociales y económicos.

Recordando al final de este apartado de conclusiones que esta investigación solamente ha considerado las demandas o consumos de agua a nivel de poblaciones y el uso agro-pecuario en cultivos extensivos, pastizales y actividades pecuarias. No se han incluido los consumos de agua para uso industrial, generación de energía eléctrica u otros usos. Tampoco se ha considerado, o descontado, el llamado "caudal ecológico" en ninguna de las estimaciones.

6. RECOMENDACIONES Y TRABAJO A FUTURO.

En la presente investigación no se realizó la estimación de la componente de agua infiltrada dentro del balance hídrico por lo que no se tienen estimaciones sobre recarga y flujos de agua subterránea. Esta variable debiera ser incorporada en futuros estudios ya que constituye, seguramente, una importante fracción de recurso dentro del ciclo hidrológico en el país. Considerando los altos niveles de contaminación de la mayoría de corrientes superficiales en nuestro país es lógico asumir que una buena parte del agua para consumo humano proviene de los acuíferos subterráneos por lo que dicho análisis se torna necesario y urgente.

Dentro de la investigación tampoco se ha realizado ninguna modelación o proyección de posibles reducciones de precipitación y aumento en la evapotranspiración de los cultivos debido a los efectos del cambio climático. Considerando las diversas proyecciones que se han realizado para el país en cuanto a la variación en estos parámetros climáticos (GFDRR, 2011; MARN, 2001), se recomienda la incorporación de estos análisis en futuras estimaciones o durante las consideraciones a formular en la Política Nacional del Agua y documentos relacionados.

Los datos utilizados para la presente investigación permitieron un análisis a la escala nacional presentando resultados a nivel de vertientes y cuencas hidrográficas. Sin embargo, para una mejor estimación de consumos poblacionales, principalmente basado en indicadores sociales y económicos más precisos será necesario un análisis a la escala municipal. Esto permitiría también el uso de los resultados en las Municipalidades para su planificación al desarrollo y regulación del uso del recurso.

Finalmente, un análisis a nivel de cuenca requerirá del uso de información adicional a la escala de cuenca y con parámetros específicos de consumo poblacional y uso del suelo. A nivel de cuenca y de municipio será de mucha utilidad una estimación diferenciada en cuanto a consumo poblacional urbano y rural, de población indígena, de poblaciones pobres y extremadamente pobres, grupos de mujeres y otros. También a nivel de cuenca se podrían considerar posibles usos transcuenca como trasvases para aprovechamiento doméstico (como ya se realiza en las cuencas Xayá y Pixcayá), generación de energía eléctrica, riego agrícola y otros.

7. BIBLIOGRAFÍA.

Castañón, D., sin fecha, El agua en la economía de Guatemala, Escuela de Economía, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de San Carlos de Guatemala, Presentación PDF, 70 p.

[http://www.infoiarna.org.gt/media/file/areas/agua/documentos/pres/\(2\)%20El%20agua%20en%20la%20econom%C3%ADa%20de%20Guatemala.pdf](http://www.infoiarna.org.gt/media/file/areas/agua/documentos/pres/(2)%20El%20agua%20en%20la%20econom%C3%ADa%20de%20Guatemala.pdf) (al 25 de Octubre 2012).

Colom, E. y Morales-de la Cruz, M., (Eds), 2011, Política Nacional del Agua de Guatemala y su Estrategia: propuesta de acuerdo gubernativo 517-2011, Gobierno de Guatemala, GEA, 41 p.

Doorenbos, J.; Kassam, A. 1986. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Estudios FAO serie riego y drenaje 33, Roma, 212 p.

Garavito, F. 1989. Balances hídricos agrícolas. In: I Congreso guatemalteco de agrometeorología. INSIVUMEH – PNUD, Guatemala, 352-360.

GFDRR, 2011, Climate Risk and Adaptation Country Profile, Vulnerability, Risk Reduction and Adaptation to Climate Change, Guatemala, 17. p.

http://sdwebx.worldbank.org/climateportalb/doc/GFDRRCountryProfiles/wb_gfdr climate change country profile for GTM.pdf (al 13 Octubre 2012).

Hargreaves, G. H. 1975. 'Moisture availability and crop production. Trans. ASAE, 18(5): 980-984.

Hargreaves, G. H. 1977. 'World water for agriculture. Agency for international development, 177 p.

Hargreaves, G. H.; Allen R. G. 2003. History and Evaluation of Hargreaves Evapotranspiration Equation. Journal of Irrigation and Drainage Engineering 129 (1): 53-63.

IARNA-URL y ASORECH (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar y Asociación Regional Campesina Ch'orti'), 2011, Balance hídrico 2010 de la región ch'orti' Guatemala, Documento Técnico, 65 p.

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2001, Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, República de Guatemala, Centro América, 124 p.

Morales de la Cruz, M.; Fráncés, F. 2007. Water Resources Estimation of the Biosphere Reserve "Sierra de las Minas" in Guatemala, by Using a Distributed Hydrological Model and Considering Lack of Data. In American Geophysical Union Fall Meeting, San Francisco, CA, USA. H21A-0183-AGU-2566.

Rivas, R.E. 2004. Propuesta de un modelo operativo para la estimación de la evapotranspiración. Tesis doctoral Facultad de Física / Universidad de Valencia. 140 p.

Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, SEGEPLAN, 2006, Estrategia para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de Guatemala, Diagnóstico, 104 p.
http://www.marn.gob.gt/sub/portal_samya/docs/sdag.pdf (al 25 de Octubre 2012).

Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET) – Servicio Hidrológico Nacional, 2005, Balance Hídrico Integrado y Dinámico en El Salvador, 109 p.

Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo, 2010, A nivel macro y micro del corredor seco y definición de las líneas estratégicas de acción del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Mapa de Amenaza por Sequías.

Para información adicional contactar a:
Ing. Edy Manolo Barillas, M.Sc.
(502) 5744-1026
embarillas@gmail.com

Geociencias, Riesgo y Recursos Naturales S.A.
Guatemala, Centro América
www.geociencias.com.gt



Anexo 1. Tablas y gráficos de las demandas de agua para consumo humano para diferentes índices, vertientes y cuencas hidrográficas. Fuente de todas: elaboración propia con base en Índices IPCC y OMS y datos de población nacional del censo 2002.

Montos mensuales de demanda de agua para consumo humano [Hm^3] por debajo de los cuales se considera la existencia de estrés hídrico (Índice IPCC de estrés hídrico 2,740 L / día / persona) estimados a nivel de las vertientes hidrográficas de Guatemala.

	Demanda de consumo de agua humano (índice IPCC)												
Vertiente	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Octubre	Nov	Dic	Anual
Caribe	320.00	289.03	320.00	309.68	320.00	309.68	320.00	320.00	309.68	320.00	309.68	320.00	3,767.76
Golfo México	202.38	182.79	202.38	195.85	202.38	195.85	202.38	202.38	195.85	202.38	195.85	202.38	2,382.82
Pacífico	432.01	390.21	432.01	418.08	432.01	418.08	432.01	432.01	418.08	432.01	418.08	432.01	5,086.62

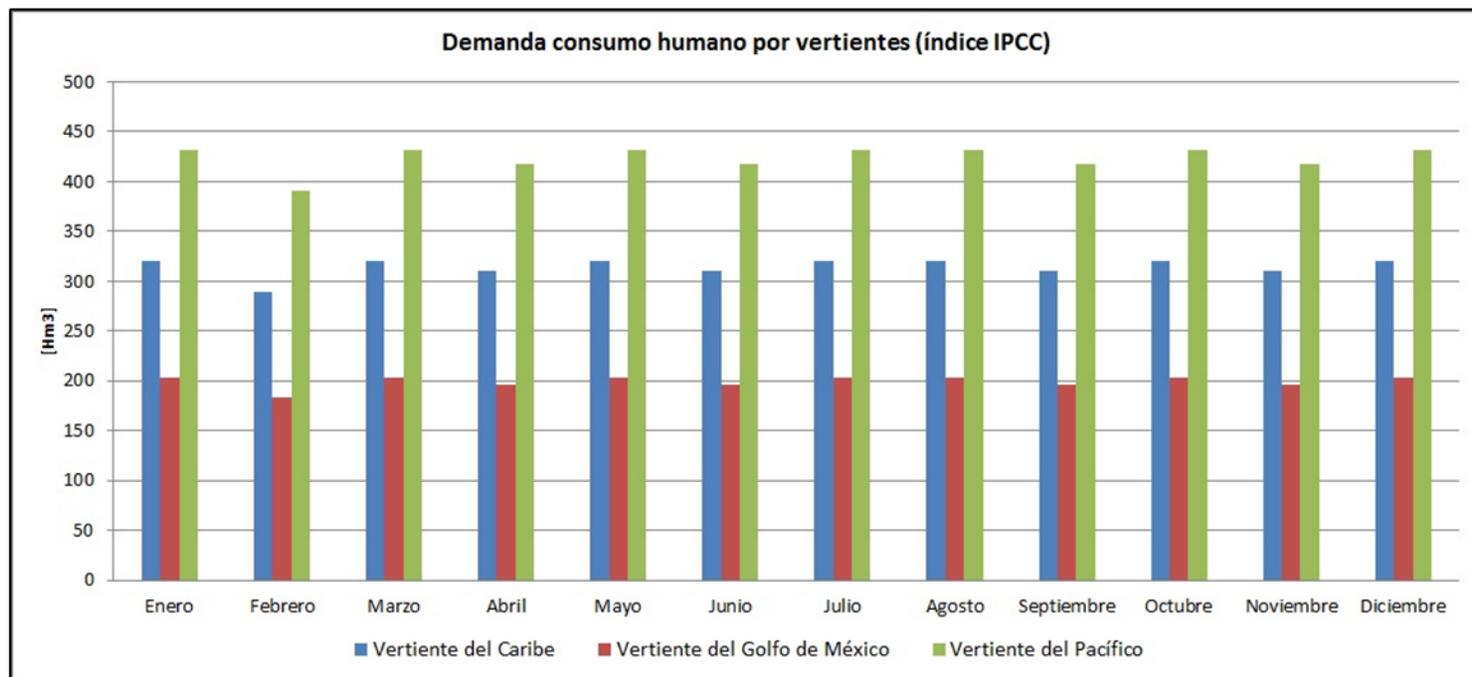
Montos mensuales de demanda de agua para consumo humano [Hm^3] para cubrir necesidades básicas y que no surjan amenazas de salud (Índice OMS 100 L / día / persona) estimados a nivel de las vertientes hidrográficas de Guatemala.

	Demanda de consumo de agua humano (índice OMS mínimo)												
Vertiente	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Octubre	Nov	Dic	Anual
Caribe	11.68	10.55	11.68	11.30	11.68	11.30	11.68	11.68	11.30	11.68	11.30	11.68	137.52
Golfo México	7.39	6.67	7.39	7.15	7.39	7.15	7.39	7.39	7.15	7.39	7.15	7.39	86.97
Pacífico	15.77	14.24	15.77	15.26	15.77	15.26	15.77	15.77	15.26	15.77	15.26	15.77	185.66

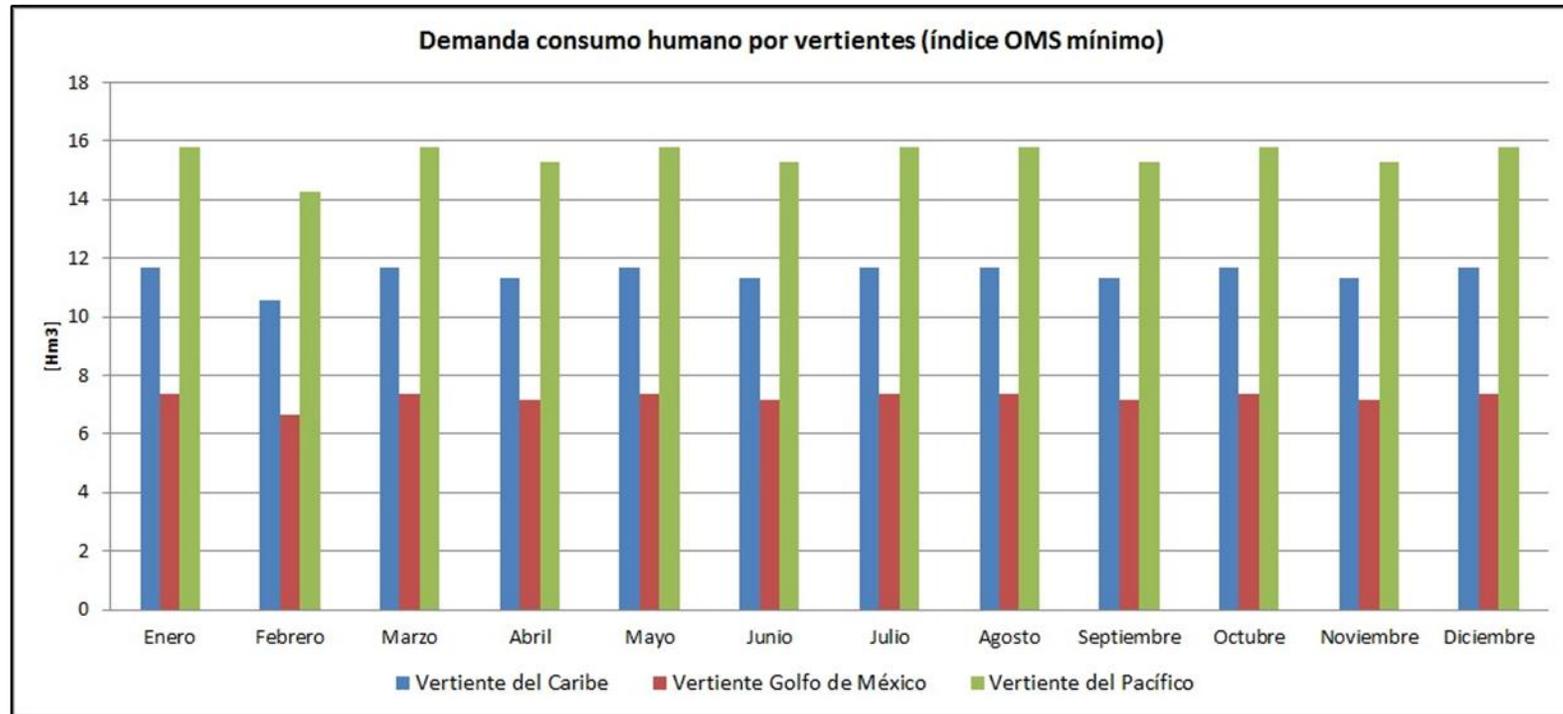
Montos mensuales de demanda de agua para consumo humano [Hm³] para cubrir necesidades básicas y que no surjan amenazas de salud (Índice OMS 50 L / día / persona) estimados a nivel de las vertientes hidrográficas de Guatemala.

Vertiente	Demanda de consumo de agua humano (índice OMS extremo)												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Octubre	Nov	Dic	Anual
Caribe	5.84	5.27	5.84	5.65	5.84	5.65	5.84	5.84	5.65	5.84	5.65	5.84	68.76
Golfo México	3.69	3.34	3.69	3.57	3.69	3.57	3.69	3.69	3.57	3.69	3.57	3.69	43.49
Pacífico	7.88	7.12	7.88	7.63	7.88	7.63	7.88	7.88	7.63	7.88	7.63	7.88	92.83

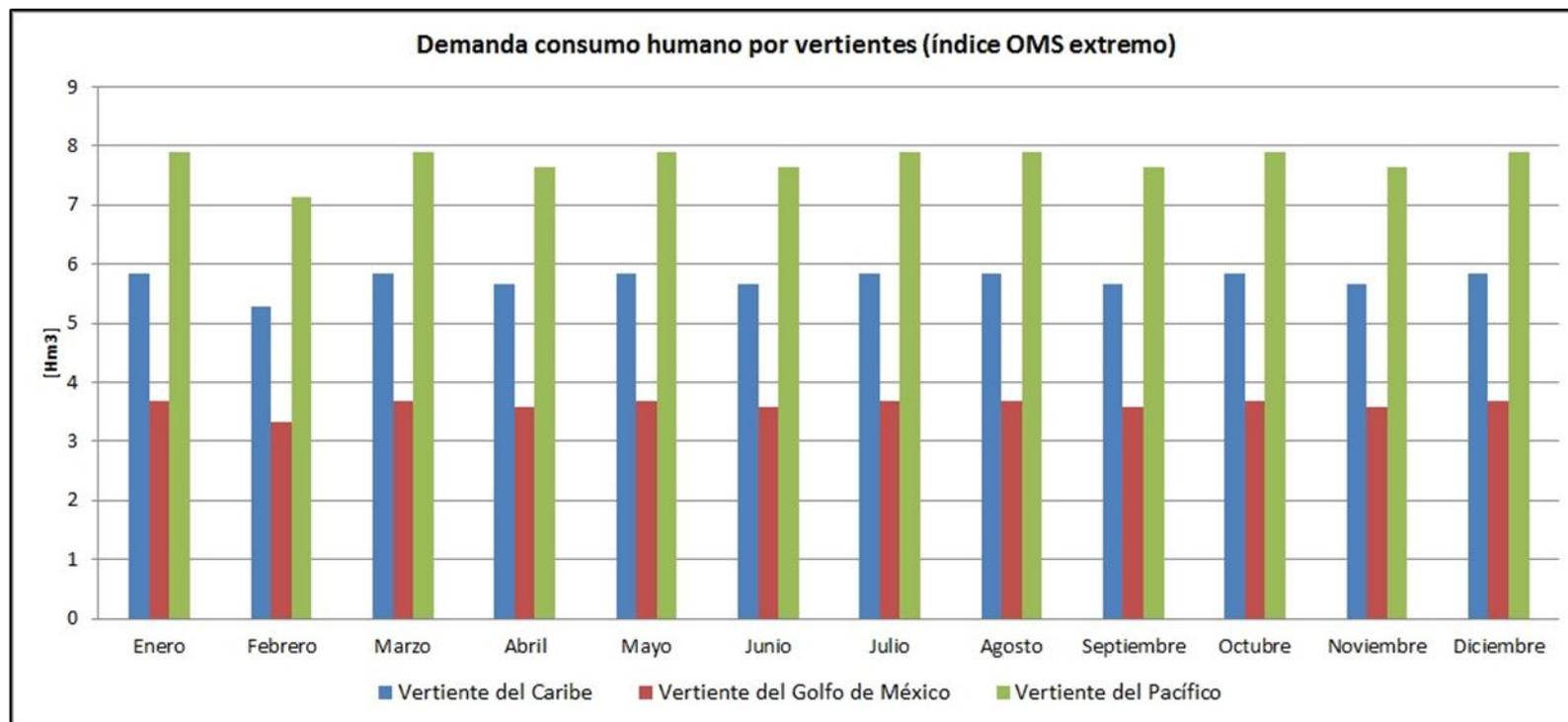
Distribución mensual de la demanda de agua para consumo humano [Hm³] por debajo de los cuales se considera la existencia de estrés hídrico (Índice IPCC de estrés hídrico 2,740 L / día / persona) a nivel de vertientes hidrográficas de Guatemala.



Distribución mensual de la demanda de agua para consumo humano [Hm³] para cubrir necesidades básicas y que no surjan amenazas de salud (Índice OMS 100 L / día / persona) a nivel de vertientes hidrográficas de Guatemala.



Distribución mensual de la demanda de agua para consumo humano [Hm³] para cubrir necesidades básicas y que no surjan amenazas de salud (Índice OMS 50 L / día / persona) a nivel de vertientes hidrográficas de Guatemala.



Montos mensuales de demanda de agua para consumo humano [Hm³] por debajo de los cuales se considera la existencia de estrés hídrico (Índice IPCC de estrés hídrico 2,740 L / día / persona) estimados a nivel de las cuencas hidrográficas de Guatemala.

CUENCA / Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	ANUAL
Lago de Atitlán	15.02	13.57	15.02	14.54	15.02	14.54	15.02	15.02	14.54	15.02	14.54	15.02	176.87
Lago Izabal-Río Dulce	6.57	5.94	6.57	6.36	6.57	6.36	6.57	6.57	6.36	6.57	6.36	6.57	77.40
Pojóm	2.22	2.01	2.22	2.15	2.22	2.15	2.22	2.22	2.15	2.22	2.15	2.22	26.19
Río Achiguate	28.23	25.50	28.23	27.32	28.23	27.32	28.23	28.23	27.32	28.23	27.32	28.23	332.37
Río Acomé	4.54	4.10	4.54	4.40	4.54	4.40	4.54	4.54	4.40	4.54	4.40	4.54	53.51
Río Cahabón	28.64	25.87	28.64	27.72	28.64	27.72	28.64	28.64	27.72	28.64	27.72	28.64	337.20
Río Coatán	4.81	4.34	4.81	4.65	4.81	4.65	4.81	4.81	4.65	4.81	4.65	4.81	56.58
Río Coyolate	20.65	18.65	20.65	19.99	20.65	19.99	20.65	20.65	19.99	20.65	19.99	20.65	243.17
Río Cuilco	30.46	27.51	30.46	29.48	30.46	29.48	30.46	30.46	29.48	30.46	29.48	30.46	358.63
Río Grande de Zacapa	28.94	26.14	28.94	28.00	28.94	28.00	28.94	28.94	28.00	28.94	28.00	28.94	340.73
Río Hondo	0.06	0.05	0.06	0.05	0.06	0.05	0.06	0.06	0.05	0.06	0.05	0.06	0.67
Río Ixcán	14.40	13.01	14.40	13.94	14.40	13.94	14.40	14.40	13.94	14.40	13.94	14.40	169.60
Río La Pasión	24.21	21.86	24.21	23.43	24.21	23.43	24.21	24.21	23.43	24.21	23.43	24.21	285.01
Río Los Esclavos	23.66	21.37	23.66	22.90	23.66	22.90	23.66	23.66	22.90	23.66	22.90	23.66	278.56
Río Madre Vieja	9.31	8.41	9.31	9.01	9.31	9.01	9.31	9.31	9.01	9.31	9.01	9.31	109.67
Río María Linda	109.63	99.02	109.63	106.09	109.63	106.09	109.63	109.63	106.09	109.63	106.09	109.63	1,290.78
Río Moho	0.83	0.75	0.83	0.81	0.83	0.81	0.83	0.83	0.81	0.83	0.81	0.83	9.82
Río Mopán Belice	4.06	3.67	4.06	3.93	4.06	3.93	4.06	4.06	3.93	4.06	3.93	4.06	47.82
Río Motagua	231.09	208.73	231.09	223.64	231.09	223.64	231.09	231.09	223.64	231.09	223.64	231.09	2,720.91
Río Nahualate	26.37	23.82	26.37	25.52	26.37	25.52	26.37	26.37	25.52	26.37	25.52	26.37	310.50
Río Naranjo	26.84	24.24	26.84	25.97	26.84	25.97	26.84	26.84	25.97	26.84	25.97	26.84	316.02
Río Nentón	11.98	10.82	11.98	11.59	11.98	11.59	11.98	11.98	11.59	11.98	11.59	11.98	141.02
Río Ocosito	29.32	26.48	29.32	28.37	29.32	28.37	29.32	29.32	28.37	29.32	28.37	29.32	345.19
Río Olopa	2.98	2.69	2.98	2.89	2.98	2.89	2.98	2.98	2.89	2.98	2.89	2.98	35.11
Río Ostúa Güija	20.49	18.51	20.49	19.83	20.49	19.83	20.49	20.49	19.83	20.49	19.83	20.49	241.23
Río Paso Hondo	4.38	3.95	4.38	4.24	4.38	4.24	4.38	4.38	4.24	4.38	4.24	4.38	51.55
Río Paz	15.64	14.12	15.64	15.13	15.64	15.13	15.64	15.64	15.13	15.64	15.13	15.64	184.12
Río Polochic	16.55	14.95	16.55	16.02	16.55	16.02	16.55	16.55	16.02	16.55	16.02	16.55	194.90
Río Salinas	71.66	64.72	71.66	69.35	71.66	69.35	71.66	71.66	69.35	71.66	69.35	71.66	843.72
Río Samalá	51.24	46.28	51.24	49.58	51.24	49.58	51.24	51.24	49.58	51.24	49.58	51.24	603.27
Río San Pedro	9.87	8.92	9.87	9.55	9.87	9.55	9.87	9.87	9.55	9.87	9.55	9.87	116.23
Río Sarstún	3.16	2.86	3.16	3.06	3.16	3.06	3.16	3.16	3.06	3.16	3.06	3.16	37.23
Río Selegua	29.69	26.82	29.69	28.73	29.69	28.73	29.69	29.69	28.73	29.69	28.73	29.69	349.56
Río Sis-Icán	18.78	16.96	18.78	18.17	18.78	18.17	18.78	18.78	18.17	18.78	18.17	18.78	221.11
Río Suchiate	20.13	18.18	20.13	19.48	20.13	19.48	20.13	20.13	19.48	20.13	19.48	20.13	237.01
Río Temash	0.09	0.08	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	1.09
Río Usumacinta	1.18	1.07	1.18	1.15	1.18	1.15	1.18	1.18	1.15	1.18	1.15	1.18	13.95
Xaclbal	6.70	6.05	6.70	6.49	6.70	6.49	6.70	6.70	6.49	6.70	6.49	6.70	78.92

Montos mensuales de demanda de agua para consumo humano [Hm³] para cubrir necesidades básicas y que no surjan amenazas de salud (Índice OMS 100 L / día / persona) estimados a nivel de las cuencas hidrográficas de Guatemala.

CUENCA / Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	ANUAL
Lago de Atitlán	0.55	0.50	0.55	0.53	0.55	0.53	0.55	0.55	0.53	0.55	0.53	0.55	6.46
Lago Izabal-Río Dulce	0.24	0.22	0.24	0.23	0.24	0.23	0.24	0.24	0.23	0.24	0.23	0.24	2.83
Pojóm	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.96
Río Achiguate	1.03	0.93	1.03	1.00	1.03	1.00	1.03	1.03	1.00	1.03	1.00	1.03	12.13
Río Acomé	0.17	0.15	0.17	0.16	0.17	0.16	0.17	0.17	0.16	0.17	0.16	0.17	1.95
Río Cahabón	1.05	0.94	1.05	1.01	1.05	1.01	1.05	1.05	1.01	1.05	1.01	1.05	12.31
Río Coatán	0.18	0.16	0.18	0.17	0.18	0.17	0.18	0.18	0.17	0.18	0.17	0.18	2.07
Río Coyolate	0.75	0.68	0.75	0.73	0.75	0.73	0.75	0.75	0.73	0.75	0.73	0.75	8.88
Río Cuilco	1.11	1.00	1.11	1.08	1.11	1.08	1.11	1.11	1.08	1.11	1.08	1.11	13.09
Río Grande de Zacapa	1.06	0.95	1.06	1.02	1.06	1.02	1.06	1.06	1.02	1.06	1.02	1.06	12.44
Río Hondo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
Río Ixcán	0.53	0.47	0.53	0.51	0.53	0.51	0.53	0.53	0.51	0.53	0.51	0.53	6.19
Río La Pasión	0.88	0.80	0.88	0.86	0.88	0.86	0.88	0.88	0.86	0.88	0.86	0.88	10.40
Río Los Esclavos	0.86	0.78	0.86	0.84	0.86	0.84	0.86	0.86	0.84	0.86	0.84	0.86	10.17
Río Madre Vieja	0.34	0.31	0.34	0.33	0.34	0.33	0.34	0.34	0.33	0.34	0.33	0.34	4.00
Río María Linda	4.00	3.61	4.00	3.87	4.00	3.87	4.00	4.00	3.87	4.00	3.87	4.00	47.11
Río Moho	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.36
Río Mopán Belice	0.15	0.13	0.15	0.14	0.15	0.14	0.15	0.15	0.14	0.15	0.14	0.15	1.75
Río Motagua	8.43	7.62	8.43	8.16	8.43	8.16	8.43	8.43	8.16	8.43	8.16	8.43	99.31
Río Nahualate	0.96	0.87	0.96	0.93	0.96	0.93	0.96	0.96	0.93	0.96	0.93	0.96	11.33
Río Naranjo	0.98	0.88	0.98	0.95	0.98	0.95	0.98	0.98	0.95	0.98	0.95	0.98	11.53
Río Nentón	0.44	0.39	0.44	0.42	0.44	0.42	0.44	0.44	0.42	0.44	0.42	0.44	5.15
Río Ocosito	1.07	0.97	1.07	1.04	1.07	1.04	1.07	1.07	1.04	1.07	1.04	1.07	12.60
Río Olopa	0.11	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	1.28
Río Ostúa Güija	0.75	0.68	0.75	0.72	0.75	0.72	0.75	0.75	0.72	0.75	0.72	0.75	8.80
Río Paso Hondo	0.16	0.14	0.16	0.15	0.16	0.15	0.16	0.16	0.15	0.16	0.15	0.16	1.88
Río Paz	0.57	0.52	0.57	0.55	0.57	0.55	0.57	0.57	0.55	0.57	0.55	0.57	6.72
Río Polochic	0.60	0.55	0.60	0.58	0.60	0.58	0.60	0.60	0.58	0.60	0.58	0.60	7.11
Río Salinas	2.62	2.36	2.62	2.53	2.62	2.53	2.62	2.62	2.53	2.62	2.53	2.62	30.80
Río Samalá	1.87	1.69	1.87	1.81	1.87	1.81	1.87	1.87	1.81	1.87	1.81	1.87	22.02
Río San Pedro	0.36	0.33	0.36	0.35	0.36	0.35	0.36	0.36	0.35	0.36	0.35	0.36	4.24
Río Sarstún	0.12	0.10	0.12	0.11	0.12	0.11	0.12	0.12	0.11	0.12	0.11	0.12	1.36
Río Selegua	1.08	0.98	1.08	1.05	1.08	1.05	1.08	1.08	1.05	1.08	1.05	1.08	12.76
Río Sis-Icán	0.69	0.62	0.69	0.66	0.69	0.66	0.69	0.69	0.66	0.69	0.66	0.69	8.07
Río Suchiate	0.73	0.66	0.73	0.71	0.73	0.71	0.73	0.73	0.71	0.73	0.71	0.73	8.65
Río Temash	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
Río Usumacinta	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.51
Xaclbal	0.24	0.22	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	2.88

Montos mensuales de demanda de agua para consumo humano [Hm³] para cubrir necesidades básicas y que no surjan amenazas de salud (Índice OMS 50 L / día / persona) estimados a nivel de las cuencas hidrográficas de Guatemala.

CUENCA / Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	ANUAL
Lago de Atitlán	0.27	0.25	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	3.23
Lago Izabal-Río Dulce	0.12	0.11	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	1.41
Pojóm	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.48
Río Achiguate	0.52	0.47	0.52	0.50	0.52	0.50	0.52	0.52	0.50	0.52	0.50	0.52	6.07
Río Acomé	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.98
Río Cahabón	0.52	0.47	0.52	0.51	0.52	0.51	0.52	0.52	0.51	0.52	0.51	0.52	6.15
Río Coatán	0.09	0.08	0.09	0.08	0.09	0.08	0.09	0.09	0.08	0.09	0.08	0.09	1.03
Río Coyolate	0.38	0.34	0.38	0.36	0.38	0.36	0.38	0.38	0.36	0.38	0.36	0.38	4.44
Río Cuilco	0.56	0.50	0.56	0.54	0.56	0.54	0.56	0.56	0.54	0.56	0.54	0.56	6.55
Río Grande de Zacapa	0.53	0.48	0.53	0.51	0.53	0.51	0.53	0.53	0.51	0.53	0.51	0.53	6.22
Río Hondo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Río Ixcán	0.26	0.24	0.26	0.25	0.26	0.25	0.26	0.26	0.25	0.26	0.25	0.26	3.10
Río La Pasión	0.44	0.40	0.44	0.43	0.44	0.43	0.44	0.44	0.43	0.44	0.43	0.44	5.20
Río Los Esclavos	0.43	0.39	0.43	0.42	0.43	0.42	0.43	0.43	0.42	0.43	0.42	0.43	5.08
Río Madre Vieja	0.17	0.15	0.17	0.16	0.17	0.16	0.17	0.17	0.16	0.17	0.16	0.17	2.00
Río María Linda	2.00	1.81	2.00	1.94	2.00	1.94	2.00	2.00	1.94	2.00	1.94	2.00	23.56
Río Moho	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.18
Río Mopán Belice	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.87
Río Motagua	4.22	3.81	4.22	4.08	4.22	4.08	4.22	4.22	4.08	4.22	4.08	4.22	49.66
Río Nahualate	0.48	0.43	0.48	0.47	0.48	0.47	0.48	0.48	0.47	0.48	0.47	0.48	5.67
Río Naranjo	0.49	0.44	0.49	0.47	0.49	0.47	0.49	0.49	0.47	0.49	0.47	0.49	5.77
Río Nentón	0.22	0.20	0.22	0.21	0.22	0.21	0.22	0.22	0.21	0.22	0.21	0.22	2.57
Río Ocosito	0.54	0.48	0.54	0.52	0.54	0.52	0.54	0.54	0.52	0.54	0.52	0.54	6.30
Río Olopa	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.64
Río Ostúa Güija	0.37	0.34	0.37	0.36	0.37	0.36	0.37	0.37	0.36	0.37	0.36	0.37	4.40
Río Paso Hondo	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.94
Río Paz	0.29	0.26	0.29	0.28	0.29	0.28	0.29	0.29	0.28	0.29	0.28	0.29	3.36
Río Polochic	0.30	0.27	0.30	0.29	0.30	0.29	0.30	0.30	0.29	0.30	0.29	0.30	3.56
Río Salinas	1.31	1.18	1.31	1.27	1.31	1.27	1.31	1.31	1.27	1.31	1.27	1.31	15.40
Río Samalá	0.94	0.84	0.94	0.90	0.94	0.90	0.94	0.94	0.90	0.94	0.90	0.94	11.01
Río San Pedro	0.18	0.16	0.18	0.17	0.18	0.17	0.18	0.18	0.17	0.18	0.17	0.18	2.12
Río Sarstún	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.68
Río Selegua	0.54	0.49	0.54	0.52	0.54	0.52	0.54	0.54	0.52	0.54	0.52	0.54	6.38
Río Sis-Icán	0.34	0.31	0.34	0.33	0.34	0.33	0.34	0.34	0.33	0.34	0.33	0.34	4.04
Río Suchiate	0.37	0.33	0.37	0.36	0.37	0.36	0.37	0.37	0.36	0.37	0.36	0.37	4.33
Río Temash	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
Río Usumacinta	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.25
Xaclbal	0.12	0.11	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	1.44