



39

Coediciones

Balance hídrico 2010 de la región Ch'orti' en Guatemala

Documento para decisores

Guatemala, septiembre de 2011

iarna

Instituto de Agricultura, Recursos naturales y Ambiente
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

AUTORIDADES INSTITUCIONALES

Universidad Rafael Landívar

Rector

Rolando Alvarado, S.J.

Vicerrectora académica

Lucrecia Méndez de Penedo

Vicerrector de investigación y proyección

Carlos Cabarrús, S.J.

Vicerrector de integración universitaria

Eduardo Valdés, S.J.

Vicerrector administrativo

Ariel Rivera

Secretaría general

Fabiola de Lorenzana

Director larva

Juventino Gálvez

Asociación Regional Campesina Ch'orti'

Presidenta

Marta Alicia Martínez Ramos

Coordinador general

Marlon Enamorado

Con el apoyo de:



Reino de los Países Bajos

Guatemala, septiembre de 2011

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' en Guatemala. Documento para decisores.* Guatemala: Autor.

Serie Coediciones 39

iii+32 p.

Descriptores: recursos hídricos, agua, ambiente, ch'orti', gestión integrada de recursos naturales

Créditos de la publicación

Preparación del documento

Carlos Cobos

Conducción

Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar

Juventino Gálvez

Héctor Tuy

Asociación Regional Campesina Ch'orti'

David Horacio Estrada Jerez

Tabla de contenido

1.	Antecedentes.....	1
2.	¿Por qué un Balance Hídrico?	3
3.	Balance de la zona Chortí	8
3.1.	Cálculo del Balance.....	8
3.2.	Resultados del Balance Hídrico	8
4.	Indicadores	17
4.1.	Indicadores de Estado y de Presión.....	18
4.2.	Indicadores de Impacto	20
4.3.	Indicadores de Respuesta.....	23
5.	Conclusiones y Recomendaciones.....	25
5.1.	Conclusiones	25
5.2.	Recomendaciones.....	26
6.	Bibliografía.....	27

1. Antecedentes

Asociación Regional Campesina Ch'orti'. –**ASORECH**- fundada en 1999, con el objetivo de impulsar los procesos de desarrollo auto sostenible de sus organizaciones socias en la región Oriental de Guatemala; gestionando y movilizandoo recursos que contribuyan al fortalecimiento de sus capacidades financieras, sociales e institucionales y por ende contribuyendo con esto al desarrollo de la región.

Actualmente ASORECH está realizando un proyecto de gobernabilidad del agua, financiado por la cooperación del Reino de los Países Bajos. Dentro de dicho proyecto, uno de los principales componentes es un sistema de información del estado de los recursos hídricos, con indicadores y una línea base que permita identificar los avances que se tengan con el proyecto.

El proyecto, como su nombre lo indica, promueve la gobernabilidad del agua para lo cual se han capacitado comités de agua, se han creado comisiones municipales de agua para el manejo de agua en 7 municipios. Se han desarrollado talleres y foros sobre la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH), así como tres políticas municipales de manejo y uso de los recursos naturales (San Jacinto, Chiquimula y Zacapa). Se ha apoyado la creación de departamentos municipales de agua en cinco municipalidades y se han fortalecido tres más.

Además hay 43 comités de agua que cuentan con un reglamento interno para el manejo del agua, con varios comités capacitados para hacer más eficientes los sistemas y con equipo de fontanería. Dentro de los proyectos de infraestructura realizados hay aljibes para recolección de agua de lluvia, utilizados para agua doméstica o riego, construcción de letrinas, se han rehabilitado o construido al menos 26 proyectos de agua potable, beneficiando a unas dos mil familias, pilas comunales.

Sin embargo, es necesario implementar la línea base y tener una propuesta de manejo global de la región a futuro. Por eso el presente balance hídrico de la región Ch'orti', fue elaborado para establecer esa línea base del estado de los recursos hídricos en esta región, que sirva para desarrollar un plan de gestión integrada para la misma.

Los datos utilizados fueron obtenidos de diferentes instituciones de la zona, con la coordinación de ASORECH. En este proceso no se generó información, solo se utilizó la existente. A pesar del esfuerzo para recolectar la información, se pudo determinar que hay grandes vacíos y buena parte de los datos están desactualizados.

Para fines del balance los datos fueron estandarizados para poder analizar la información y se utilizó una modificación de la metodología de balance hídrico dinámico, propuesto por el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET, 2005) de El Salvador.

Los resultados del balance permiten detectar deficiencias y problemas en la gestión del agua, permitiendo identificar los ejes para un plan de gestión a corto, mediano y largo plazo.

Finalmente los indicadores y la línea base utilizada son similares a los del Perfil Ambiental de Guatemala (IARNA, 2005) pero adaptados al interés del proyecto de gobernabilidad.

2. ¿Por qué un balance hídrico?

Un balance hídrico permite determinar cuál es el volumen de almacenamiento que se tiene en una zona determinada, en otras palabras cuál es la disponibilidad de agua para los diferentes usos y dónde la encontramos. Podemos resumir el balance hídrico como la diferencia entre la oferta de agua y la demanda de agua.

$$\text{Volumen almacenado} = \text{Agua que entra} - \text{Agua que sale}$$

Para poder hacer un balance adecuadamente debemos hacerlo a nivel de cuenca, pues es necesario conocer cuánta agua sale del sistema (el caudal de salida de un río). De otra mane es muy difícil lograr determinar el balance.

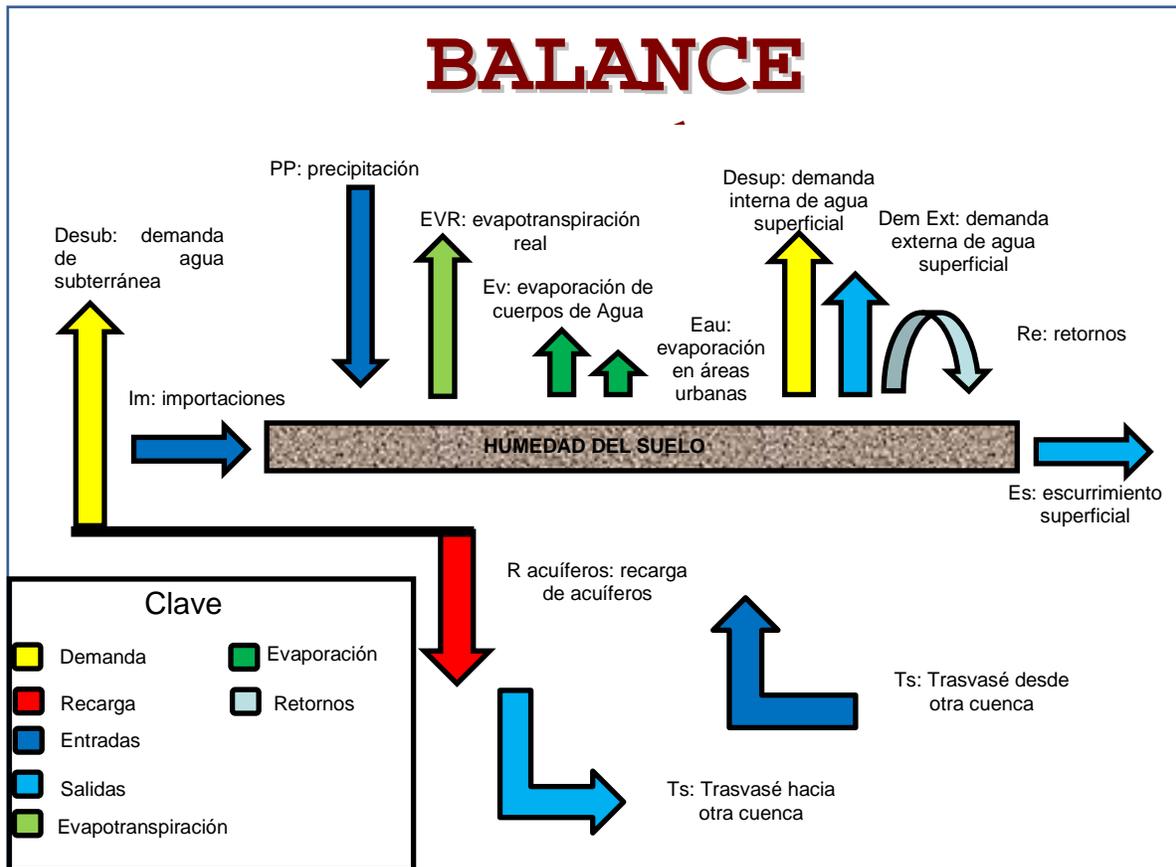
Al conocer cuánta agua hay disponible, permite hacer una planificación adecuada. Tradicionalmente los balances hídricos se realizaban en forma anual, lo cual si bien requiere una información menos detallada, tiende a promediar los valores, por lo que las épocas de exceso y escasez en muchos casos, no se identifican. Por muchos años al hacer el balance hídrico del país en su conjunto en forma anual, no se detectaban las carencias del recurso hídrico en determinadas zonas del país en ciertas épocas del año.

Es por ello que el balance debe realizarse en forma mensual, para poder planificar mejor el recurso y aprovecharlo tanto para fines productivos, como para consumo humano.

La oferta se define como aquella agua que naturalmente está disponible y la demanda, por el agua que es requerida por los diferentes usuarios del agua. La Figura 1 muestra en forma general el esquema del balance hídrico utilizado.

En este caso se decidió hacer el balance para el año 2010, 2015 y 2025. Sin embargo, la oferta de agua se calculó en base a un promedio interanual, pues no existiendo un balance mensual previo y considerando que se quiere proyectar al futuro, el comportamiento a largo plazo para fines de planificación, es mejor haciendo los promedios mensuales de un período de tiempo largo. Se decidió tomar el año 2010, por dos razones. La primera, es que la información del año hidrológico 2010 – 2011 aún no esta disponible, pues el año se cierra en abril. La segunda, que algunas estaciones meteorológicas tienen datos de lluvias de hasta cuatro décadas, por lo que previo a decidir la información a utilizar, se hizo un análisis de las décadas, para determinar si era necesario usar la información de todo el registro o solo de la última década (2000-2010). Al final al encontrar que algunos de los valores extremos (poca o excesiva lluvia) no se encontraban precisamente en la última década se optó por utilizar el promedio mensual de todo el registro para todas las estaciones.

Figura 1
Esquema del balance hídrico

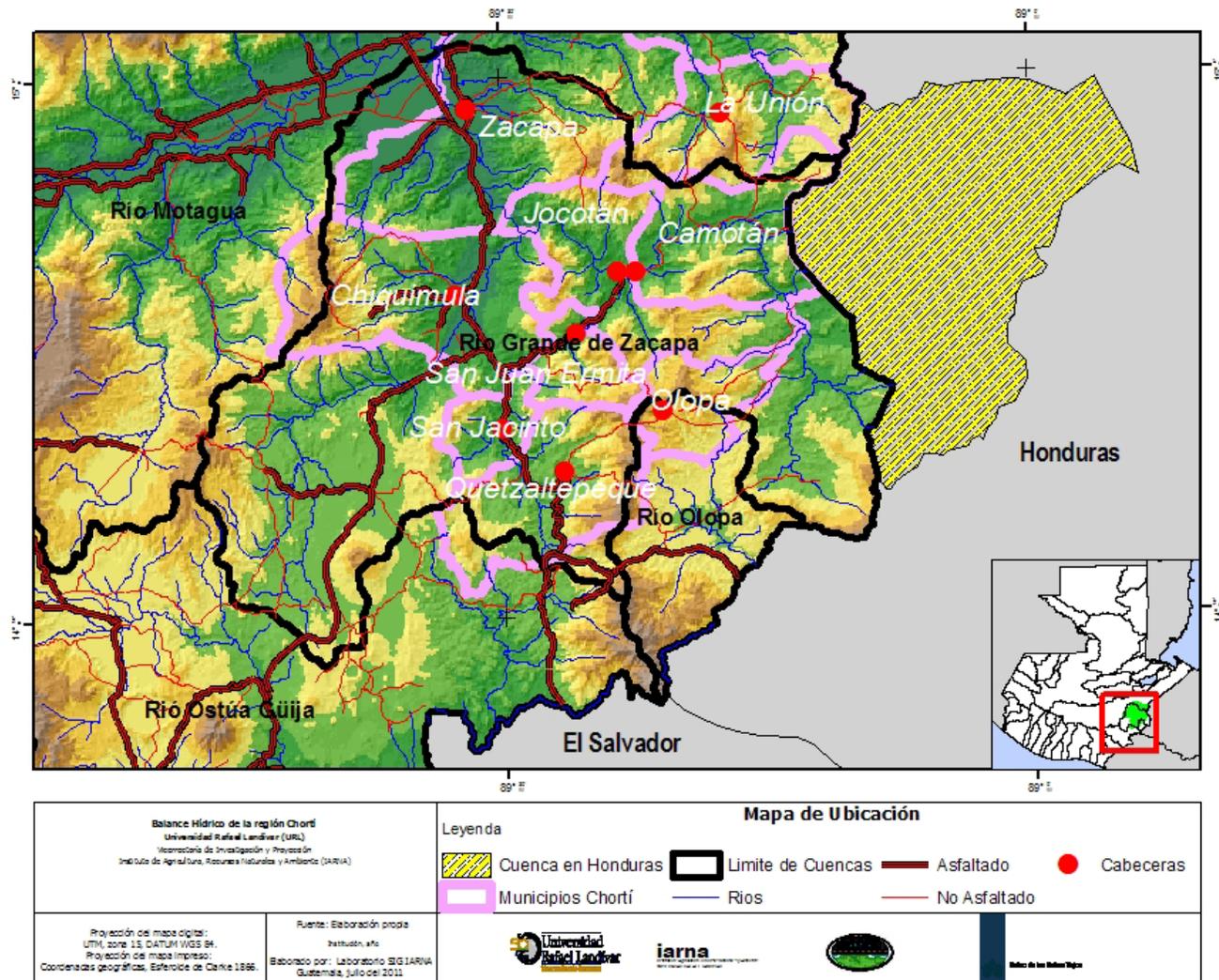


Fuente: Balance Hídrico Dinámico e Integrado de El Salvador.

La demanda sin embargo, si se calculó específicamente para los años 2010, 2015 y 2025. Proyectando con las tasas de crecimiento de población y con las tasas de crecimiento detectadas de las áreas regadas para la última década, se proyectaron los consumos de agua doméstica y de riego, para esos períodos.

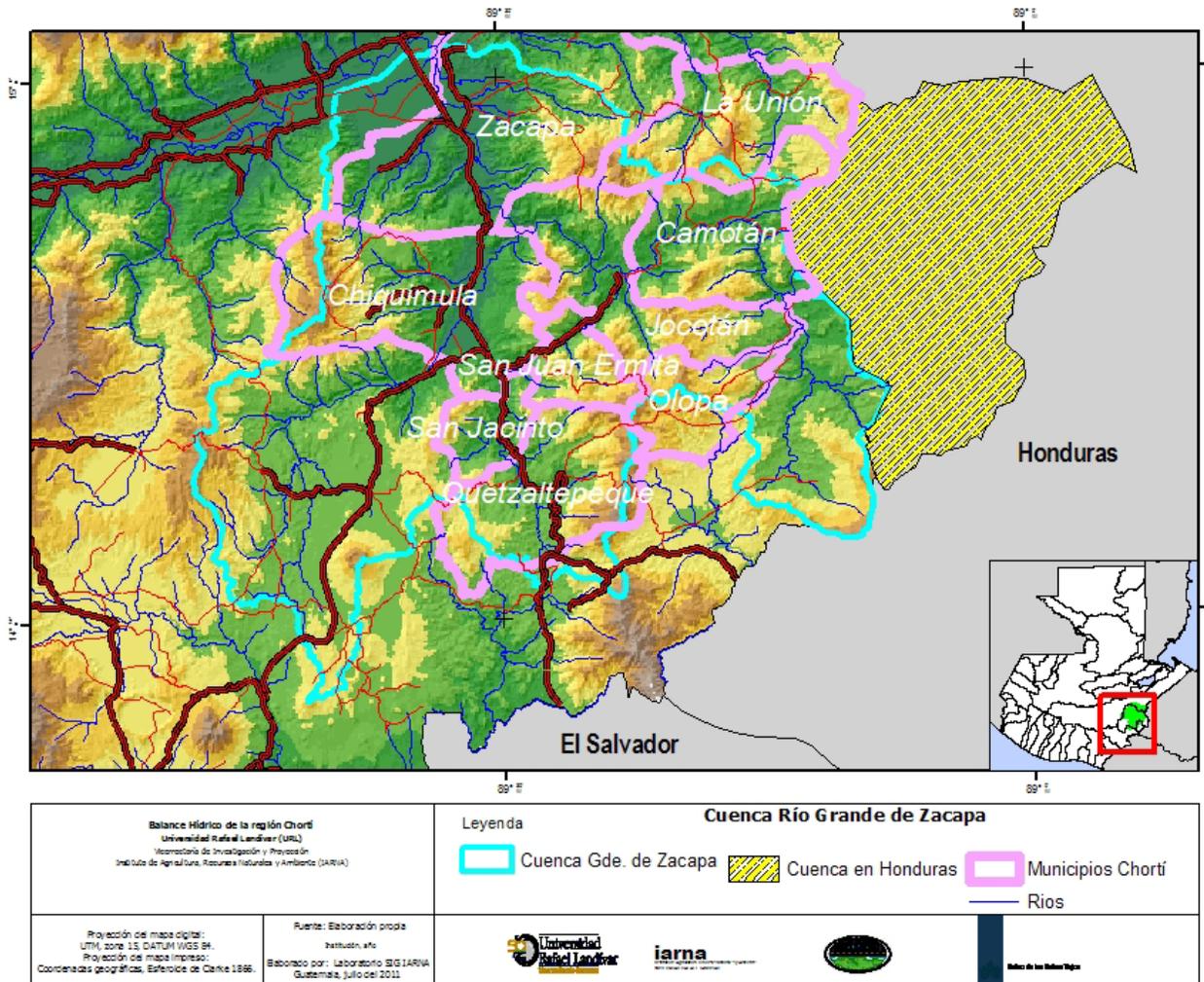
La zona de estudio se encuentra en el Noreste del país dentro de la cuenca del río Grande de Zacapa, que drena al río Motagua y finalmente al océano Atlántico (Figura 2). El área Chortí abarca los municipios de Chiquimula, Camotán, Jocotán, Olopa, San Jacinto, San Juan Ermita y Quetzaltepeque del departamento de Chiquimula, así como La Unión y Zacapa del departamento de Zacapa. Cuando se sobrepone la cuenca del río Grande de Zacapa, se puede observar que prácticamente toda la zona de estudio se encuentra dentro de esta cuenca, con algunas pequeñas áreas de los municipios que se encuentran fuera del área (Figura 3). Es por ello que se usó la cuenca del río Grande de Zacapa, como base de este estudio para el balance. Es importante hacer notar que esta cuenca es una de las pocas de Guatemala, cuya cabecera está fuera del territorio nacional, en Honduras con un área de 806 km². La cuenca hasta la desembocadura en el río Motagua, tiene un área de 2.475 km² para un total de 3,281 km².

Figura 2
Zona de estudio



Fuente: elaboración propia.

Figura 3
Área municipal y área de la cuenca del río Grande de Zacapa



Fuente: elaboración propia.

Los municipios del área Chortí, que tienen extensión territorial fuera de esta cuenca, son Olopa, La Unión, Zacapa, Chiquimula, Camotán y Quetzaltepeque (Cuadro 1). Quetzaltepeque no tiene poblaciones importantes fuera de la cuenca y Camotán y Chiquimula, tienen áreas relativamente pequeñas fuera de la cuenca. El balance se hará en la cuenca del río Grande para poder cuadrar los resultados y luego se calculan los balances por municipios. El balance para las zonas que no están dentro de la cuenca del Grande de Zacapa se dificulta, porque son áreas relativamente pequeñas con respecto al total de las otras cuencas a las que pertenecen.

Cuadro 1

Área de municipios Chortí y % dentro del río Grande de Zacapa

Código	Municipio	Área total municipio en km ² *	Área municipio en Cuenca Río Grande en km ²	% Área en Cuenca río Grande	Área fuera de la cuenca en km ²	% Área municipio fuera de la Cuenca del río Grande	Otra cuenca donde se ubica
2005	Camotán	232	197	85%	35	15%	Motagua
2001	Chiquimula	353	310	88%	43	12%	Motagua
2004	Jocotán	252	252	100%	0	0%	
2006	Olopa	112	58	52%	54	48%	Olopa
2009	Quetzaltepeque	245	196	80%	49	20%	Ostua
2010	San Jacinto	71	71	100%	0	0%	
2003	San Juan Ermita	81	81	100%	0	0%	
1909	La Unión	215	29	13%	186	87%	Motagua
1901	Zacapa	517	351	68%	166	32%	Motagua

* El área es la que calcula el GIS en base a los límites municipales.

Fuente: elaboración propia.

3. Balance de la zona Chortí

3.1. Cálculo del balance

Para iniciar los cálculos se empieza con el mes de octubre, ya que de esta manera se asegura que la humedad del suelo está saturada y se obtienen los valores para cada mes. De la misma manera se generan los valores de cada mes para los usos del agua.

Para terminar el cálculo es necesario convertir los caudales de entrada y salida de la cuenca a mm y calcular si hay almacenamiento subterráneo, o si por el contrario, el agua subterránea alimenta los caudales de la zona.

El estudio hidrogeológico (Duarte 2009) muestra los acuíferos y las direcciones de flujo, pero no indica el potencial de almacenamiento ni las zonas de recarga, pues la zona denominada de rocas no acuíferas no permite estimar los volúmenes finales.

3.2. Resultados del balance hídrico

Los resultados del balance hídrico para la cuenca del río Grande de Zacapa se resumen en el Cuadro 2. Este cuadro muestra el balance para el año 2010, asumiendo una cobertura doméstica ideal, es decir que toda la población tiene cobertura. También se muestra la demanda para el año 2010 real, es decir, tomando en cuenta la cobertura que se encontró que existe, la demanda para el 2010, ideal o requerida. El Cuadro 3 muestra el balance para la demanda del año 2015 y 2025.

Para la proyección de las demandas en el caso del agua doméstica, se proyectó la población de acuerdo a las tasas de crecimiento de los municipios y en base a la población, se calculó la demanda requerida, asumiendo una cobertura y continuidad del 100%. Para el riego, la demanda se intentó proyectar en base al crecimiento detectado del año 2000 al 2010, sin embargo, la nueva información parece mostrar una reducción en el área de riego del 4%. Esto puede deberse a varias causas, una sobreestimación en los datos del año 2000 o que las nuevas áreas no hayan sido correctamente registradas. Estos datos requieren una revisión con visitas de campo. En cualquier caso, hay un crecimiento en ciertos municipios, por lo que se estimó la tasa de crecimiento de 6% en 10 años, que corresponde al municipio de Esquipulas, asumiendo que el crecimiento será similar hacia el 2015 y 2025.

Cuadro 2

Balance hídrico 2010 para condición de demanda real y demanda ideal

Oferta	Volumen en miles de m ³												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Disponibilidad neta	238.22	115.48	73.22	310.74	7,039.75	248,067.07	221,781.27	256,140.84	365,484.78	80,326.25	9,127.29	3,147.78	1,191,852.69
Caudales naturales	25,672.65	15,707.39	13,973.72	12,967.18	23,663.41	94,155.15	108,349.47	139,412.19	199,722.22	134,082.99	53,762.07	34,685.01	856,153.44
Agua subterránea	27,974.94	27,974.94	27,974.94	27,974.94	27,974.94	27,974.94	27,974.94	27,974.94	27,974.94	27,974.94	27,974.94	27,974.94	335,699.25
Disponibilidad neta + agua subterránea	28,213.16	28,090.41	28,048.16	28,285.67	35,014.68	276,042.01	249,756.21	284,115.78	393,459.71	108,301.19	37,102.23	31,122.71	1,527,551.93
Demanda real 2010													
Agua doméstica 2010	756.56	683.35	756.56	732.16	756.56	732.16	756.56	756.56	732.16	756.56	732.16	756.56	8,907.92
Agua para riego 2010	7,351.51	6,640.29	7,351.51	7,114.51	-	-	-	-	-	-	7,114.51	7,351.51	42,923.86
Otros usos	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total demanda	8,108.08	7,323.64	8,108.08	7,846.67	756.56	732.16	756.56	756.56	732.16	756.56	7,846.67	8,108.08	51,831.78
Balance real 2010	-7,869.86	-7,208.16	-8,034.86	-7,535.93	6,283.18	247,334.92	221,024.71	255,384.28	364,752.62	79,569.69	1,280.62	-4,960.30	1,140,020.91
Demanda ideal 2010													
Agua doméstica 2010	1,465.54	1,323.71	1,465.54	1,418.26	1,465.54	1,418.26	1,465.54	1,465.54	1,418.26	1,465.54	1,418.26	1,465.54	17,255.51
Agua para riego 2010	7,351.51	6,640.29	7,351.51	7,114.51	-	-	-	-	-	-	7,114.51	7,351.51	42,923.86
Otros usos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total demanda 2010	8,817.05	7,964.00	8,817.05	8,532.78	1,465.54	1,418.26	1,465.54	1,465.54	1,418.26	1,465.54	8,532.78	8,817.05	60,179.37
Balance ideal 2010	-8,578.83	-7,848.52	-8,743.83	-8,222.04	5,574.21	246,648.81	220,315.74	254,675.31	364,066.52	78,860.71	594.51	-5,669.28	1,131,673.31

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3
Balance hídrico 2015 y 2025

Oferta	Volumen en miles de m ³												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Disponibilidad neta	238.22	115.48	73.22	310.74	7,039.75	248,067.07	221,781.27	256,140.84	365,484.78	80,326.25	9,127.29	3,147.78	1,191,852.69
Caudales naturales	25,672.65	15,707.39	13,973.72	12,967.18	23,663.41	94,155.15	108,349.47	139,412.19	199,722.22	134,082.99	53,762.07	34,685.01	856,153.44
Agua subterránea	27,974.94	27,974.94	27,974.94	27,974.94	27,974.94	27,974.94	27,974.94	27,974.94	27,974.94	27,974.94	27,974.94	27,974.94	335,699.25
Disponibilidad neta + agua subterránea	28,213.16	28,090.41	28,048.16	28,285.67	35,014.68	276,042.01	249,756.21	284,115.78	393,459.71	108,301.19	37,102.23	31,122.71	1,527,551.93
Demanda 2015													
Agua doméstica 2015	1,646.67	1,487.32	1,646.67	1,593.56	1,646.67	1,593.56	1,646.67	1,646.67	1,593.56	1,646.67	1,593.56	1,646.67	19,388.20
Agua para riego 2015	7,572.06	6,839.50	7,572.06	7,327.95	-	-	-	-	-	-	7,327.95	7,572.06	44,211.57
Otros usos	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total demanda 2015	9,218.72	8,326.81	9,218.72	8,921.51	1,646.67	1,593.56	1,646.67	1,646.67	1,593.56	1,646.67	8,921.51	9,218.72	63,599.77
Balance 2015	-8,980.51	-8,211.34	-9,145.50	-8,610.77	5,393.08	246,473.52	220,134.61	254,494.18	363,891.22	78,679.58	205.79	-6,070.95	1,128,252.91
Demanda 2025													
Agua doméstica 2025	2,096.98	1,894.05	2,096.98	2,029.33	2,096.98	2,029.33	2,096.98	2,096.98	2,029.33	2,096.98	2,029.33	2,096.98	24,690.23
Agua para riego 2025	8,026.38	7,249.87	8,026.38	7,767.63	-	-	-	-	-	-	7,767.63	8,026.38	46,864.27
Otros usos	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
Total demanda 2025	10,123.36	9,143.91	10,123.36	9,796.96	2,096.98	2,029.33	2,096.98	2,096.98	2,029.33	2,096.98	9,796.96	10,123.36	71,554.49
Balance 2025	-9,885.14	-9,028.44	-10,050.14	-9,486.22	4,942.77	246,037.74	219,684.30	254,043.87	363,455.44	78,229.27	-669.67	-6,975.58	1,120,298.19

Fuente: Elaboración propia.

Es importante hacer notar que dentro de la demanda es necesario incluir otros usos del agua como industriales y agroindustriales, como los beneficios de café y otros. Sin embargo, aunque ANACAFE prometió proporcionar esta información, aún no se ha logrado obtenerla y no fue incluida en este estudio. Otros usos como podrían ser los turicentros y algunos otros usos industriales, no pudieron ser detectados, cuantificados y ubicados geográficamente. Actualmente, el Administrador del Mercado Mayorista, del sector eléctrico (Ver en <http://www.amm.org.gt/>), no reporta ninguna hidroeléctrica importante conectada al sistema eléctrico nacional, sin embargo, hay dos o tres en proyecto (por ejemplo El Orégano), que deberán considerarse si llegasen a funcionar en el futuro.

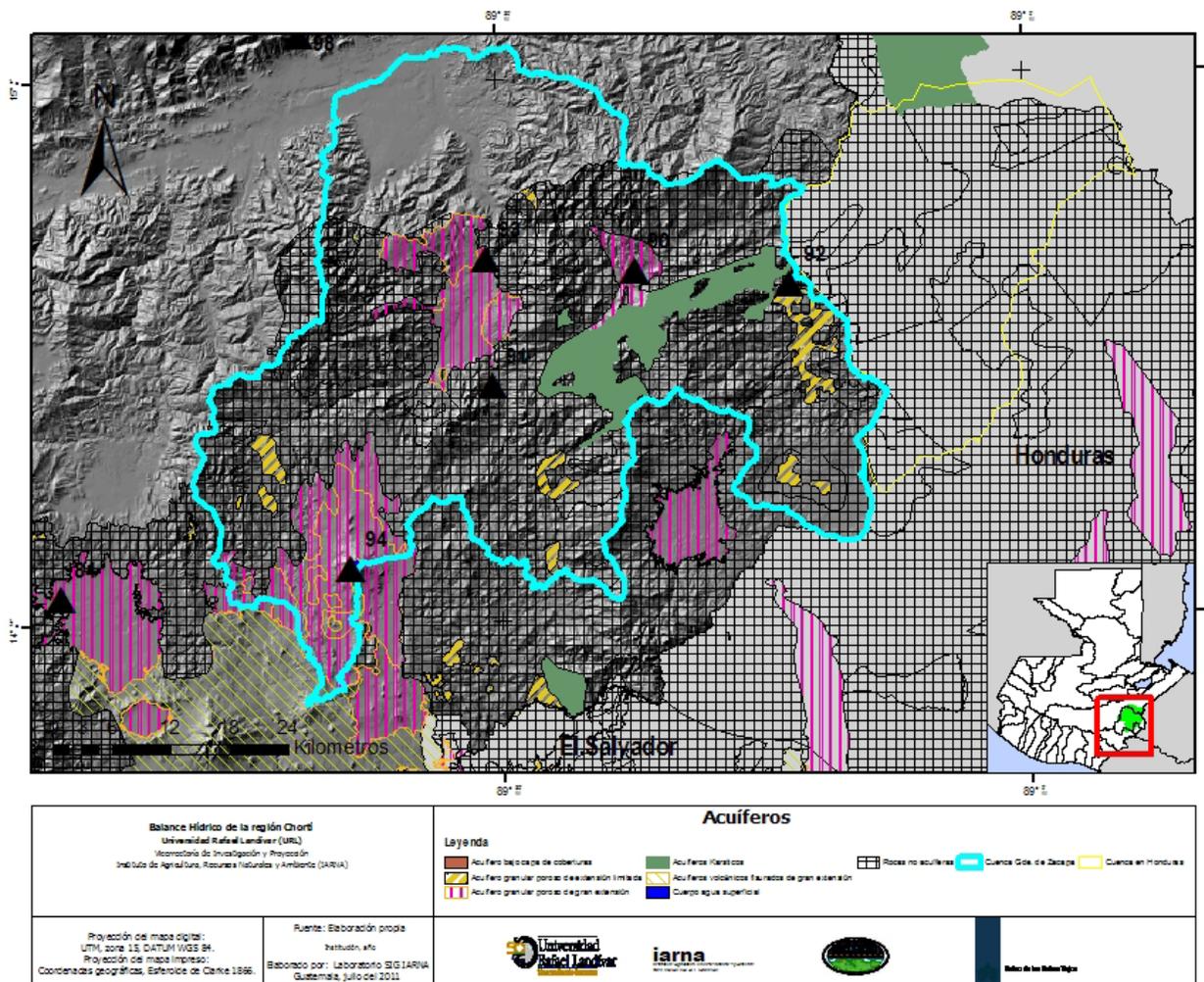
En las proyecciones se asume que la disponibilidad se mantendrá constante, por lo que lo que aumentara será la demanda. En este análisis se toma en cuenta que el 80% de las aguas domésticas se vuelven aguas residuales contaminadas, por lo que prácticamente, debido a las descargas directas a los cauces, implican que el volumen de los caudales naturales están contaminados, y es por ello que ese caudal no se considera disponible, especialmente en los municipios aguas abajo.

Los cuadros del balance muestran claramente el déficit existente en por lo menos cinco meses del año, que para el año 2025 se convierten en seis. Para cubrir estos déficits será necesario recurrir al agua subterránea almacenada, pero es importante tomar en cuenta que el uso de este recurso conlleva, no solo un alto costo en el proceso de extracción, sino que las zonas donde se almacena finalmente no están fácilmente disponibles para todas las comunidades y todas las áreas. En Figura 4 se presenta la ubicación de los acuíferos.

Con la demanda, la relación con las proyecciones entre riego y agua doméstica se mantiene en el rango de 70 % para riego y 30 % para agua doméstica.

Por otro lado, cuando se analiza el crecimiento de la demanda de agua doméstica por municipio que se muestra el Cuadro 4, se indica el aumento en galones por minuto requeridos para mantener una cobertura al 100% de la población, en cada municipio. Primero se observa que con la cobertura real obtenida, se observa, que el incremento de volumen de servicio que las municipalidades tendrán que hacer en la zona para cubrir la demanda y llegar a un 100%, es considerable alto. Para lograr cobertura al 100% conforme a la cobertura reportada actualmente, se requiere un 76% de incremento de caudal en toda la región, y si asumimos que se debe tener coberturas del 100% en el año 2025 el incremento total deberá ser de 153%, es decir, que prácticamente deberán complementar la oferta actual de los servicios con una y media veces el agua que actualmente tienen, para cubrir la situación en 15 años. Así por ejemplo San Jacinto debe incrementar 267% para lograr la cobertura al 100% en el 2010, un 9% adicional para el 2015, en total para cubrir la demanda al 2025 al 100% se requiere 371% más de agua que la oferta actual.

Figura 4
Ubicación de los acuíferos en el área de la cuenca del río Grande de Zacapa



Fuente: Duarte, 2009.

Cuadro 4

Incremento en GPM del consumo doméstico por municipio

Municipio	GPM 2010 REAL	GPM 2010 IDEAL *	GPM ADIC 2015***	GPM ADIC 2025***	Volumen en % para lograr cobertura del 100% en el 2010	Volumen en % de aumento del 2010 al 2015 *	Volumen en % de aumento del 2010 al 2025 *	Volumen en % de aumento del 2010 al 2025 **
Zacapa	1024.910	1457.088	121.134	273.316	42%	8%	27%	81%
La Unión	327.061	624.831	80.730	194.098	91%	13%	44%	175%
Chiquimula	1165.142	2008.827	194.983	448.579	72%	10%	32%	128%
San Juan Ermita	218.819	284.143	17.314	37.857	30%	6%	19%	55%
Jocotán	780.912	1185.230	234.735	618.144	52%	20%	72%	161%
Camotán	412.432	1065.195	222.698	594.807	158%	21%	77%	356%
Olopa	313.063	504.055	90.854	233.788	61%	18%	64%	165%
Quezaltepeque	214.205	570.855	22.025	46.632	166%	4%	12%	199%
San Jacinto	71.001	260.891	22.524	51.050	267%	9%	28%	371%
Total	4527.545	7961.114	1006.995	2498.270	76%	13%	44%	153%

* Asumiendo cobertura del 100% en el 2010

** Asumiendo las coberturas reales del 2010

*** Asumiendo que las coberturas en 2015 y 2025 son 100%

Fuente: elaboración propia.

Una buena parte del agua se obtiene de nacimientos, por lo que se hizo un análisis de las fuentes de agua existentes. Las fuentes disponibles se encuentran en dos bases de datos, una generada por ASORECH y la otra por el estudio hidrogeológico (Duarte 2009). Las primeras tienen la ventaja de que recopilan más información acerca de las fuentes, pero solo abarcan los municipios de Olopa, Quezaltepeque, San Juan Ermita, San Jacinto y Zacapa y algunas de ellas tiene errores de ubicación o de cálculo de los aforos. Por otro lado las del estudio hidrogeológico, no especifican las fechas de los aforos, e incluyen algunos ríos como fuentes, por lo que no está claro si se pueden considerar fuentes de agua subterránea.

En cualquier caso se elaboró el Cuadro 5 con el número de fuentes, su tipo y su caudal total en l/seg por municipio. Este cuadro nos permite inferir que la demanda está siendo cubierta totalmente por agua subterránea y que el volumen que aporta para fines de la demanda es de **106,299.341** miles de m³. La demanda de riego y agua doméstica proyectada para el 2025 es de **71,544** miles de m³, por lo que con la cantidad captada de las fuentes debería ser suficiente para cubrir incluso las demandas proyectadas.

Este resultado aparentemente positivo refleja dos cosas importantes, la primera que la información de las fuentes debe ser revisada con mucho mayor detalle, asegurando que

los caudales han sido determinados en forma correcta y segundo, que es necesario hacer una revisión seria de los sistemas de agua y su eficiencia.

Cuadro 5
Fuentes subterráneas por municipio

Municipio	Tipo	Estudio hidrológico		Levantamiento ASORECH Y MARN		Volumen total anual utilizado en miles de m ³	Comentarios
		Cantidad de fuentes por tipo	en l/seg	Cantidad	Caudal		
Agua Blanca	Laguna	2	1.85			58.342	
Agua Blanca	Manantial	6	3.26			102.807	
Agua Blanca	Pozo excavado	19	5.86			184.801	
Agua Blanca	Pozo perforado	6	97.33			3,069.399	
Agua Blanca	Río	6	1.41			44.466	
Asunción Mita	Lago	1				0.000	
Asunción Mita	Laguna	1				0.000	
Asunción Mita	Manantial	17	135.82			4,283.220	
Asunción Mita	Pozo excavado	5				0.000	
Asunción Mita	Pozo perforado	12	0.79			24.913	
Asunción Mita	Río	2	3,210			101,230.560	
Camotán	Manantial	191	63.34			1,997.490	
Chiquimula	Manantial	16	2.08			65.595	
Chiquimula	Pozo excavado	3	0.32			10.092	
Concepción Las Minas	Manantial	20	35.89			1,131.827	
Concepción Las Minas	Pozo excavado	1	2.91			91.770	
Concepción Las Minas	Río	7	921.35			29,055.694	
Esquipulas	Manantial	62	2,672.18			84,269.868	
Esquipulas	Pozo excavado	1	0.03			0.946	
Esquipulas	Río	6	433.62			13,674.640	
Ipala	Pozo perforado	4	14.23			448.757	
Ipala	Manantial	4	1.34			42.258	
Ipala	Pozo excavado	1	1.59			50.142	
Jocotán	Manantial	106	67.11			2,116.381	
Jocotán	Pozo excavado	3	0.07			2.208	

Cuadro 5
Fuentes subterráneas por municipio

continúa

Municipio	Tipo	Estudio hidrológico		Levantamiento ASORECH Y MARN		Volumen total anual utilizado en miles de m ³	Comentarios
		Cantidad de fuentes por tipo	en l/seg	Cantidad	Caudal		
Olopa	Manantial	100	46.08	14	12.492	1,453.179	Casi todos coinciden con excepción de 3 de los de ASORECH que corresponden a los códigos 02452361624242, 02515691627167 y el 0251602166585
Olopa	Río	1	32.26			1,017.351	
Progreso	Pozo perforado	15	11			346.896	
Progreso	Manantial	8	2.26			71.271	
Quetzaltepeque	Manantial	3	0.03	56	24.474	0.946	No hay coincidencia
Quetzaltepeque	Pozo excavado			2	0.046	0.000	
Quetzaltepeque	Río			4	14.038	0.000	
San Jacinto	Manantial			15	3.765	0.000	
San Juan Ermita	Manantial	149	122.35	109	28.254	3,858.430	89 coinciden, 12 que aparecen en Jocotán en el estudio hidrogeológico y en ASIRECH corresponde a San Juan Ermita
Santa Catarina Mita	Manantial	9	38.61			1,217.605	
Santa Catarina Mita	Pozo perforado	14	46.25			1,458.540	
Santa Catarina Mita	Río	1	1,840			58,026.240	
Zacapa	Manantial			23	44.653	0.000	
Total de Volumen anual						106,299.341	

* No se incluyeron las fuentes indicadas como ríos.

Fuente: Elaboración propia.

Por ejemplo, el encargado de agua de la cabecera municipal de Zacapa, Samuel Batz, está claro que las fuentes pueden cubrir la demanda del municipio, sin embargo las pérdidas e ineficiencias de la red no permiten tener el caudal suficiente para dar un adecuado servicio. Solo con los pozos existentes y funcionando en promedio 8 horas al día se puede abastecer una población de prácticamente 15,000 habitantes, más la toma del río con 8 lts/seg proporcionaría fácilmente caudal para otros 5,000 habitantes, por lo que la cabecera debería poder cubrir sin ningún problema 20,000 habitantes o más. Sin embargo, hay serias limitaciones en el servicio.

Es importante tomar en cuenta que los municipios en términos generales, no cuentan con información actualizada de la situación de agua y saneamiento del municipio. Esto se comprueba al ver los planes municipales de SEGEPLAN que muestran poco detalle con excepción de algunos municipios como San Jacinto. En algunos casos aunque muestran coberturas con mejor detalle, esta información parece no estar disponible a nivel municipal, Muchas veces los esfuerzos se concentran en la cabecera municipal, o se han quedado en planes de agua y saneamiento anteriores del año 2000 o 2002 desarrollados en ese entonces por la Secretaría de Recursos Hidráulicos, UNICEF o INFOM.

Se requiere una mejora sustancial en la información que debe existir a nivel municipal de los servicios de agua y saneamiento. Además es una información que debe ser de fácil acceso para la toma de decisiones de las autoridades municipales.

Tres grandes limitaciones de la información de la demanda se pudieron detectar:

1. Las municipalidades no tienen el estado de los sistemas de agua, considerando temas de fuentes utilizadas, cantidad, continuidad y calidad en algunos casos ni siquiera hay detalles para la cabecera.
2. El inventario de fuentes requiere una revisión sobre todo de los caudales, pues parece ser que están sobreestimados y algunas fuentes importantes no esta consideradas.
3. Las áreas de riego, la fuente del suministro (subterránea y superficial) los volúmenes de agua utilizada, las épocas de riego y la ubicación de las áreas de riego requieren una mayor identificación.

La mejora en esta información permitirá tener indicadores que resulten en un manejo más eficaz del recurso.

4. Indicadores

Uno de los objetivos del balance es poder presentar indicadores que permitan demostrar los avances del proyecto y establecer una línea base. Los indicadores que se proponen son los siguientes, su cálculo detallado aparece en el Anexo 1:

Estado:

- Oferta
- Volumen disponible
- Volumen disponible per cápita

Presión

- Utilización de agua
- Uso de agua sin agricultura de secano
- Uso de agua sin agricultura de secano e hidroeléctricas
- Utilización de agua per cápita
- Escasez de agua en %

Impacto

- Índice de cobertura de agua potable (% de hogares)
- Continuidad del servicio
- Calidad del servicio
- Incidencia de enfermedades de origen hídrico (No. de casos/1,000 habitantes)
- Incidencia de casos mortales por enfermedades de origen hídrico (No. de casos/10,000 habitantes)
- Mortalidad infantil por enfermedades de origen hídrico (No. de casos)

Respuesta

- Índice de cobertura de saneamiento (% de hogares)
- Volumen tratado de las descargas domésticas producidas (% de hogares)
- Grado de protección de las zonas de recarga

4.1. Indicadores de Estado y de Presión

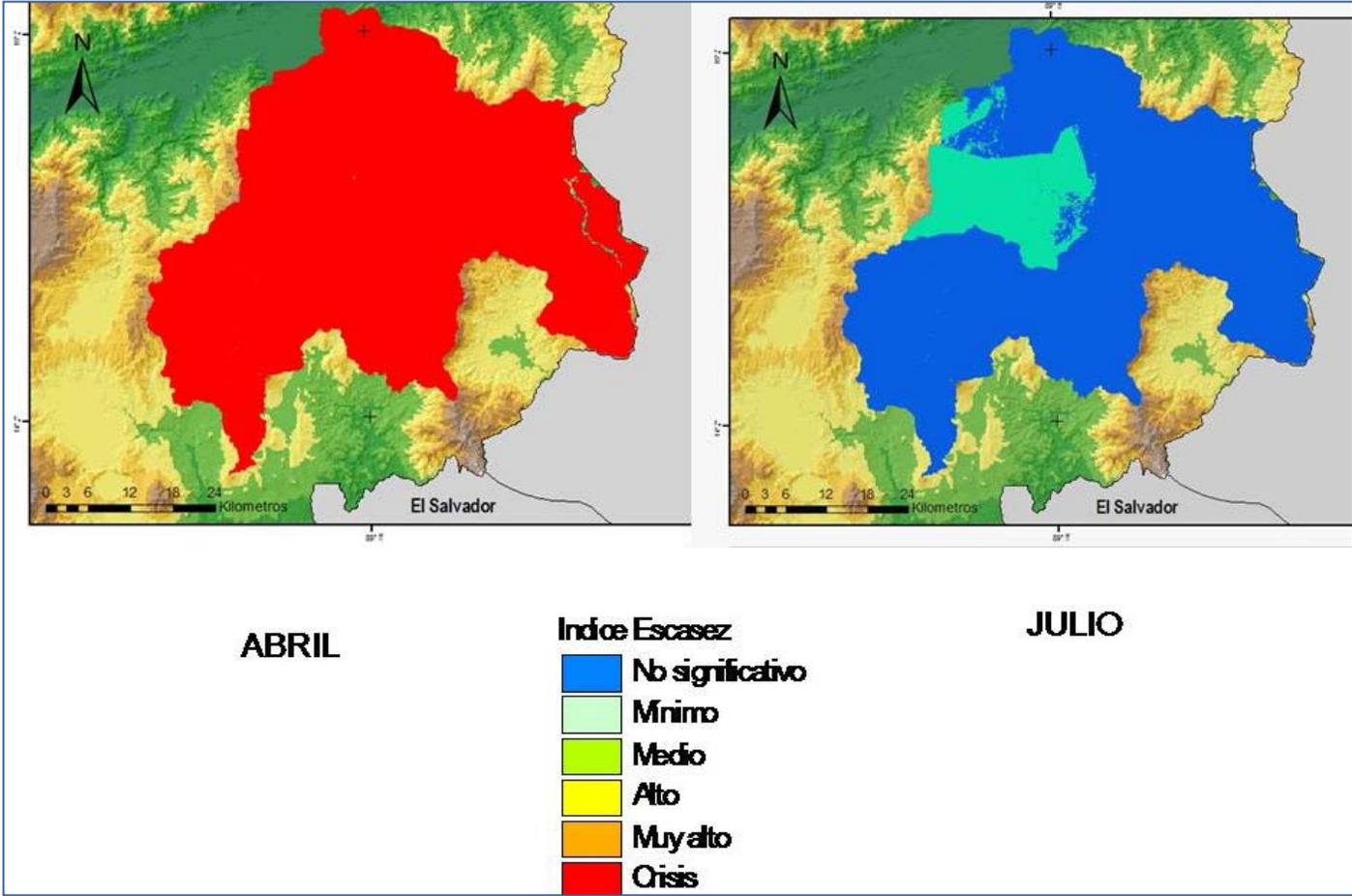
Con respecto a los indicadores de estado y de presión, estos se obtienen directamente del balance hídrico y se resumen en el Cuadro 6. El índice de escasez de la relación demanda-oferta. En la Figura 5 se presenta en mapas el mes más crítico y el mes menos crítico.

Cuadro 6
Indicadores de estado y presión

Mes	Índice de				
	Volumen disponible en miles de m ³	Volumen Disponible m ³ per cápita	Uso de agua en miles de m ³	Uso de agua en m ³ per cápita	Escasez
Enero	- 8,578.83	-	8,817.05	0.024	Crisis
Febrero	- 7,848.52	-	7,964.00	0.021	Crisis
Marzo	- 8,743.83	-	8,817.05	0.024	Crisis
Abril	- 8,222.04	-	8,532.78	0.023	Crisis
Mayo	5,574.21	0.01	1,465.54	0.004	Medio
Junio	246,648.81	0.66	1,418.26	0.004	Mínimo
Julio	220,315.74	0.59	1,465.54	0.004	Mínimo
Agosto	254,675.31	0.68	1,465.54	0.004	Mínimo
Septiembre	364,066.52	0.98	1,418.26	0.004	Mínimo
Octubre	78,860.71	0.21	1,465.54	0.004	Mínimo
Noviembre	594.51	0.00	8,532.78	0.023	Muy alto
Diciembre	- 5,669.28	-	8,817.05	0.024	Crisis
Total	1,131,673.31	3.15	60,179.37	0.162	Mínimo

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5
Mapas del índice de escasez del mes de abril y el mes de julio



Fuente: Elaboración propia.

4.2. Indicadores de Impacto

Con respecto a los indicadores de impacto, hay que admitir que este índice de cobertura no está actualizado y en la mayoría de los casos es de 10 años atrás, con la excepción de las cabeceras municipales algunas de las cuales cuentan con mejor información. De cualquier manera, para fines del proyecto este indicador es insuficiente, pues en la mayoría de los casos los proyectos consisten en mejoras a servicios existentes, que si bien en algunos casos pueden traducirse en una mejora de cobertura, no siempre es así. Por ello se propone incluir dos indicadores más:

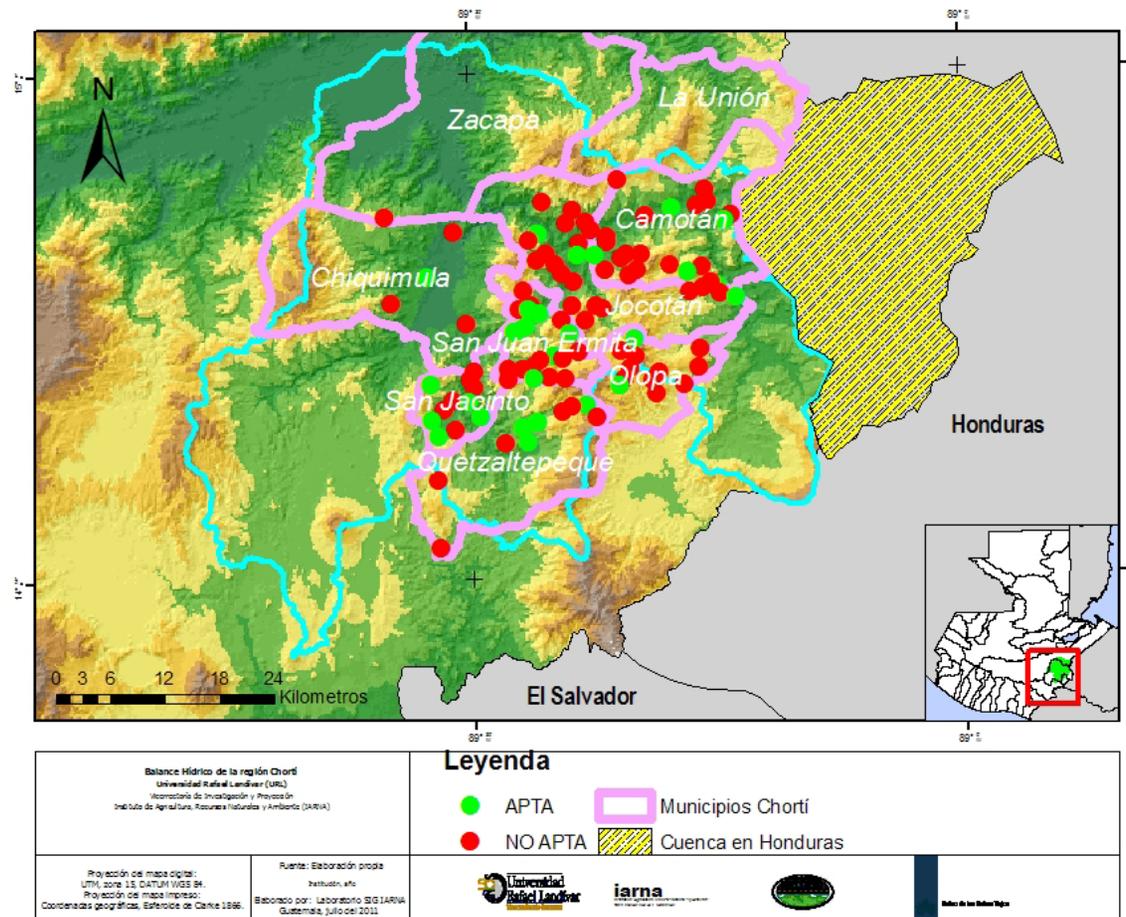
- **Continuidad** que no es más que horas de servicio al día.
- **Calidad** que indica la calidad del agua en los sistemas.

El indicador de **continuidad** implica que un buen servicio se presta las 24 horas del día, un servicio regular más de 12 horas del día, un servicio malo menos de 12 horas pero más de seis horas diarias y menos de seis horas es deficiente. Para el primer indicador propuesto la información actual es insuficiente y por ello deberá recabarse más información.

Para el segundo indicador propuesto, bastaría con indicar si la calidad del agua es apta o no apta para consumo humano. La información del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) es bastante buena, para usarse de base, pues con su programa de vigilancia de los servicios de agua tiene el comportamiento de varios años en diferentes sistemas de diferentes comunidades. La Figura 6 muestra un mapa con la situación de la calidad de agua con las comunidades reportadas para el 2010 de los proyectos controlados por el MSPAS. Y aunque esta es una línea base adecuada para iniciar, hay que considerar que no todos los sistemas mejorados (solamente 11 de 25) están incluidos en los datos del 2010. Al revisar datos del 2007, 2008 y 2009 del MSPAS se logra obtener algún dato para todos los proyectos. Es preocupante que solamente la mitad de las comunidades del área, tiene algún dato de calidad de agua del 2007 al 2010 (Cuadro 7). Es recomendable en cualquier caso hacer muestreos de calidad de agua, previo a la intervención, transferirlos al MSPAS para oficializarlos y luego efectuar la intervención.

Con respecto a los índices de morbilidad y mortalidad relacionados a enfermedades de origen hídrico, el impacto del programa es difícil de medir, porque las estadísticas de salud son en general a nivel municipal y las intervenciones del proyecto son a nivel de comunidades. Para un programa a nivel municipal esto sería suficiente. Si bien es cierto, se logró obtener un cuadro con la de morbilidad por comunidades para San Juan Ermita, los otros municipios no cuentan con este detalle. Un levantamiento similar al de San Juan Ermita sería necesario hacer en todos los municipios del proyecto.

Figura 6
Mapas con la calidad de agua de los servicios



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 7

Datos de calidad de agua por comunidades de cada municipio y proyectos implementados por ASORECH

Municipio	Apta	No apta	Sin información		Total comunidades	Proyecto de agua implementados		Observaciones
			Número	%		Total	con línea base	
Zacapa			117		117	5		No se obtuvieron datos de Zacapa
La Unión			42		42			No se obtuvieron datos de La Unión
Camotán	16	25	50	55%	91	1	1	
Chiquimula	13	23	63	64%	99	0	0	
Jocotán	7	25	41	56%	73	2	2	Datos línea base de 2007
Olopa	6	20	1	4%	27	2	2	
Quetzaltepeque	21	23	52	54%	96	5	5	
San Jacinto	8	7	14	48%	29	6	6	
San Juan Ermita	16	14	4	12%	34	3	3	Línea base 2009, un proyecto mejoro acceso pero no tenia problema de calidad
Total	87	137	225	50%	449	19	19	

Fuente: Elaboración propia.

En cualquier caso aquí se muestran los indicadores a nivel municipal en el Cuadro 8, es importante hacer ver que en el caso de los indicadores de morbilidad y mortalidad a nivel de comunidad, estos índices se limitan a número de casos, pues pierde sentido los índices de cada 1,000 o 10,000 habitantes usados a nivel municipal, departamental o nacional.

Cuadro 8
Indicadores de impacto

Código	Municipio	Cobertura de agua potable %	Incidencia de enfermedades de origen hídrico No. de casos /1000 habitantes	Incidencia de casos mortales por enfermedades de origen hídrico No. de casos /10,000 habitantes	Mortalidad de niños menores de 5 años por enfermedades de origen hídrico
1901	Zacapa	82	17.35	*	6
1909	La Unión	91	20.00	*	5
2001	Chiquimula	74	52.43	*	6
2003	San Juan Ermita	86	157.87	2	10.00
2004	Jocotán	93	80.95	2.56	7
2005	Camotán	61	170.87	3.06	11
2006	Olopa	74	175.53	1.72	4
2009	Quezaltepeque	86	51.21	0.54	14.2
2010	San Jacinto	17	46.83	1.00	3

* No se pudo definir mortalidad solo por origen hídrico.

4.3. Indicadores de Respuesta

Para los indicadores de respuesta, simplemente se cuenta con la cobertura de saneamiento de INFOM, que debería usarse como línea base, pero que debe ser actualizada. Los municipios no pudieron actualizar la información más reciente.

En el caso de tratamiento de aguas servidas urbanas con plantas de tratamiento el indicador es 0%, pues aunque todos tienen planes para la construcción de las plantas de tratamiento, no tienen financiamiento o no tienen donde construirla. En el caso de Zacapa que ya la tiene programada, pero aún no inicia la construcción y solo atenderá parcialmente la cabecera. En el caso de Jocotán tienen problemas legales con el sitio donde la instalaran.

Finalmente, solo en la zona de la Unión hay un esfuerzo serio municipal de proteger el bosque húmedo de la zona de recarga. Además está el esfuerzo de proteger el área del Gigante, aunque el mismo se encuentra fuera de la cuenca del Río Grande de Zacapa. El Cuadro No. 9 presenta estos indicadores.

Cuadro 9

Indicadores de Respuesta

Código	Municipio	Cobertura de saneamiento %	Número de plantas de tratamiento operando	Áreas protegidas
1901	Zacapa	73.0	0	
1909	La Unión	93.0	0	1
2001	Chiquimula	55.2	0	
2003	San Juan Ermita	51.0	0	
2004	Jocotán	44.0	0	
2005	Camotán	60.0	0	
2006	Olopa	66.0	0	
2009	Quezaltepeque	93.0	0	
2010	San Jacinto	11.0	0	

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

- Los usos principales son riego (70%) y agua potable (30%). Esto implica que para la población de la cuenca el uso de agua es de 0.162 m³/habitante, mientras que la disponibilidad es de 3.15 m³/habitante.
- De los resultados obtenidos, se estima que en general hay un almacenamiento a largo plazo en los acuíferos, que potencialmente puede ser utilizado para suministrar la deficiencia de agua.
- La información de la situación de los sistemas de agua y de saneamiento a nivel municipal, no está actualizada adecuadamente. La mayor parte de la información es de hace 10 años. Un esfuerzo importante es necesario para institucionalizar la información a nivel municipal, actualizar los planes de agua y saneamiento para que sean sistemas dinámicos del estado del agua y saneamiento en el lugar. Requerirá un trabajo de campo intenso.
- Aunque la información de manantiales y pozos es relativamente buena, (adolece en algunos casos de que no reportan fechas de aforo), existe una discrepancia importante entre los volúmenes registrado por las fuentes subterráneas y el consumo estimado. Según los datos existentes se extrae mucho más agua de la que se necesita, incluso es más de la que se requiere en el 2025, según las proyecciones.
- Los meses de octubre a mayo son los que tienen el índice de escasez crítico.
- Los meses de junio, julio, agosto y septiembre tienen exceso de agua, el cual se convierte en escorrentía y almacenamiento subterráneo.
- Las inversiones para lograr el 100% de cobertura son cuantiosas, ya que los municipios tienen que duplicar en la mayoría de los casos, los volúmenes de agua que tienen actualmente. Deben hacerse las inversiones en base a decisiones bien fundamentadas, que requieren un mejor conocimiento de parte de las autoridades municipales de la situación de sus servicios.
- Es obvio que con un adecuado manejo del recurso, a través del almacenamiento de las aguas para su uso en época seca y la no contaminación de las aguas, puede haber una condición muy favorable en el manejo de las aguas. Se puede tener una situación favorable durante todo el año de disponibilidad del recurso hídrico, ya que el balance muestra que en el largo plazo, hay un buen almacenamiento positivo en los acuíferos por año y una escorrentía que se pierde drenando hacia el río Motagua.

5.2. Recomendaciones

- Es necesario actualizar la información de los usos del agua. En el caso de agua potable se debe conseguir información de la cobertura actual, así como de continuidad y calidad de agua. Esto debe hacerse en coordinación con la municipalidad y debe institucionalizarse a través de planes de agua y saneamiento municipales. La información debe estar a nivel de comunidad y sistema.
- La información en el caso de riego, debe incluir las hectáreas regadas, el tipo de sistema y además deben ubicarse geográficamente.
- Además es necesario mejorar la información de los otros usos como turicentros, hidroeléctricas, beneficios de café y otros.
- Se debe ampliar el análisis a otros municipios e incluir todos aquellos que conformen las cuencas dentro del área, como Esquipulas, en la cuenca del río Olopa. Para el caso específico de la Unión, la mayor parte de su extensión es en la cuenca del Motagua.
- Es necesario tomar acciones inmediatas para la gestión del agua, el hecho de que las plantas de tratamiento de aguas servidas no estén funcionando, implica una contaminación de prácticamente todo el caudal superficial disponible.
- Si la información de fuentes es correcta, las municipalidades y comunidades deben verificar la eficiencia de los servicios, pues es notorio que se está extrayendo más agua de la que la demanda requiere.
- Una buena gestión del recurso, inicia por un buen conocimiento del estado de las cosas, por lo que se recomienda en la elaboración de planes dinámicos de la gestión del agua. Estos planes permitirán distribuir y aprovechar en mejor forma el recurso hídrico.

6. Bibliografía

1. Duarte Saldaña, José Roberto 2009. Informe Final CONSULTORIA EN HIDROLOGIA/HIDROGEOLOGIA. PROGRAMA CAMARENA/GTZ BOSQUES Y AGUA "Conservación del Agua a través del Manejo Transfronterizo de los Recursos Naturales (CAMARENA)". Proyecto Trifinio.
2. INETER 2005, BALANCE HÍDRICO INTEGRADO Y DINAMICO EN EL SALVADOR. COMPONENTE EVALUACION DE RECURSOS HIDRICOS. Servicio Nacional de Estudios Territoriales San Salvador.
3. SIMPFENDÖRFER, C. 2000. Riego en Praderas, Tierra Adentro. Especial riego y drenaje. INIA Instituto de Investigaciones Agropecuarias (34): 36 – 38. www.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR25609.pdf
4. SEGEPLAN 2010, PLAN DE DESARROLLO JOCOTAN, CHIQUIMULA, Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de Jocotán, Chiquimula.
5. SEGEPLAN 2010, PLAN DE DESARROLLO CAMOTAN, CHIQUIMULA, Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de Camotán, Chiquimula.
6. SEGEPLAN 2010, PLAN DE DESARROLLO CHIQUIMULA, CHIQUIMULA, Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de Chiquimula, Chiquimula.
7. SEGEPLAN 2010, PLAN DE DESARROLLO QUETZALTEPEQUE, CHIQUIMULA, Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de Quetzaltepeque, Chiquimula.
8. SEGEPLAN 2010, PLAN DE DESARROLLO SAN JUAN ERMITA, CHIQUIMULA, Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de San Juan Ermita, Chiquimula.
9. SEGEPLAN 2010, PLAN DE DESARROLLO SAN JACINTO, CHIQUIMULA, Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de San Jacinto, Chiquimula.
10. SEGEPLAN 2010, PLAN DE DESARROLLO OLOPA, CHIQUIMULA, Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de Olopa, Chiquimula.
11. SEGEPLAN 2010, PLAN DE DESARROLLO LA UNION, ZACAPA, Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de LA Unión, Zacapa.
12. SEGEPLAN 2010, PLAN DE DESARROLLO ZACAPA, ZACAPA, Consejo Municipal de Desarrollo del Municipio de Zacapa, Zacapa.

13. IARNA 2004, PERFIL AMBIENTAL DE GUATEMALA, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, Instituto de Incidencia Ambiental, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Universidad Rafael Landívar.
14. Mapas base del Sistema de Información Geográfica de la Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA)
15. Información Hidrológica y Meteorológica proporcionada por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) de su red de estaciones.
16. Información del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de vigilancia de los sistemas de agua, así como estadísticas de morbilidad y mortalidad del Area de salud de Chiquimula.
17. Cuadros resumen del Sistema de Información de Agua y Saneamiento (SAS) UNEPAR, INFOM
18. Información proporcionada por ASORECH sobre sus proyectos y de las áreas de riego.

7. Anexos

Anexo 1

Cálculo de indicadores

Indicadores	Unidades	Frecuencia	Datos	Fuente	Cálculo
De Estado (por cuenca)					
Volumen disponible mensual (Od)	Miles de m ³	Mensual	Volumen disponible (Od)	Balance hídrico	Conversión de mm a miles de m ³
Volumen Disponible per cápita (Od/h)	m ³ per cápita	Mensual	Volumen disponible (Od)	Balance hídrico	Od*1000/P _i
			Población año índice P _i	Proyección del censo al año i	
De Presión (por cuenca)					
Uso de agua sin agricultura de secano (D-R)	Miles de m ³	Mensual	Demanda total (D)	Balance hídrico	Conversión de mm a miles de m ³
			Demanda riego (R)	Balance hídrico	Conversión de mm a miles de m ³
Uso de agua sin agricultura de secano y sin hidroeléctricas (D-R-H)	Miles de m ³	Mensual	Demanda total (D)	Balance hídrico	Conversión de mm a miles de m ³
			Demanda riego (R)	Balance hídrico	Conversión de mm a miles de m ³
			Demanda hidroeléctricas (H)	Balance hídrico	Conversión de mm a miles de m ³
Uso de agua (D)	Miles de m ³	Mensual	Uso de agua o demanda total (D)	Balance hídrico	Conversión de mm a miles de m ³
Uso de agua per cápita D/h	m ³ per cápita	Mensual	Demanda total (D)	Balance hídrico	D*1000/P _i
			Población año índice P _i	Proyección del censo al año i	
Escasez	No significativo, Mínimo, medio, Alto, Muy alto crisis	Mensual	Volumen disponible (Od)	Balance hídrico	D/Od Si D/Od <.01 No significativo; D/Od < 0.1 Mínimo; D/Od < 0.2 Medio; D/Od < 0.5 Alto; D/Od < 1 Muy Alto; D/Od > 1 Crisis
			Demanda total (D)	Balance hídrico	
De Impacto (por municipio o comunidad)					
Cobertura de agua potable	%	Anual	No de Viv. con servicio (VCS)	PMAYS/SAS *	VCS/V
			No. total de viviendas (V)	Catastro/Censo/PMAYS/SAS *	

Anexo 1

Cálculo de indicadores

Indicadores	Unidades	Frecuencia	Datos	Fuente	Cálculo
Continuidad de agua potable	Horas / día	Anual	Horas de servicio (HS)	SAS	$HS/D*24$ Si el servicio es cada dos días y reciben cuatro horas la fórmula es: $(4/2*24)$ es decir 0.083
			Frecuencia en días (D)	SAS	
Calidad de agua	Apta / No apta	Anual	Resultados de las muestras	Área de salud	El resultado de las muestras que recibe el Ministerio de Salud
Incidencia de enfermedades de origen hídrico No. de casos /1,000 habitantes (Nivel municipal)	Tasa	Anual	No de casos de parasitismo intestinal (NP)	Área de salud	$(NP+ND+NA)/P_i/1000$
			No. de casos de diarrea (ND)	Área de salud	
			No. de casos de amebas (NA)	Área de salud	
			Población año índice P_i	Proyección del censo al año i	
Incidencia de enfermedades de origen hídrico No. de casos (Nivel comunitario)	No. de casos	Anual	No de casos de parasitismo intestinal en comunidad "x" (NPC)	Área o puesto de salud	$(NPC+NDC+NAC)$
			No. de casos de diarrea en comunidad "x" (NDC)	Área o puesto de salud	
			No. de casos de amebas en comunidad "x" (NAC)	Área o puesto de salud	
Incidencia de casos mortales por enfermedades de origen hídrico No. de casos /10,000 habitantes (Nivel municipal)	Tasa	Anual	No de casos de muertes por parasitismo intestinal (MP)	Área de salud	$(MP+MD)/P_i/10000$
			No. de casos mortales de diarrea (MD)	Área de salud	
			Población año índice P_i	Proyección del Censo al año i	
Incidencia de casos mortales por enfermedades de origen hídrico	No. de casos	Anual	No de muertes por parasitismo intestinal en comunidad "x" (MPC)	Área o puesto de salud	$(MPC+MDC)$

Anexo 1

Cálculo de indicadores

Indicadores	Unidades	Frecuencia	Datos	Fuente	Cálculo
No. de casos (Nivel comunitario)			No. de muertes por diarrea en comunidad "x" (MDC)	Área o puesto de salud	
Mortalidad de niños menores de 5 años por enfermedades de origen hídrico No. casos (Nivel municipal)	No. de casos	Anual	No de casos de muertes por parasitismo intestinal (MPN5)	Área de salud	(MPN5+MDN5)
			No. de casos mortales de diarrea (MDN5)	Área de salud	
Mortalidad de niños menores de 5 años por enfermedades de origen hídrico No. casos (Nivel comunitario)	No. de casos	Anual	No de muertes niños < 5 años por parasitismo intestinal en comunidad "x" (MN5PC)	Área o puesto de salud	(MPN5C+MDN5C)
			No. de muertes Niños < 5 años por diarrea en comunidad "x" (MDN5C)	Área o puesto de salud	
De Respuesta (por Municipio o Comunidad)					
Cobertura de saneamiento	%	Anual	No de viviendas con servicio de saneamiento (VCSAN)	PMAYS/SAS *	VCSAN/V
			No. total de viviendas (V)	Catastro/Censo/PMAYS/SAS *	
Número de plantas de tratamiento de aguas residuales	No. de PTAR	Anual	Plantas operando PTAR	SAS	No. de PTAR
Áreas protegidas en cada municipio	No. de áreas protegidas	Anual	Áreas protegidas declaradas y cuidadas	Municipalidades/ CONAP	No. de áreas protegidas

* PMAYS: Plan Municipal de Agua y Saneamiento, SAS Sistema de Información de Agua y Saneamiento (UNEPAR/INFOM).