



SITUACIÓN ACTUAL DEL RECURSO HÍDRICO EN CENTROAMÉRICA

Situación Actual del Recurso Hídrico en Centroamérica es una publicación de la Asociación Centroamericana Centro Humboldt. Permitida la reproducción total o parcial de este estudio, citando la fuente.

Guatemala, Septiembre 2023

ACCH
5ª calle 17-10, zona 15, Vista Hermosa I, Colonia
El Maestro II, Ciudad Guatemala.

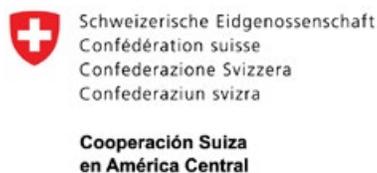
Teléfono: (502) 2369-4402



Asociación Centroamericana Centro Humboldt es una organización dedicada a proteger el medio ambiente para lograr un buen hábitat. Por ello, se ha planteado como objetivo *“contribuir a la gestión ambiental sostenible de la región centroamericana, con equidad, basada en los derechos fundamentales de la población”*.

La Asociación está enfocada en el bienestar de los individuos y, dada la naturaleza de su trabajo, prioriza la protección del medio ambiente y el resguardo del ser humano sin discriminación de ninguna índole. Su labor está dirigida hacia diferentes grupos meta, entre ellos: hombres y mujeres mestizos, indígenas y afrodescendientes de comunidades rurales de Centroamérica; grupos de mujeres y jóvenes organizados; pequeños y medianos productores; sector privado; ONG y redes aliadas de la región centroamericana; tomadores de decisiones nacionales y regionales centroamericanos.

Este estudio fue realizado gracias al apoyo de:



Siglas y abreviaturas	5
Índice de mapas, tablas y gráficos	4
1. Determinar la disponibilidad de agua per cápita comparativa en la región	8
1.1. Guatemala	9
1.2. El Salvador	10
1.3. Honduras	11
1.4. Nicaragua	12
1.5. Costa Rica	13
2. Análisis de la calidad de agua para consumo humano urbana y rural	15
3. Saneamiento urbano y rural en la región	23
3.1. Guatemala	23
3.2. El Salvador	23
3.3. Honduras	24
3.4. Nicaragua	25
3.5. Costa Rica	26
4. Análisis del estado de las cuencas hídricas	28
4.1. Guatemala	28
4.2. El Salvador	29
4.3. Honduras	29
4.4. Nicaragua	30
4.5. Costa Rica	31
5. Cuencas compartidas o Transfronterizas	32
Cuenca La Paz	35
Cuenca Trifinio	36
Cuenca del Río Coco	37
Cuenca Golfo de Fonseca	38
Cuenca de los Grandes Lagos y Río San Juan	39
Cuenca del río Goascorán	40
6. Las Amenazas Exixtentes a nivel regional	43

7. Establecer las medidas para el mejoramiento y aprovechamiento del Recurso Hídrico de la región	46
7.1 Guatemala	47
7.2 El Salvador	48
7.3 Honduras	49
7.4 Nicaragua	50
7.5 Costa Rica	51
8. Valoración del aporte y/o avances en el cumplimiento de los ODS relacionados con el tema	53
9. Lineamientos de políticas públicas comunes referidos al tema abordado	56
10. Consideraciones finales y Recomendaciones	61
11. Referencias bibliográficas	64

ÍNDICE DE MAPAS, TABLAS, GRÁFICOS E ILUSTRACIONES

Mapa 1. Unidades Hidrológicas de Centroamérica	28
Mapa 2. Uso actual de suelos 2022 Centroamérica	33
Tabla 1. El comportamiento de la disponibilidad de agua por país	14
Tabla 2. Problemas de contaminación que degradan la calidad del agua en Centroamérica	22
Tabla 3. Cambios de uso de suelos en La Paz (2015 - 2022)	35
Tabla 4. Cambios de uso de suelos en Trifinio (2015 - 2022)	36
Tabla 5. Cambios de uso de suelos en cuenca del Río Coco (2015 - 2022)	37
Tabla 6. Cambios de uso de suelos en cuencas del Golfo de Fonseca (2015 - 2022)	38
Tabla 7. Cambios de uso de suelos cuenca Grandes Lagos y Río San Juan (2015 - 2022)	39
Gráfico 1. Guatemala comportamiento del volumen de agua per cápita	9
Gráfico 2. El Salvador comportamiento del volumen de agua per cápita	10
Gráfico 3. Honduras comportamiento del volumen de agua per cápita	11
Gráfico 4. Nicaragua comportamiento del volumen de agua per cápita	12
Gráfico 5. Costa Rica comportamiento del volumen de agua per cápita	13

SIGLAS Y ABREVIATURAS

AECID	Agencia de Cooperación Española para el Desarrollo
AMSA	Autoridad para el Manejo Sustentable de La Cuenca y del Lago de Amatitlán
ANDA	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados de El Salvador
ASADAS	Sistemas Comunes de Costa Rica
AyA	Instituto Costarricense de Alcantarillados y Acueductos
BPA	Bisfenol A
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y El Caribe
CCAD	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo
CONASA	Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento Honduras
CO₂	Dióxido de carbono
COP	Contaminantes Orgánicos Persistentes
Cr	Cromo
Cu	Cobre
da	Aerodinámico
DBCP	Di Bromo Cloro Propano
DDT	diclorodifeniltricloroetano
DGFCR	Dirección General de Ordenamiento Forestal, Cuencas y Riegos
EI MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de El Salvador
ENACAL	Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
ERAM	La Estrategia Regional Ambiental Marco
ERSAPS	Ente Regulador de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento de Honduras
ESPH	Empresa de Servicios Públicos de Heredia

FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FCAS	Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento
Funcagua	Fondo de Agua Guatemala
GEA	Gabinete Específico del Agua
GIRH	Gestión Integrada de Recursos Hídricos
GWP	Global Water Partnership
ha	Hectáreas
Hg	Mercurio
IANAS	Academy of Medical, Physical and Natural Sciences of Guatemala
INIDE	Instituto Nacional de Información de Desarrollo de Nicaragua
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología de Guatemala
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
m²	Metros cuadrados
m³	Metros cúbicos
msnm	Metros sobre el nivel del mar
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Guatemala
MSP	Ministerio de Seguridad Pública de Costa Rica
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala
MARN	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador
MINSAL	Ministerio de Salud de El Salvador
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de la República de Guatemala
Ni	Níquel

ODS	Objetivo de Desarrollo Sostenible
OMS	Organización Mundial de la Salud
OPS	Organización Panamericana de la Salud
Pb	Plomo
PFAS	Compuestos Polifluoroalquilados y Perfluoroalquilados
PFOS	Sulfonato de perfluorooctano
PFOA	Ácido perfluorooctanoico
PIB	Producto Interno Bruto
PISASH	Programa Integral Sectorial de Agua y Saneamiento Humano
PLANASA	Plan Nacional de Agua y Saneamiento Honduras
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PST	Partículas Suspensas Totales
PTAR	Plantas de Tratamientos de Aguas Residuales de Nicaragua
SANAA	Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados de Honduras
SIASAR	El Sistema de Información de Agua y Saneamiento Rural de Nicaragua
SNET	Servicio Nacional de Estudios Territoriales de El Salvador
UE	Unión Europea
UNEP	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, conocida
UNICEF	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
WHO	World Health Organization
WWDR	Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos
µm	Micrómetro

1. DETERMINAR LA DISPONIBILIDAD DE AGUA PER CÁPITA COMPARATIVA EN LA REGIÓN

La disponibilidad del agua es un concepto teórico general basado en cantidades o volúmenes de agua (expresado en metros cúbicos, m^3 de agua) relacionado con el área del territorio, cuenca hídrica o país, el total de precipitaciones totales a lo largo de un período de tiempo (usualmente un año) y el tamaño de la población que habita en dicho territorio. Se trata de un indicador que no contempla la variabilidad, ni la dispersión espacial o temporal de la precipitación en el periodo considerado, la forma de cómo los sectores heterogéneos que componen la población acceden a dicho recurso u otras variables como la calidad del agua, que no siempre permite la adecuación para su consumo, indistintamente que sea escasa o abundante.

La información especializada que mejor refleja la situación hídrica y el comportamiento a nivel global es la que provee la Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) a través de AQUASTAT, su Sistema mundial de información de la FAO sobre el agua en la agricultura, que permite acceder a bases de datos fiables, alimentadas bajo control y aseguramiento de calidad, sistematizadas y auditadas, a partir de 1960. Esta fuente de información es la que se empleará en la presente sección.

Las unidades empleadas en este informe son para el Área: $Km^2 = 100 \text{ ha}$, y para Volumen $Km^3 = 1 \times 10^9 \text{ m}^3 = 1000 \times 10^6 \text{ m}^3 = 1 \text{ 000 millones } m^3$.

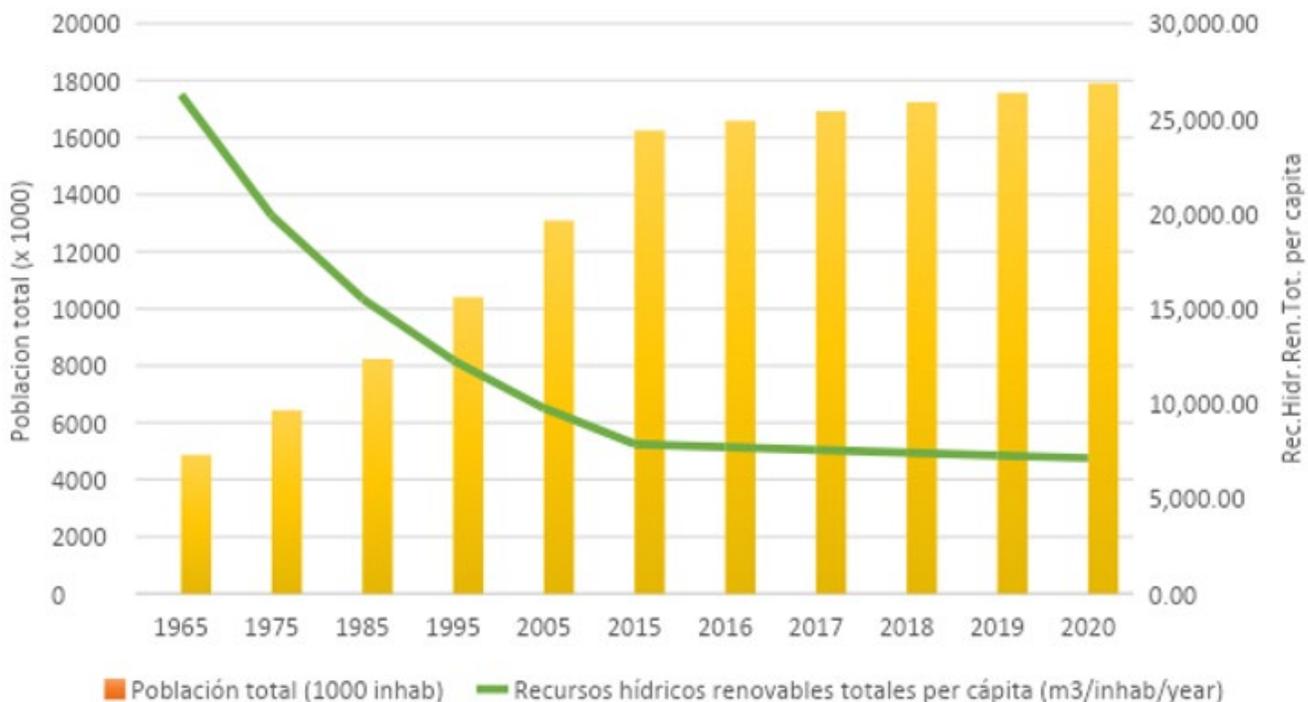




1.1. GUATEMALA

La precipitación media anual en volumen a largo plazo registrada sobre Guatemala para el periodo 1965 – 2020 es de 217.34 109 m³ por año, convertida en recursos hídricos renovables totales de 127.91 109 m³ por año (FAO 2023).

Gráfico 1. Guatemala comportamiento del volumen de agua per cápita en 55 años



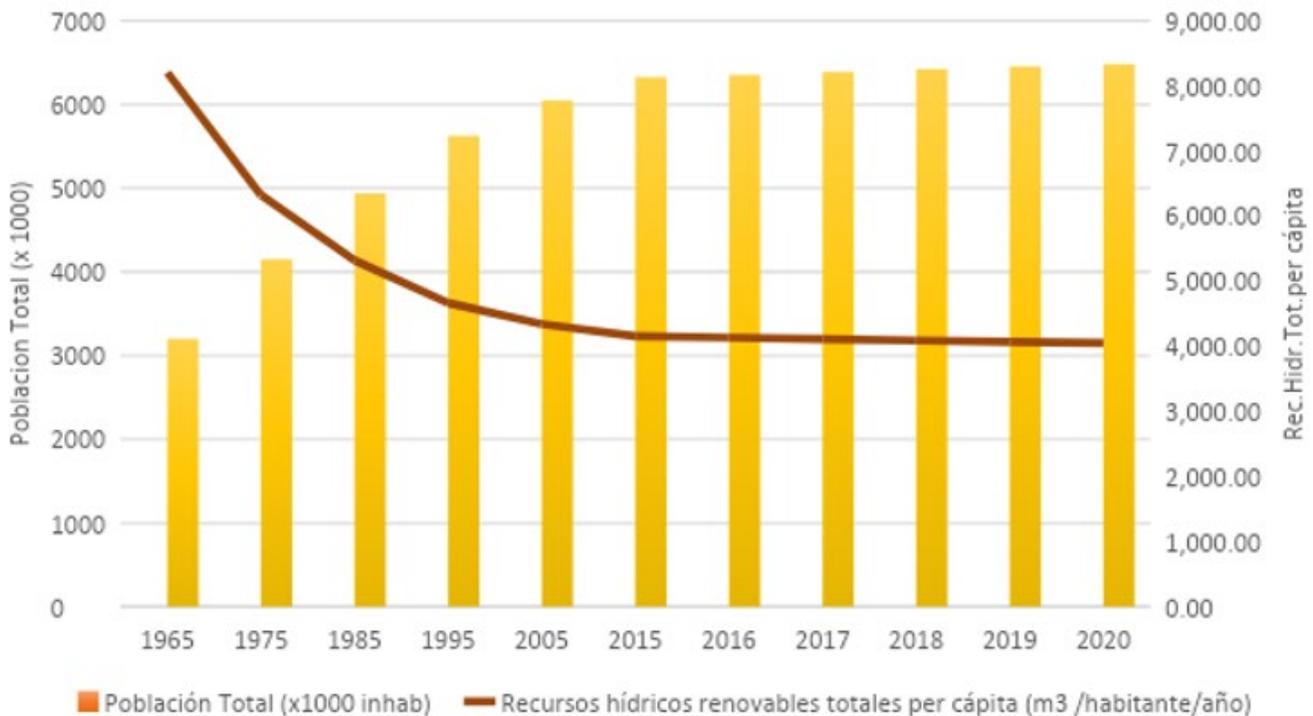
El gráfico muestra el comportamiento de los valores registrados de recursos hídricos renovables totales per cápita (m³ /habitante/año) para los 50 años transcurridos entre 1965 – 2015, y los cinco años entre 2016 – 2020. En estos 55 años, cada habitante guatemalteco pasó de disponer de 26 266.42 m³ /habitante/año en 1965, cuando la población total era de 4, 869, 720 habitantes, hasta 7 139.60 m³ /habitante/año en el 2020, con la población de 17, 915, 570 personas. La disminución de disponibilidad teórica de agua per cápita registrada es de 19 126.82 m³ /habitante/año, o de 72.81 % en el período de 55 años considerado.



1.2. EL SALVADOR

La precipitación media anual en volumen a largo plazo registrada sobre El Salvador para el periodo 1965 – 2020 es de 37.54 10⁹ m³ por año, convertida en recursos hídricos renovables totales de 26.27 10⁹ m³ por año (FAO 2023).

Gráfico 2. El Salvador comportamiento del volumen de agua per cápita en 55 años



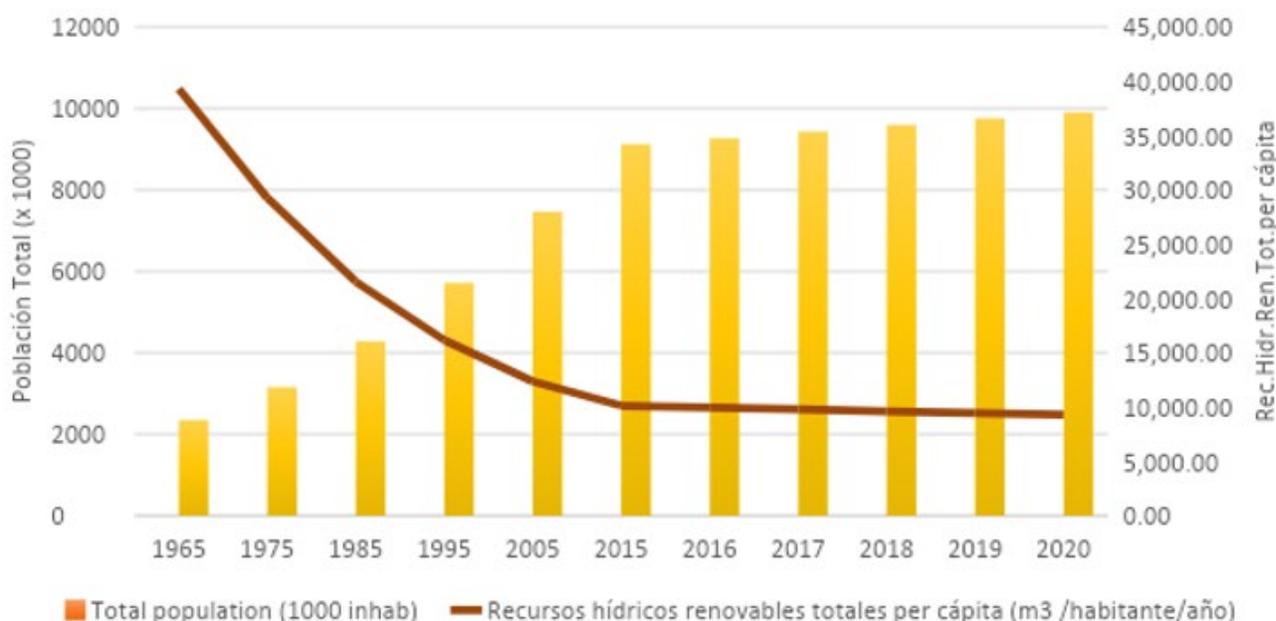
El gráfico muestra el comportamiento de los valores registrados de recursos hídricos renovables totales per cápita (m³/habitante/año) para los 50 años transcurridos entre 1965 – 2015, y los cinco años entre 2016 – 2020. En estos 55 años, cada habitante salvadoreño pasó de disponer de 8 206.01 m³/habitante/año en 1965, cuando la población total era de 3, 201, 310 habitantes, hasta 4 050.13 m³/habitante/año en el 2020, con la población de 6, 486, 210 personas. La disminución de disponibilidad teórica de agua per cápita registrada es de 4 155.88 m³/habitante/año, o de 50.64 % en el período de 55 años considerado.



1.3. HONDURAS

La precipitación media anual en volumen a largo plazo registrada sobre Honduras para el periodo 1965 – 2020 es de 222.28 109 m³ por año, convertida en recursos hídricos renovables totales de 92.16 109 m³ por año (FAO 2023).

Gráfico 3. Honduras comportamiento del volumen de agua per cápita en 55 años



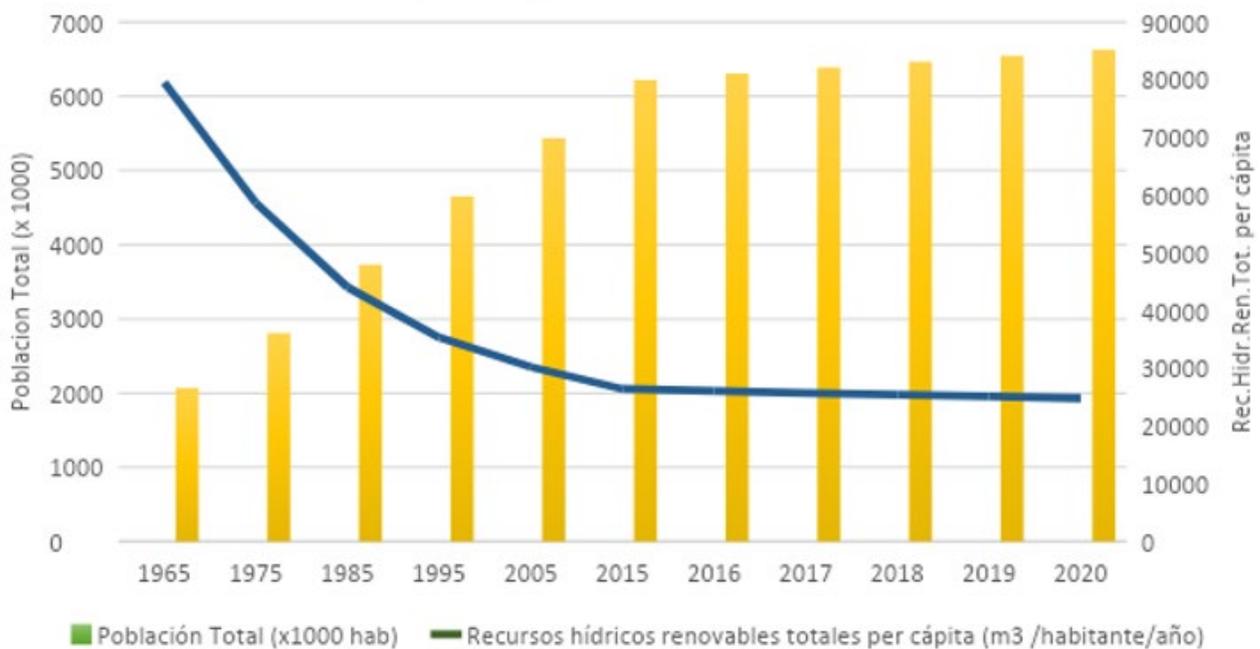
El gráfico muestra el comportamiento de los valores registrados de recursos hídricos renovables totales per cápita (m³/habitante/año) para los 50 años transcurridos entre 1965 – 2015, y los cinco años entre 2016 – 2020. En estos 55 años, cada habitante hondureño pasó de disponer de 39 285.34 m³/habitante/año en 1965, cuando la población total era de 2, 346, 020 habitantes, hasta 9 305.16 m³/habitante/año en el 2020, con la población de 9, 904, 610 personas. La disminución de disponibilidad teórica de agua per cápita registrada es de 29 980.18 m³/habitante/año, o de 76.31 % en el período de 55 años considerado.



1.4. NICARAGUA

La precipitación media anual en volumen a largo plazo registrada sobre Nicaragua para el periodo 1965 – 2020 es de 297.24 10⁹ m³ por año, convertida en recursos hídricos renovables totales de 164.52 10⁹ m³ por año (FAO 2023).

Gráfico 4. Nicaragua comportamiento del volumen de agua per cápita en 55 años



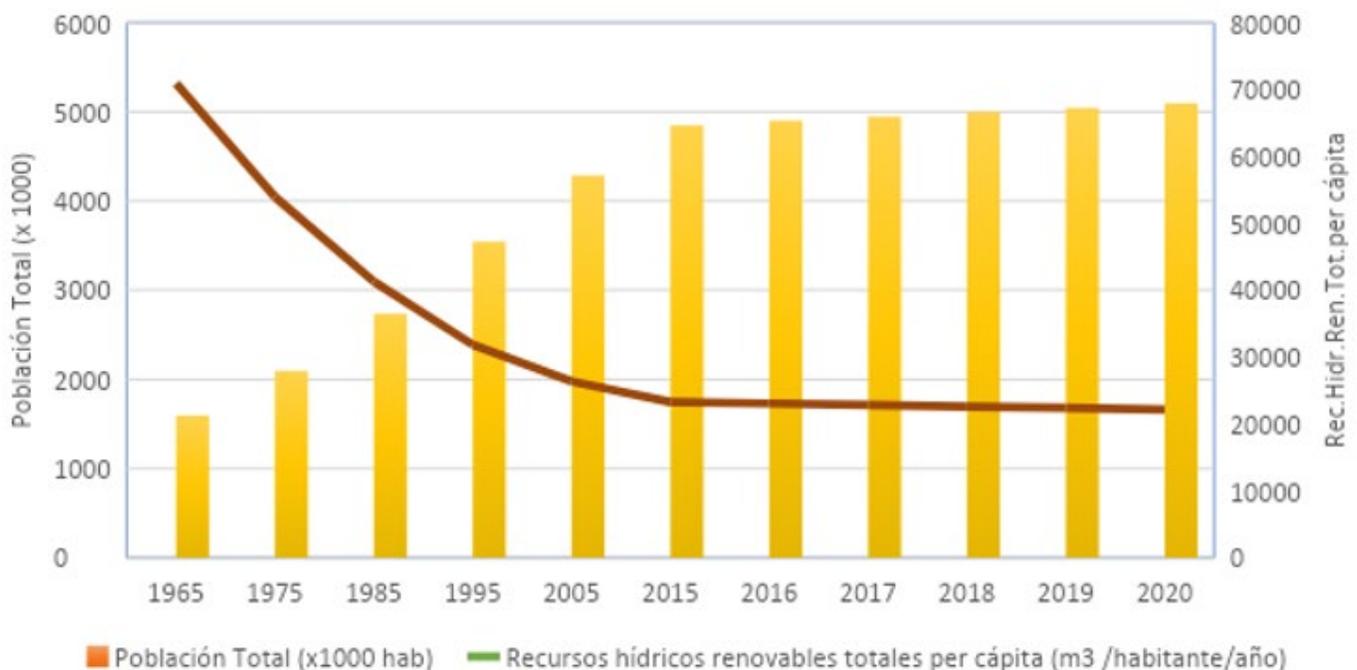
El gráfico muestra el comportamiento de los valores registrados de recursos hídricos renovables totales per cápita (m³ /habitante/año) para los 50 años transcurridos entre 1965 – 2015, y los cinco años entre 2016 – 2020. En estos 55 años, cada habitante nicaragüense pasó de disponer de 79 540.47 m³ /habitante/año en 1965, cuando la población total era de 2, 068, 380 habitantes, hasta 25 134.82 m³ /habitante/año en el 2020, con la población de 6, 545, 500 personas. La disminución de disponibilidad teórica de agua per cápita registrada es de 54 405.65 m³ /habitante/año, o de 68.39% en el período de 55 años considerado.



1.5. COSTA RICA

La precipitación media anual en volumen a largo plazo registrada sobre Costa Rica para el período 1965 – 2020 es de 149.52 109 m³ por año, convertida en recursos hídricos renovables totales de 113.0 109 m³ por año (FAO 2023).

Gráfico 5. Costa Rica comportamiento del volumen de agua per cápita en 55 años



El gráfico muestra el comportamiento de los valores registrados de recursos hídricos renovables totales per cápita (m³ /habitante/año) para los 50 años transcurridos entre 1965 – 2015, y los cinco años entre 2016 – 2020. En estos 55 años, cada habitante costarricense pasó de disponer de 70 942.42 m³ /habitante/año en 1965, cuando la población total era de 1, 592, 840 habitantes, hasta 22 182.45 m³ /habitante/año en el 2020, con la población de 5, 094 120 personas. La disminución de disponibilidad teórica de agua per cápita registrada es de 48 759.97 m³ /habitante/año, o de 68.73 % en el período de 55 años considerado.

EL COMPORTAMIENTO DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA PER CÁPITA EN LA REGIÓN

Se decidió ampliar la visión del comportamiento del volumen de agua per cápita enfocado en el quinquenio 2016 – 2020 de los cinco países en este estudio, mostrando datos para el medio siglo transcurrido desde 1965, ya que así se ilustra tendencias muy claras permitiendo comprender cómo se ha comportado en el corto tiempo de poco más de cinco décadas la disponibilidad teórica del agua en la región. Esto ha ocurrido durante el periodo normal de vida de personas maduras en la región que aún están vivas al presente, información cotidiana que no obstante falló en alcanzar la notoriedad de titulares en los diarios. Centroamericanos nacidos hacia 1965, enfrentan hoy severa reducción en el acceso a su patrimonio hídrico, desde un 50% hasta un 76% de pérdida en el acceso al agua. Los cinco países muestran tendencia preocupante en la reducción en la disponibilidad teórica de recursos hídricos renovables totales per cápita en los últimos cincuenta y cinco años según los registros de FAO AQUASTAT:

Tabla 1. El comportamiento de la disponibilidad de agua por país

PAÍS	1965 (m ³ /hab/año)	2020 (m ³ /hab/año)	Disminución (m ³ /hab/año) 1965 -2020	Reducción de disponibilidad en 55 años (%)
Guatemala	26 266.420	7 139.60	19 126.82	72.81%
El Salvador	8 206.01	4 050.13	4 155.88	50.64%
Honduras	39 285.34	9 305.16	29 980.18	76.31%
Nicaragua	79 540.47	25 134.82	54 405.65	68.39%
Costa Rica	70 942.42	22 182.45	48 759.97	68.73%

Aunque el aumento de la población es un factor importante en el cálculo de la reducción de la disponibilidad teórica, tanto la precipitación media anual en volumen a largo plazo como los recursos hídricos renovables totales muestran estabilidad. No obstante, son cifras globales por país, sin considerar las características físico naturales particulares de cuencas hídricas en determinadas zonas secas u otras sumamente lluviosas, ni los efectos de variabilidad climática o dispersión espacio temporal de las lluvias. Las demandas de volúmenes de agua para actividades agrícolas, agroindustriales o de consumo humano, obligan el análisis cuidadoso de la disminución real y planificar adecuadamente soluciones necesarias para mejorar el acceso real al agua disponible para los diferentes usos de la población.

Una consideración particular sobre la cantidad disponible actual para cada habitante centroamericano, es que a pesar de la comparativa cantidad enorme disminuida de agua por persona en este corto periodo, aún se dispone actualmente de cantidades importantes por persona anualmente. En comparación con la situación predominante en países como Marruecos e Israel, por ejemplo, situados en los extremos occidental y oriental del Mar Mediterráneo, el capital hídrico para 2020 ha sido respectivamente de 785.68 y 205.65 m³ /habitante/año, ambos calificados bajo estrés hídrico severo.



2. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO URBANA Y RURAL

La noción de la calidad del agua se basa en el conjunto de las características y condiciones físicas, químicas, biológicas, microbiológicas, organolépticas que presenta el agua y que la hacen apta para su aplicación particular en uno o más usos o servicios. De esta forma, agua cuya composición resulta excelente para acuicultura, irrigación en agricultura o servicios ecosistémicos, por ejemplo, podría ser no inocua para humanos y por tanto inadecuada para uso potable, a menos que reciba el tratamiento técnicamente apropiado.

Mientras que el origen de todas las aguas superficiales y subterráneas es la precipitación pluvial que aporta los ingentes volúmenes líquidos que recibe Centroamérica descritos en la sección anterior y cuya naturaleza es casi pura al momento de precipitarse, el comportamiento de su tránsito o ciclo del agua a través del ecosistema incorpora minerales y elementos que modifican su composición, incluyendo posiblemente sustancias nocivas que la contaminan. Siendo el agua el solvente universal, en la naturaleza no existe como agua químicamente pura, ya que es capaz de disolver la mayoría de los elementos. Por esta razón, el agua limpia es susceptible de contaminarse con sustancias indeseables muy fácilmente. En cada etapa de su circulación incorpora sustancias y residuos en forma de gases, líquidos y sólidos que encuentra a su paso en los gases atmosféricos del aire, suelos, subsuelo y otras matrices orgánicas e inorgánicas. En esta multidimensionalidad del agua, además del mencionado ciclo hidrológico que prosigue eternamente con o sin actividad humana, participamos en el Ciclo Hidrosocial, que “plantea una ciencia cuyo campo es definido entre lo hidrológico y lo social y, por lo tanto, se presenta como un medio de producir conocimiento crítico sobre la naturaleza social del agua” (Larsimont y Grosso 2014).

El criterio de ‘Agua potable’ o «aguas destinadas al consumo humano»: incluye

- a) todas las aguas, ya sea en su estado original, ya sea después de tratamiento, para beber, cocinar, preparar alimentos u otros usos domésticos, sea cual fuere su origen e independientemente de que se suministren a través de una red de distribución, a partir de una cisterna o envasadas en botellas o recipientes de diversa índole;

- b) todas las aguas utilizadas en empresas alimentarias, farmacéuticas o sanitarias para fines de fabricación, tratamiento, conservación o comercialización de productos o sustancias destinados al consumo humano.

Los problemas que modifican la calidad del agua en Centroamérica, se resumen de la siguiente forma:

Eutrofización

Con frecuencia, la eutrofización de cuerpos de agua receptores se caracteriza como cultural, lo que significa que el fenómeno se establece artificialmente por un exceso de nutrientes en las aguas que son vertidos por las actividades agropecuarias e industriales, o por la llegada de descargas de aguas grises o negras.

La eutrofización, enriquecimiento trófico y pérdida de calidad y degradación de lagos, lagunas u otros humedales es causada por la contaminación por fuentes no puntuales o difusas, que por sí misma crea problemas complejos de calidad del agua. La contaminación por fuentes no puntuales implica la presencia de residuos y contaminantes que son difíciles de regular directamente, porque es imposible identificar sus puntos de origen y establecer las responsabilidades del caso.

Contaminación por fuentes no puntuales o difusas

A diferencia de la contaminación puntual, que procede de una ubicación identificable como la descarga de aguas residuales a través de una tubería de descarga, lo que facilita en cierta medida el control por las autoridades y aplicación de normas reglamentarias, la contaminación por fuentes no puntuales incluye la escorrentía de las tierras de las cuencas hídricas erosionadas, modificadas o degradadas de algún otro modo; la escorrentía de las tierras agrícolas que contienen los residuos de fertilizantes, plaguicidas u otros agroquímicos, o pecuarias cargadas de materia orgánica y excrementos de ganadería.

Productos químicos agrícolas

Los productos químicos agrícolas (principalmente fertilizantes y biocidas o plaguicidas) son xenobióticos, resultando difíciles de controlar debido a que los propios productos químicos activos pueden ser perjudiciales para el medio ambiente o la salud humana, aún en altas diluciones cuyas concentraciones son muy bajas. La complejidad de la composición química de los componentes activos en biocidas y las interacciones en el medio acuático es un fenómeno mundial consecuencia del interés económico en el aumento de la producción agrícola, cuya industria fabricante de fertilizantes y biocidas se ha desarrollado mucho desde el siglo pasado. La complejidad de la composición de estos tóxicos causa que la identificación y cuantificación de los residuos de dichas sustancias disueltas en el agua requiere capacidad científica técnica costosa y monitoreo específico, usualmente carente en nuestro medio.



Por «biocidas» se entiende:

- insecticidas orgánicos,
- herbicidas orgánicos,
- fungicidas orgánicos,
- nematocidas orgánicos,
- acaricidas orgánicos,
- alguicidas orgánicos,
- roenticidas orgánicos,
- molusquicidas orgánicos,
- productos relacionados (entre otros, reguladores de crecimiento) y sus pertinentes metabolitos y productos de degradación y reacción.

La presencia y concentración de los residuos de estas sustancias en aguas naturales, causan contaminación química, con potencial para contaminar aguas de consumo humano desde los cursos de agua y los cuerpos de agua naturales de forma casi ilimitada, pudiendo atravesar procesos de depuración tradicionales y llegar al agua destinada al consumo humano. La contaminación del agua con productos químicos es omnipresente y se encuentra en toda Centroamérica en diferentes grados de severidad.

Contaminantes químicos

Los contaminantes químicos pueden encontrarse en los suministros de agua como resultado de su introducción a través de procesos naturales o por fuentes antropogénicas. Se han registrado y patentado más de 100,000 sustancias químicas comerciales que se utilizan en productos de fabricación (Schwarzman y Wilson, 2009), muchas de las cuales penetran en cuerpos de agua naturales. Como consecuencia, organizaciones reguladoras internacionales han establecido límites en cuanto a la presencia y concentración de estos contaminantes que puede permitirse en el agua potable, aunque en la práctica muchos de estos límites permisibles son fijados por razones económicas en razón al costo de depuración del agua más que por criterios estrictamente sanitarios, sin que realmente exista certidumbre absoluta de su inocuidad total.

Contaminantes emergentes

Además de los ya mencionados químicos y biocidas, cada día surgen nuevos productos químicos en los sectores médico farmacéutico (humano y veterinario), agrícola, industrial y tecnológico. Aunque muchos de estos productos buscan dar soluciones a problemas de salud, los residuos de muchos de estos contaminantes aparecen poco después en los cursos y en los cuerpos de agua, a los que llegan con la orina y heces de los pacientes que los consumen, superando los tratamientos en las plantas residuales y apareciendo luego en los cuerpos de agua receptores. El número de sustancias que pueden considerarse emergentes es indeterminado e incluye fármacos de uso humano o veterinario; plaguicidas, antiparásitos y otros biocidas; aditivos de materiales empleados como antioxidantes, retardantes de llama, plastificantes, protectores anticorrosivos; productos del hogar como detergentes, cosméticos, fragancias, cremas; drogas. Los efectos que sobre los organismos acuáticos causan muchos residuos de productos farmacéuticos como analgésicos, ansiolíticos, antibióticos, antihipertensivos, hormonas esteroideas, drogas ilícitas, es sumamente severo y aún desconocido en muchos casos.

Otros contaminantes modernos, como los compuestos polifluoroalquilados y perfluoroalquilados, o más conocidos como PFAS, son un grupo de sustancias químicas sintéticas que, debido a su resistencia térmica y estabilidad, se le ha dado diferentes aplicaciones industriales y de consumo desde la década de los años cuarenta del siglo pasado.

Sus características químicas —excelentes para la fabricación de productos repelentes al agua y al aceite— le otorgan persistencia y bioacumulación en las cadenas tróficas que ha despertado la preocupación de las autoridades sanitarias y ambientales. Su exposición a través del agua para consumo y los alimentos y el conocimiento de su toxicidad en el medioambiente y la salud, ha hecho que en la última década se hayan acelerado las medidas para poner freno a su uso. La Organización Mundial de la Salud (OMS) clasifica al sulfonato de perfluorooctano (PFOS) y el ácido perfluorooctanoico (PFOA) como sospechosos de ser cancerígenos, presuntos reprotóxicos y nocivos para la población vulnerable (Zarza, 2023). Contaminantes como el BPA (Bisphenyl A), causante de disrupción endocrina, ligado a casos de cáncer ovárico y de mama, tiroides y problemas metabólicos, contamina el agua por colorantes sintéticos tóxicos durante el lavado de telas. (Nat. Geogr. 2023).

Salinización

Todas las aguas naturales contienen algunas sales disueltas. Cuando el agua se evapora, o transpira en el caso de la agricultura, las sales permanecen, y tienden a concentrarse progresivamente.

Desechos de Minería y otros residuos industriales

La minería produce desechos que constituyen un riesgo elevado para la calidad del agua debido a la concentración de compuestos metálicos y de otro tipo que pueden ser movilizados por la precipitación y el transporte de agua a través del suelo. Estos desechos pueden ser particularmente difíciles de manejar porque las fuentes son a veces difusas, como ocurre con el drenaje ácido de minas, y los lixiviados que se percolan a las aguas subterráneas desde las presas de cola.

Las actividades mineras y los residuos industriales son los principales generadores de metales pesados (por ejemplo, Cr, Ni, Cu, Pb, Hg) y sus efectos tóxicos para la salud en los seres humanos se han documentado extensamente. El uso artesanal e industrial minero del cianuro y mercurio constituye un problema particular de consideración sanitaria y ambiental.



Contaminación natural

Aunque impropriadamente denominada, la contaminación natural también supone una amenaza para la calidad del agua. Entre los contaminantes más comunes están los fluoruros, el boro y el arsénico, de origen volcánico muy común en Centroamérica.

Sedimentación

La sedimentación es un proceso natural de deposición del desgaste del paisaje y desplazamiento del material. Sin embargo, la mala gestión de las tierras de las cuencas hídricas y de los cursos de agua puede dar lugar a una movilización excesiva de sedimentos y a tasas aceleradas de su transporte, también asociado al desplazamiento de contaminantes.



Contaminantes biológicos

La contaminación biológica de aguas es causada básicamente por la presencia de excrementos humanos o de origen animal, y está habitualmente asociada a la rápida urbanización y la falta de tratamiento adecuado de las aguas servidas.

La presencia de microorganismos patógenos en el agua de consumo, especialmente, en el sector rural, suele ocurrir por la contaminación de aguas subterráneas someras que alimentan a pozos domiciliarios excavados, por el uso de letrinas. El fecalismo al aire libre resulta también de consideración.

En las aguas con contaminación biológica, ricas en materia orgánica de origen doméstico, proliferan organismos patógenos con capacidad de causar distintas afecciones incluyendo alergias, diarrea, tifus, cólera, entre otras.

Los principales microorganismos causantes de dichas enfermedades son:

Bacterias: E. coli patógenos, Salmonella typhi, Shigella spp. , Vibrio Cholerae , Yersinia enterocolítica , Pseudomonas aeruginosa.

Virus: Poliovirus , Virus de hepatitis A, Enterovirus, Rotavirus.

Protozoos: Entamoeba histolytica, Giardia ssp. , Cryptosporidium ssp

Por esta razón, los requisitos de calidad para el agua de consumo humano exigen desinfección mediante floculación, filtración y adición de cloro, como medidas mínimas según el caso. En general, como se verá en la siguiente sección, las normativas nacionales en Centroamérica establecen que el agua es apta bacteriológicamente para consumo si se encuentra exenta de microorganismos patógenos de origen entérico y parasitario intestinal. El agua y los alimentos son las dos principales vías para la ingesta de microorganismos gastrointestinales patógenos, cuyos reservorios son los humanos, los animales y el medio ambiente.

A pesar que existe reglamentación en todos los países, la falta de control sobre las descargas de aguas residuales sin el tratamiento adecuado en los cuerpos de agua, es la causa principal del deterioro de su calidad. Esto se debe en parte a que el crecimiento urbano y de la población en general ha provocado una mayor presión sobre las fuentes de agua, sobre todo por la generación de aguas residuales que no reciben el tratamiento adecuado.

Partículas Suspendidas Totales (PST) en el aire

La contaminación del aire también es causa de contaminación del agua. La contaminación del aire, se puede definir como la presencia en la atmósfera de uno o más elementos, en cantidad suficiente, con capacidad de causar efectos indeseables tanto en el ser humano, la vegetación, los animales, y las estructuras artificiales. Estos elementos pueden ser polvo, gases diversos, humo o vapor.

Los sólidos suspensos o material particulado, está constituido por cenizas y hollín, los desechos parcialmente quemados en el humo de escape de motores de combustión interna, se desplazan en el aire y tienden a precipitarse al suelo, desde donde es arrastrado por la escorrentía a los cuerpos receptores. Así contaminan tanto los suelos como el agua, superficial y subterránea. El término "material particulado" incluye partículas sólidas o líquidas que, por su pequeño tamaño, permanecen suspendidas en el aire cierto tiempo. Estas partículas incluyen polen, material biológico microscópico, polvo, recirculación de suelo, hollín y otros pequeños sólidos. En el ambiente urbano se originan fundamentalmente a partir de resuspensión de suelo, quema de combustibles en fuentes móviles e industrias, incineración no controlada, algunos procesos industriales y quema de leña.

Las partículas suspendidas forman una mezcla compleja de materiales sólidos y líquidos, que pueden variar significativamente en tamaño, forma y composición, dependiendo fundamentalmente de su origen. Su tamaño varía desde 0.005 hasta 100 μm de diámetro aerodinámico (da), esto es, desde unos cuantos átomos hasta el grosor de un cabello. Las partículas de diámetro mayor a 100 μm no pueden mantenerse en suspensión (son partículas sedimentables). El tamaño es el parámetro más importante de las partículas en términos de su comportamiento y, por lo tanto, de su distribución en la atmósfera.

Las partículas finas (PM10: Partículas Menores a 10 micras, PM2.5: Partículas Menores a 2.5 micras) tienen períodos de vida media en la atmósfera de días a semanas, viajan distancias de 100 km o más, y tienden a ser espacialmente homogéneas en áreas urbanas, por lo que sufren transformaciones que normalmente ocurren durante períodos de estancamiento atmosférico o durante el transporte a largas distancias. En cambio, las partículas gruesas generalmente se depositan más rápidamente, con una vida media en la atmósfera de sólo minutos u horas y, por ello, presentan mayor variabilidad espacial dentro de una misma región (World Health Organization 2021).

Las partículas pueden tener un origen antropogénico o natural. De forma natural provienen de erupciones volcánicas, tormentas de polvo (tolvaneras), incendios forestales o rocío marino. De forma antropogénica provienen principalmente de la quema de combustibles fósiles, por lo que el transporte motorizado juega un rol importante en la contaminación del agua. Cerca de 25% de todas las emisiones de CO₂ (dióxido de carbono) relacionadas con la energía provienen del transporte.

La porción de material particulado proveniente de la combustión incompleta de combustible fósil contiene una concentración de carbono orgánico en su composición. Este parámetro se puede evaluar a través de diferentes métodos que permiten estimar su concentración en el aire. Usualmente se lo conoce como carbón negro y es uno de los mayores contribuyentes del particulado fino; es suficientemente pequeño como para ser inhalado.

El presente análisis valora cómo los problemas ya mencionados modifican o disminuyen la calidad del agua para uso potable en los cinco países en los que se enfoca este estudio.

Tabla 2. Problemas de contaminación que degradan la calidad del agua en Centroamérica

	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica
Eutrofización	X	X	X	X	X
Contaminación difusa	X	X	X	X	X
Plaguicidas / biocidas	X	X	X	X	X
Contaminantes emergentes	X	X	X	X	X
Desechos de minería Metálica	X	X	X	X	X
Erosión / Sedimentación	X	X	X	X	X
Contaminantes Biológicos / microbiológicos	X	X	X	X	X
Desechos Industriales líquidos y sólidos	X	X	X	X	X
Desechos urbanos Municipales	X	X	X	X	X
Deforestación	X	X	X	X	X
Contaminación por hidrocarburos	X	X	X	X	X
Contaminación por material Particulado sedimentable aéreo	X	X	X	X	X



3. SANEAMIENTO URBANO Y RURAL EN LA REGIÓN

3.1. GUATEMALA

De toda el agua utilizada en el país, se generan anualmente alrededor de 1,540 millones de m³ de aguas residuales, conducidas en sectores urbanos al alcantarillado sanitario pero en su mayoría son vertidas sin tratamiento a cuerpos de agua receptores. Alrededor del 5% solamente de las aguas residuales reciben tratamiento (SEGEPLAN 2007).

Son evidentes los signos de deterioro cualitativo y agotamiento de los recursos hídricos en Guatemala. Abordar con propiedad el conocimiento sobre la disponibilidad temporal y espacial de estos recursos como la base para la gestión del territorio es un tema urgente e impostergable (Funcagua) 2022.

Guatemala contaba hace diez años con 205 plantas de tratamiento de aguas residuales (FOCARD – APS 2013), con capacidad de depurar en volumen 33.11 millones de m³ al año de las 238 millones de m³ al año de aguas residuales transportadas por el alcantarillado sanitario. El volumen de aguas residuales crudas arrojadas al ambiente sin posibilidad de tratamiento en ese momento era de 204.89 millones de m³ al año.

3.2. EL SALVADOR

Los principales problemas de la calidad del agua se encuentran directamente asociados al bajo nivel de tratamiento de las aguas residuales e industriales y a la reducida utilización de las aguas tratadas, a las actividades extractivas mineras, a vertederos de desechos sólidos abiertos, a la presencia de altas concentraciones de coliformes fecales en algunas masas de aguas subterráneas y al uso intensivo de agroquímicos en plantaciones agrícolas, principalmente en las zonas costeras donde se ha reportado un incremento notorio de afectaciones hepáticas y enfermedades renales crónicas (GWP 2011).

La cobertura del saneamiento basada en inodoro con conexión a alcantarilla reportó una disminución del 38.6% para el año 2011 y 37.4% para el año 2014; mientras que la de inodoro con conexión a fosa séptica reporta 13.2 % para el año 2011 y 14.20 % para el año 2014. El uso de letrinas de diversos tipos presenta una cobertura de 44.6% para el año 2011 y 48.4% para el año 2014. En 2011 se reportaron 58,576 familias sin servicio de saneamiento, equivalentes al 3.7% de familias que cubren sus necesidades fisiológicas al aire libre. *“Con estos datos puede observarse que aunque se tiene una disminución en cuanto a cobertura por alcantarillado, se ha experimentado un incremento en cobertura por conexión a fosa séptica y disposición en letrinas, con lo que se básicamente se ha alcanzado, de acuerdo a los informes, una cobertura de disposición y acceso a servicio sanitario o disposición de excretas del 100%, beneficiando notoriamente a la población y propiciando con ello una mejora fundamental en las condiciones de vida y con especial énfasis en la salubridad por la reducción de la contaminación directa, reducción de vectores y microorganismos patógenos”*. GWP 2016

El recurso agua en el país se encuentra contaminado, tanto el agua superficial, como el agua subterránea. Algunos acuíferos tienen sobre explotación y salinización obligando a los usuarios a perforar pozos más profundos DGFCR, (2017).

Si bien la calidad de las masas de aguas ha mejorado, es aún incipiente el tratamiento adecuado de aguas residuales, que apenas subió de 5 a 7 % en el período 2015-2017. (Secretaría Técnica y Planificación, Informe ODS 2019) .

El Salvador contaba hace diez años con 89 plantas de tratamiento de aguas residuales (FOCARD – APS 2013), con capacidad de depurar en volumen 25.86 millones de m³ al año de las 184.94 millones de m³ al año de aguas residuales transportadas por el alcantarillado sanitario. El volumen de aguas residuales crudas arrojadas al ambiente sin posibilidad de tratamiento en ese momento era de 159.08 millones de m³ al año.



3.3. HONDURAS

En cuanto a la información de la calidad de agua es importante mencionar que el país no realiza un monitoreo sistemático sobre los cuerpos de agua. Sin embargo, se puede afirmar que los ríos Choluteca, Chamelecón y Ulúa, son los casos más delicados de contaminación, ya que reciben las aguas negras de las ciudades de Tegucigalpa y Valle de Sula, reciben los desechos industriales, agroquímicos usados o fabricados en las cuencas, los depósitos de basura en sus orillas y sedimentos, entre otros (GWP 2016).

Aproximadamente sólo una tercera parte de las aguas residuales descargada por los sistemas de tratamiento realizan el proceso de desinfección o tratamiento terciario, siendo el resto la mayor parte, lo que representa una elevada carga de microorganismos patógenos al ambiente, vertida especialmente por aquellos sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas (Silva 2015).

En Honduras, el uso del inodoro conectado a alcantarilla es predominantemente urbano. El 69.7% de las viviendas tienen este sistema de saneamiento. En el área rural lo más común es encontrar viviendas que cuentan con letrinas con cierre hidráulico (35.8%), seguido por viviendas sin ningún tipo de sistema de eliminación de excretas (15.5%) y letrinas con pozo negro o simple (14.7%) GWP 2016

En el informe de CONASA (2022) se evaluó las metas de alcantarillado y saneamiento planteadas para el 2020, para área metropolitana y ciudades mayores, que aspiraba al 60 % de cobertura, y de ciudades menores (5000 hab) del 100 %. Para el área rural, tanto concentrado como disperso, la meta fijada fue del 74 %... No obstante, *“En Honduras se trata aproximadamente el 34.26 % de las aguas residuales colectadas a través de los sistemas de alcantarillado sanitario, conociéndose el tipo de tratamiento que se brinda pero desconociéndose el nivel de cumplimiento de la norma nacional de vertidos por causa de la falta de monitoreo, control y vigilancia, principalmente por la carencia de capacidades técnicas y operativas en los prestadores de los servicios para llevar a cabo el control de la calidad de estas aguas residuales, así como en los entes responsables de la vigilancia”* PLANASA 2022.

Honduras contaba hace diez años con 162 plantas de tratamiento de aguas residuales (FOCARD – APS 2013), con capacidad de depurar en volumen 52.98 millones de m³ al año de las 152.61 millones de m³ al año de aguas residuales transportadas por el alcantarillado sanitario. El volumen de aguas residuales crudas arrojadas al ambiente sin posibilidad de tratamiento en ese momento era de 99.63 millones de m³ al año.



3.4. NICARAGUA

Los problemas principales que enfrenta Nicaragua en la calidad de su agua son provocados por la contaminación debido a actividades agrícolas, residuos industriales y procesos naturales del medio geológico que afectan las aguas subterráneas, así como por la eutrofización y sedimentación de los cuerpos de las aguas superficiales. Las descargas a cuerpos de agua receptores de aguas residuales, grises y negras tanto urbanas como rurales, constituyen un problema severo que los esfuerzos de saneamiento consiguen resolver parcialmente.

El porcentaje de la población que aún practica fecalismo al aire libre ha sido reducido en algo más que la mitad de 16% desde el año 2000 a 7 % en 2015, donde prácticamente se ha podido llegar a solamente 1% en los centros urbanos, pero en lo rural existe 15% de la población donde aún practican defecación al aire libre (WHO y UNICEF, 2017).

En los municipios periurbanos de Managua, como Ciudad Sandino, se tiene un sistema de tratamiento de aguas residuales, el cual sólo le da cobertura a 49,000 de los 108,000 habitantes (2016). A pesar del tratamiento de las aguas domésticas de los habitantes de Ciudad Sandino, las cuales son vertidas en un cauce natural que tiene como disposición final el Lago Xolotlán, existen industrias maquiladoras de zona franca que vierten sus aguas residuales crudas y pluviales a este mismo cauce.

En los municipios de Tipitapa y San Rafael del Sur, el tratamiento de sus aguas residuales consiste en lagunas de estabilización, las cuales no alcanzan las remociones normadas debido a que funcionan con caudales y cargas orgánicas mucho mayores que para las que fueron diseñadas.

El Programa Integral Sectorial de Agua y Saneamiento Humano (PISASH) ha promovido desde el año 2014 programas de agua y saneamiento ejecutado por ENACAL y con un presupuesto de 405 millones de dólares en su Fase I (2014 a 2021).

Las ciudades de **Masaya** y **Granada** en 2016 cuenta con el apoyo de AECID a través del Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento (FCAS) y con financiamiento con el objetivo principal de incrementar la cobertura del servicio de alcantarillado, mejoramiento de la disposición de las aguas servidas con rehabilitación y ampliación de la infraestructura de tratamiento. Importante es la eliminación de las descargas a la Laguna Cratérica de Masaya y al Lago Cocibolca.

Aguas residuales en zonas rurales

En las zonas rurales, sobre todo de comunidades dispersas, que no poseen alcantarillado sanitario, se utilizan soluciones individuales como letrinas o fosas sépticas. Las aguas grises son vertidas al suelo directamente o corren sobre las calles hasta llegar a un cuerpo de agua o un cauce natural. En lugares donde no se cuenta con letrinas, los pobladores aún practican fecalismo al aire libre.

Nicaragua contaba hace diez años con 52 plantas de tratamiento de aguas residuales (FOCARD – APS 2013), con capacidad de depurar en volumen 71.03 millones de m³ al año de las 72.34 millones de m³ al año de aguas residuales transportadas por el alcantarillado sanitario. El volumen de aguas residuales crudas arrojadas al ambiente sin posibilidad de tratamiento en ese momento era de 1.31 millones de m³ al año.



3.5. COSTA RICA

En Costa Rica, el agua ha sido utilizada para consumo humano, agricultura, turismo, industria, transporte y generación hidroeléctrica. De estos usos, los cuatro primeros tienen el mayor potencial de alterar significativamente la calidad del agua resultante.

En Costa Rica la cobertura de saneamiento cubre a un 99,38% de la población. Siendo los servicios de alcantarillado sanitario con una cobertura de 25,56% y el de tanques, fosas sépticas, y letrinas con un 73,82 % los de mayor alcance. La cobertura de los servicios de saneamiento en Costa Rica está a cargo del AyA, la Municipalidad de Alajuela, la Municipalidad de Cartago, JASEC, ESPH, ASADAS, el MSP y en un menor grado de operadores privados. AyA, 2012.

La cobertura total de servicio sanitario en el 2015, era de 1, 436, 120 viviendas, de las que 1, 097, 531 estaban conectadas a tanques sépticos y 307, 718 viviendas a cloacas o alcantarillado.

Al presente, Costa Rica implementa su Política Nacional de Saneamiento en Aguas Residuales 2016 – 2045, un esfuerzo ambicioso de trascendencia. La Política se fundamenta en los siguientes ejes centrales:

- Fortalecimiento institucional y normativo para el saneamiento de aguas.
- Gestión integrada para el saneamiento de las aguas residuales, con Instrumentos tecnológicos para el manejo seguro de las aguas residuales, Sistema de vigilancia interinstitucional de entes generadores de aguas residuales.
- Infraestructura de saneamiento, con Sistema de vigilancia efectivo en la construcción de los sistemas de recolección y tratamiento, tanto individuales como colectivos.
- Sostenibilidad financiera y modelo tarifario de recuperación de costos.
- Participación ciudadana: Cultura para el manejo adecuado de las aguas residuales.

Se busca lograr el resultado de que los habitantes de las áreas del país de alta densidad poblacional cuenten con alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales. Los habitantes de las áreas del país de baja densidad poblacional cuenten con sistemas de saneamiento seguros que no afecten las fuentes de agua subterráneas sensibles.

Lograr, al año 2045, el manejo seguro del total de las aguas residuales generadas en el país, manejo seguro definido como: garantizar que las aguas residuales no afecten al medio ambiente, mediante sistemas de tratamiento individuales o colectivos.

Costa Rica contaba hace diez años con 40 plantas de tratamiento de aguas residuales (FOCARD – APS 2013), con capacidad de depurar en volumen 25.54 millones de m³ al año de las 86.09 millones de m³ al año de aguas residuales transportadas por el alcantarillado sanitario. El volumen de aguas residuales crudas arrojadas al ambiente sin posibilidad de tratamiento en ese momento era de 60.55 millones de m³ al año.

4. ANÁLISIS DEL ESTADO DE LAS CUENCAS HÍDRICAS O UNIDADES HIDROLÓGICAS

Mapa 1. Unidades Hidrológicas de Centroamérica



4.1 Guatemala

“La falta de cumplimiento de la reglamentación y normatividad por parte de las instituciones que por ley deben velar por la calidad del agua se derivan de una institucionalidad débil. Por ejemplo, el MSPAS no cuenta con la capacidad para cumplir lo establecido en el Código de Salud en lo referente a calidad del agua para consumo humano, ni el MARN para lo establecido en la Ley 68-86 y el Acuerdo Gubernativo 136-2006 por lo que respecta al tratamiento de aguas residuales y el monitoreo de la calidad de los cuerpos de agua superficiales.” IANAS 2019.



4.2 El salvador

Casi el 80% de las aguas de las principales fuentes superficiales del país, por ejemplo los ríos Lempa, Paz, Goascorán y Grande de San Miguel, no cumplen con los requerimientos para consumo humano, ya que presentan niveles de contaminación altos, especialmente por fenoles, coliformes fecales y DBO5 (SNET, Servicio Nacional de Estudios Territoriales, 2005). Esta situación ocurre debido principalmente a la ausencia de tratamiento de las aguas negras generadas en los principales centros de población del país, las cuales se descargan en estos ríos.

El estudio sobre calidad del agua realizado en el 2009 por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) en 55 ríos reveló que, de 124 puntos de muestra, solo en 14 se puede potabilizar el agua. Este informe detalla que únicamente de 15 sitios se puede utilizar el recurso hídrico para riego de alimentos, pues la contaminación orgánica presente limita su consumo. También determina que sólo en cuatro de los 124 sitios examinados es posible explotar el agua para la recreación por contacto directo con el agua.

De acuerdo con la ley del ambiente y el reglamento especial de aguas residuales, MARN es el responsable de supervisar la descarga de las aguas residuales. Hasta ahora, es muy limitado el cumplimiento de este mandato por parte del MARN, y hay muy poco avance en la eliminación de las fuentes de contaminación por la disposición de las descargas líquidas sin previo tratamiento. También este ministerio es el responsable de otorgar los permisos ambientales para los proyectos de infraestructura de agua potable.



4.3 Honduras

El cambio de uso de los suelos está asociado con explotaciones forestales para la exportación, iniciada con la explotación de maderas preciosas como la caoba en siglo XIX por los ingleses. Posteriormente, las compañías bananeras promovieron el clareo de los bosques latifoliados en las planicies y valles del litoral atlántico con el fin de instalar plantaciones de banano, abastecerse de madera para construcción, construcción de línea férrea y madera para exportación con lo cual se inicia la industrialización primaria a través de la instalación de aserríos mecanizados. Años después se instalaron otras empresas de capital extranjero produciendo madera para la exportación. La explotación se intensificó en los bosques de pino en las áreas accesibles a los puertos de embarque en las zonas central, atlántica y sur del país (www.faofra 2000).

El 46% de la superficie plantada con café está localizada en áreas arriba de los 1,200 msnm, por lo cual afecta mucho más a bosques nublados y de pino arriba de los 1,000 msnm. La destrucción de los bosques nublados es de particular importancia no solo por la diversidad de especies, sino por su función en la producción de agua y protección de cuencas hidrográficas.



4.4 Nicaragua

La calidad de los recursos hídricos de Nicaragua ha sido sometida a diferentes tensiones que incluyen:

- Eutrofización de las aguas superficiales.
- Influencia físico química natural por actividades geológicas asociadas a alteración hidrotermal del vulcanismo.
- Procesos de contaminación debido a la urbanización en las cuencas de las lagunas cratéricas, los dos grandes lagos nicaragüenses y aguas subterráneas.
- Contaminación por agroquímicos y fertilizantes debido a las actividades agrícolas.
- Polución de aguas superficiales originada en la minería (artesanal e industrial).
- Aumento en la sedimentación hacia las aguas superficiales debido a la masiva deforestación y cambios en usos de suelos observados en las últimas décadas.
- Salinización de las aguas subterráneas en áreas costeras y lagunas cratéricas.
- Contaminación por aguas residuales debido a inadecuado tratamiento que afecta la calidad microbiológica y química de los cuerpos receptores de agua.
- Lixiviación a aguas subterráneas y cuerpos de agua superficiales por el mal manejo de desechos sólidos.

El uso masivo de agroquímicos persistentes del grupo organoclorados inició en los años 50 sin ninguna provisión de manejo en el cultivo de algodón principalmente en el occidente de Nicaragua, departamento de León y Chinandega. El acuífero es el más importante reservorio de aguas subterráneas en el país (Delgado, 2003) se encontró evidencia de presencia de agroquímicos persistentes (organoclorados) a 12 metros debido a la aplicación de plaguicidas en el cultivo de algodón hace cinco décadas. Un problema de la zona es la existencia en abundancia de pozos excavados que no tienen medidas de control o protección ninguna.

Los residuos de plaguicidas organoclorados constituyen un problema particular, por su alta persistencia. Un estudio en el departamento de Chinandega (Montenegro et al., 2009), en localidades de antiguas plantaciones bananeras, mostró la presencia de Nemagon (DBCP) y otros organoclorados en el agua de 15 pozos de abastecimiento. Aunque el tiempo en que se aplicó el Nemagon fue hace 50 años, el principio activo DBCP puede persistir hasta 140 años debido a su baja tasa de hidrólisis.

Nicaragua es un país predominantemente agropecuario. Según el CEPAL, en el año 2015 el sector agropecuario representó 14.3% del PIB nacional e involucra 33.5 % de la mano de obra del país. Los productores nacionales utilizan agroquímicos intensamente para el control de las plagas para asegurar sus rendimientos productivos. Nicaragua inicia la importación y uso de plaguicidas en la década de 1950, principalmente para su uso en el cultivo del algodón; uno de los primeros biocidas en ser introducidos al país fue el Metil Paration, pero poco a poco fueron introducidos la mayor parte de los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP), como el DDT, toxafeno y otros; no solamente los productores de algodón utilizaron estos químicos, sino también otros productores como los de café, banano, hortalizas, arroz, frijol y maíz .

Entre 2004 y 2009, Nicaragua importó 16,290,666.45 kilogramos de plaguicidas, identificándose un total de 249 ingredientes activos; entre éstos, los principales que se observaron fueron tres herbicidas (2,4-D, Glifosato, Paraquat) y tres fungicidas (Clorotalonil, Mancozeb y Carbendazim). Las importaciones CIF de fertilizantes y agroquímico en Nicaragua han aumentado aproximadamente cuatro veces en los últimos 23 años. (REPCAR, 2010).

Metales - mercurio y arsénico

Mercurio es uno de los contaminantes metálicos con más impacto en el ambiente y la salud humana mundialmente. En Nicaragua se ha estudiado y encontrado varias fuentes de mercurio que han contaminado algunos de los recursos hídricos y se destacan tres de ellas: 1) por la minería artesanal de oro en diferentes ríos del país, 2) por procesos industriales que vertieron sus efluentes al Lago Xolotlán, y 3) por fuentes geotermales naturales debido al vulcanismo alrededor del Lago Xolotán. Se han encontrado en otras zonas el metaloide tóxico de arsénico en concentraciones que superan el valor guía de 10µg.l-1 de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) para agua potable, e igualmente con la guía canadiense de calidad de agua para la protección de la vida acuática en sistemas de agua dulces (5 µg.l-1) (CCME, 2007).



4.5 Costa Rica

Problemas principales que impactan en la calidad de agua del país:

Desecho de origen urbano: La mayoría de los ríos o pequeños arroyos urbanos han sido usados por décadas como vertederos que evacuan del área metropolitana muchos de los desechos que evidencian la mala gestión que hay de los residuos sólidos en todo el país, además de falta de sistemas funcionales de recolección y tratamiento de las aguas servidas.

Contaminación fecal: La descarga ilegal de aguas con alto contenido de materia orgánica, en muchos casos con materia fecal de origen humano. En ese aspecto, el Laboratorio Nacional de Aguas del AyA ha generado informes en los que reporta la calidad de las aguas de distintas cuencas del país, evidenciando un alto contenido de coliformes fecales en muchos de los sitios muestreados.

Contaminación por hidrocarburos de petróleo: La presencia de hidrocarburos también ha sido reportada en fuentes de agua superficiales y subterráneas (Mora-Alvarado y Portuguez,2010).

Zonas rurales: Los cultivos extensivos en área, pero intensivos en producción, como la caña de azúcar, el banano, la palma aceitera o la piña, son actividades que demandan el uso de fertilizantes y plaguicidas en abundancia.

El arsénico, un caso de importancia en salud pública. En algunas regiones de la zona norte existe arsénico de origen natural en el agua subterránea. El origen del arsénico ha sido estudiado por Alpízar y Vargas (2017).

Presencia de plaguicida: Se determinó evidencia de la contaminación de acuíferos en zonas de cultivos, en específico en las comunidades de Milano, El Cairo, La Francia y Luisiana, en el cantón de Siquirres; este acuífero fue contaminado con bromacil, un herbicida que se emplea en el cultivo de la piña. Ruepert (2011) para El Estado de la Nación recopiló la información existente sobre la incidencia de plaguicidas en aguas superficiales hasta el año 2010, todos ellos en la zona Caribe del país. De acuerdo con este trabajo, en un proyecto sobre la calidad de agua superficial y de sedimentos en ríos, realizado entre 2008 y 2011 se determinó la presencia de sustancias como bromacil, clorpirifós, diurón, fenbuconazol y endosulfán, compuestos relacionados con el cultivo de la piña y del banano.

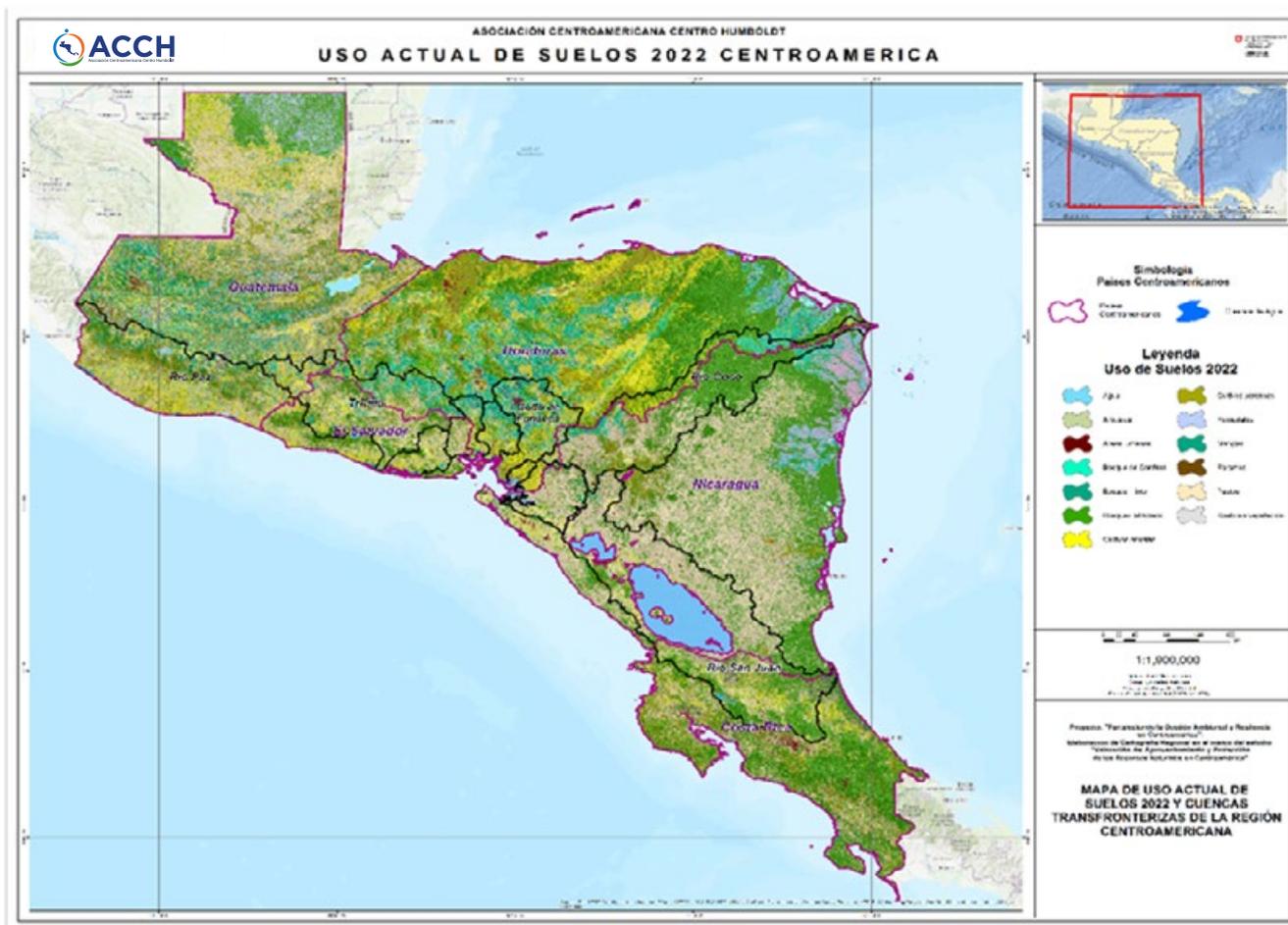
Contaminantes emergentes: Estas sustancias comprenden un amplio espectro de compuestos químicos: productos de cuidado personal, desinfectantes, perfumes, hormonas, bactericidas, surfactantes, retardantes de fuego, antibióticos.

No existe en el país regulación alguna sobre la presencia de estas sustancias en los cuerpos de agua. En un estudio de Spongberg et al. (2011) se recolectaron 86 muestras de agua superficial, tanto dulce como salobre, a lo largo de todo el país. En 77 % de las muestras se encontró doxiciclina, en 43 % sulfadimetoxina, en 41 % ácido acetil salicílico, en 34 % triclosán y en 29 % cafeína. Esta última, fue la sustancia que estuvo en mayor concentración (1,1 miligramo por litro), seguida por doxiciclina, ibuprofen, gemfibrosil, acetaminofén y ketoprofen, éstos en el orden de los microgramos por litro.

5. CUENCAS COMPARTIDAS O AGUAS TRANSFRONTERIZAS

Cuencas compartidas o Aguas Transfronterizas: Una característica importante de los recursos hídricos de la región es la forma en que los países están interconectados por 23 cursos de agua internacionales y 18 acuíferos transfronterizos. Por lo tanto, una de las características clave de la planificación y gestión de los recursos hídricos es encontrar maneras aceptables para compartir los recursos hídricos, los cuales cruzan y algunos constituyen fronteras nacionales, y aplicar los principios de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH). Son varias las iniciativas que están en marcha, pero, a nivel de la región entera, la cooperación en materia de aguas internacionales es un 'trabajo en curso'. Casi todas las grandes cuencas hidrográficas atraviesan dos o más fronteras nacionales y abundan los conflictos entre las comunidades locales y los gobiernos, algunos de los cuales datan del régimen colonial. Algunos todavía se encuentran ante tribunales internacionales para su resolución. Por lo tanto, la GIRH sigue siendo una asignatura pendiente en la región. Para algunos, la resolución de la gestión de los recursos hídricos transfronterizos no se trata tanto de cómo compartir el agua, sino de cómo llevar la paz a las comunidades en conflicto debido a otros problemas. (GWP 2017a).

Mapa 2. Uso actual de suelos 2022 Centroamérica



Cuencas o Unidades Hidrológicas Transfronterizas con mayor extensión en Centroamérica:

Cuenca	Extensión (Ha)
La Paz (Guatemala – El Salvador)	2,680,629.40
Trifinio (Guatemala – El Salvador- Honduras)	1,821,573.30
Río Coco (Honduras-Nicaragua)	2,451,056.20
Golfo de Fonseca (El Salvador – Honduras – Nicaragua)	2,116,099.38
Grandes Lagos y Río San Juan	3,242,871.63



El principal propósito de lograr un acuerdo en torno al desarrollo de los recursos hídricos transfronterizos en los estados centroamericanos es aumentar la seguridad hídrica entre los estados ribereños utilizando un enfoque de GIRH en el contexto de la legislación internacional en materia de agua. (La seguridad hídrica se entiende como: *"La capacidad de una población para salvaguardar el acceso sostenible a cantidades adecuadas de agua de calidad aceptable para todos los medios de vida, el bienestar humano y el desarrollo socioeconómico, para garantizar la protección contra la contaminación transmitida por el agua y los desastres relacionados con el agua y para la conservación de los ecosistemas en un clima de paz y estabilidad política"*). ONU-Agua, 2013.

En este sentido, la cooperación entre los estados debe ser eficaz, capaz de reducir las tensiones y fomentar un desarrollo de recursos hídricos basado en seguridad hídrica. Esto requiere que los Estados adopten una comprensión diferente de la forma en que ejercen su derecho a la soberanía, de modo que se asegure una cooperación basada en el logro de relaciones bilaterales o multilaterales continuas con beneficios específicos, recíprocos, equilibrados y medibles (Tarlock 2015).

Cuenca La Paz (Guatemala y El Salvador)

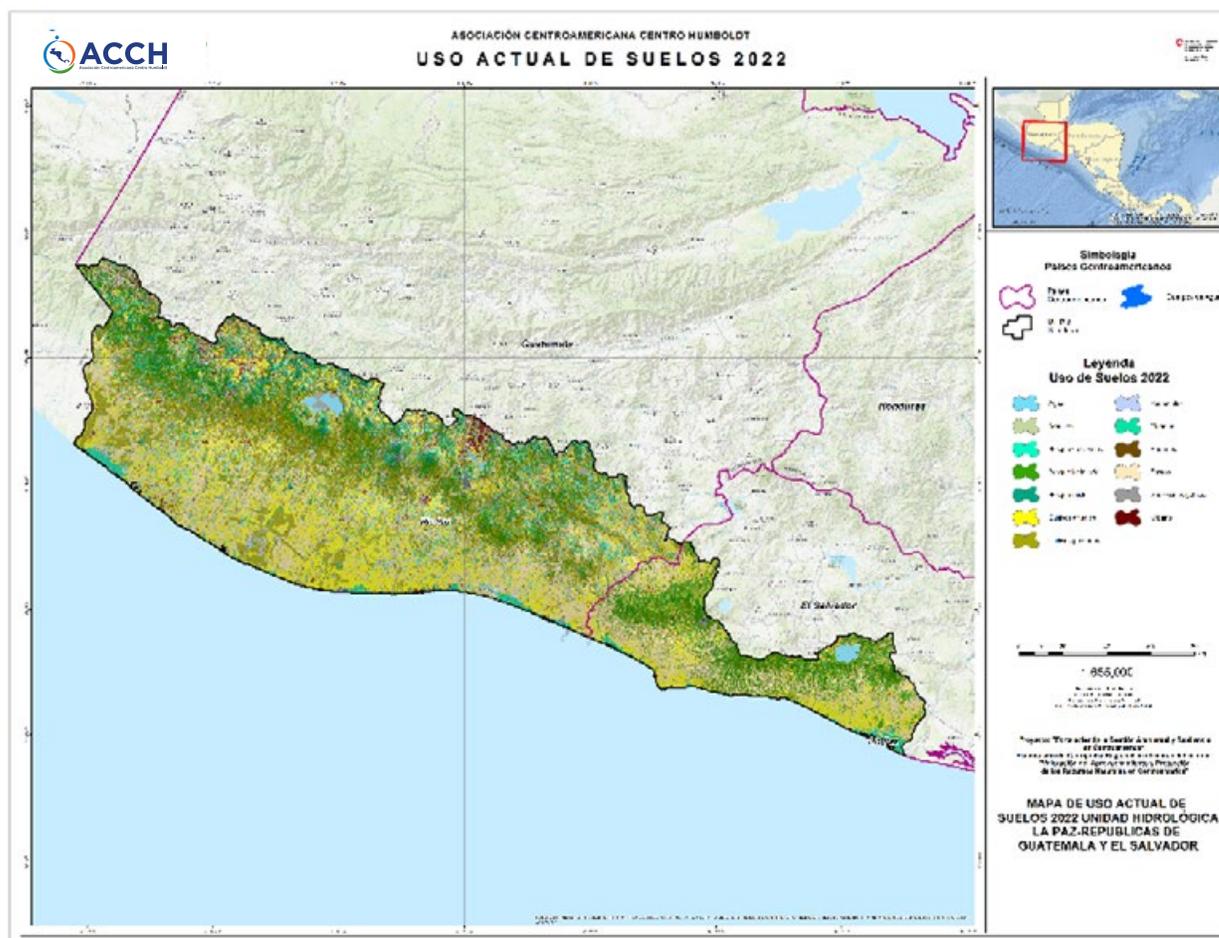


Tabla 3. Cambios de uso de suelos en La Paz (2015 - 2022)

Unidad hidrológica Transfronteriza La Paz (GTM - SLV)						
Clase de Uso	Area 2015 (Ha)	Area 2015 (%)	Area 2022 (Ha)	Area 2022 (%)	Dif 2015 - 2022	TAC (%)
Agua	27,618.18	1.0%	18,697.70	0.7%	-8,920.48	-5.4%
Arbustos	60,159.54	2.2%	50,757.57	1.9%	-9,401.96	-2.4%
Bosque de Conifera	78,792.68	2.9%	85,898.18	3.2%	7,105.50	1.2%
Bosque latifoliado	333,500.84	12.4%	209,284.85	7.8%	-124,215.98	-6.4%
Bosque mixto	153,273.55	5.7%	123,478.64	4.6%	-29,794.91	-3.0%
Cultivos anuales	508,828.40	19.0%	481,846.20	18.0%	-26,982.20	-0.8%
Cultivos perennes	649,816.39	24.2%	691,291.52	25.8%	41,475.14	0.9%
Humedales	192,405.94	7.2%	189,319.43	7.1%	-3,086.51	-0.2%
Manglar	35,508.64	1.3%	35,441.90	1.3%	-66.75	0.0%
Paramos	18,003.90	0.7%	24,159.15	0.9%	6,155.25	4.3%
Pastos	515,061.47	19.2%	678,223.45	25.3%	163,161.98	4.0%
Suelo sin vegetacion	27,102.43	1.0%	46,842.29	1.7%	19,739.86	8.1%
Urbano	80,557.44	3.0%	45,388.51	1.7%	-35,168.93	-7.9%
Grand Total	2,680,629.40	100%	2,680,629.40	100%		

Cuenca del Proyecto Trifinio (Guatemala, El Salvador y Honduras)

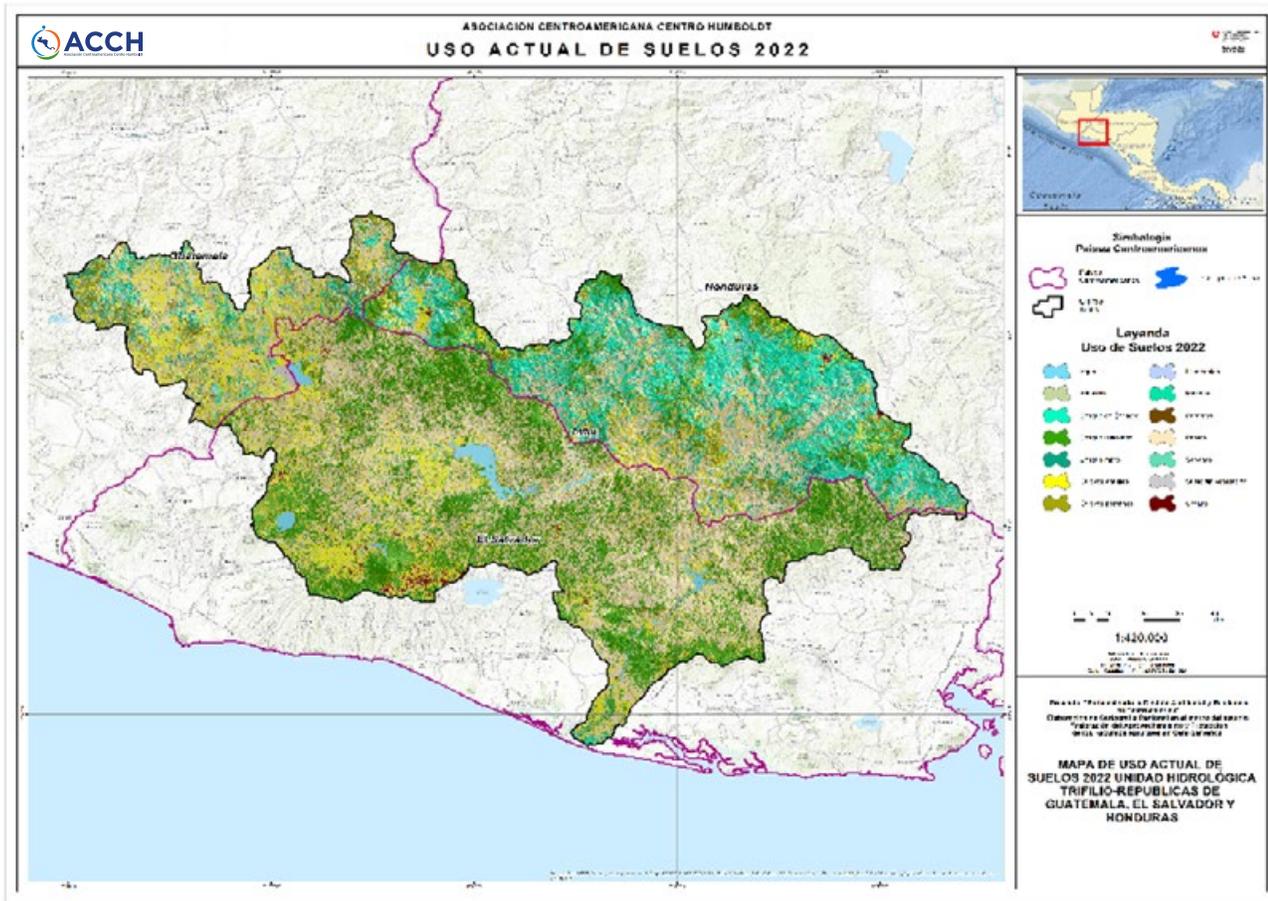


Tabla 4. Cambios de uso de suelos en Trifinio (2015 - 2022)

Unidad Hidrológica Transfronteriza Trifilio (GTM - SLV - HND)						
Clase de uso	Area 2015 (Ha)	Area 2015 (%)	Area 2022 (Ha)	Area 2022 (%)	Dif 2015 - 2022	TAC (%)
Agua	22,897.48	1.3%	22,236.30	1.2%	-661.18	-0.4%
Arbustos	23,788.97	1.3%	19,304.31	1.1%	-4,484.66	-2.9%
Bosque de Conifer	200,707.33	11.0%	212,331.15	11.7%	11,623.82	0.8%
Bosque latifoliado	430,299.25	23.6%	377,169.35	20.7%	-53,129.90	-1.9%
Bosque mixto	108,989.98	6.0%	43,581.96	2.4%	-65,408.02	-12.3%
Cultivos anuales	208,172.38	11.4%	241,029.31	13.2%	32,856.93	2.1%
Cultivos perennes	89,268.50	4.9%	184,688.87	10.1%	95,420.37	10.9%
Humedales	14,015.15	0.8%	21,476.07	1.2%	7,460.91	6.3%
Manglar	1,684.02	0.1%	8,868.38	0.5%	7,184.36	26.8%
Paramos	509.41	0.0%	2,286.42	0.1%	1,777.01	23.9%
Pastos	660,646.26	36.3%	656,251.01	36.0%	-4,395.26	-0.1%
Sabanas	22,550.76	1.2%	8,398.42	0.5%	-14,152.34	-13.2%
Suelo sin vegetación	6,767.74	0.4%	9,064.09	0.5%	2,296.36	4.3%
Urbano	31,276.07	1.7%	14,887.67	0.8%	-16,388.40	-10.1%
Grand Total	1,821,573.30	100%	1,821,573.30	100%		

Cuenca del Río Coco (Honduras y Nicaragua)

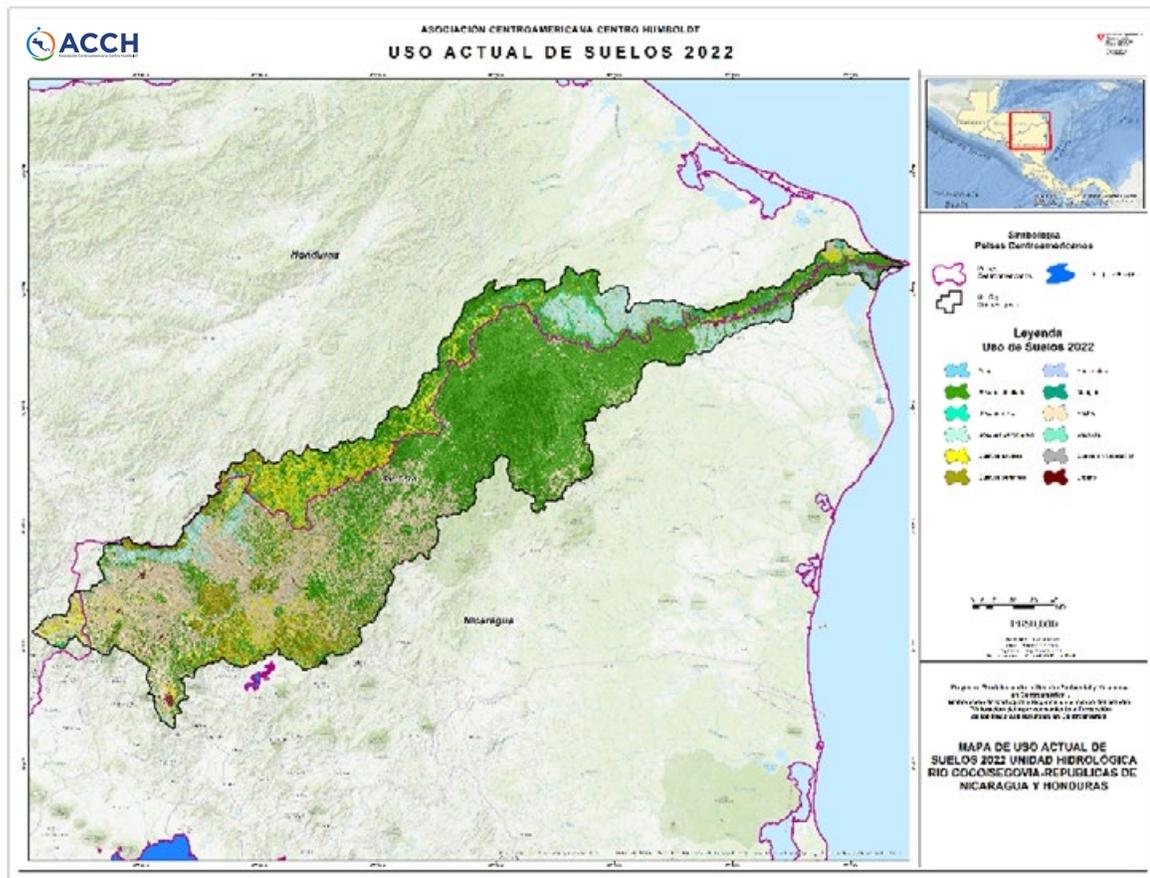


Tabla 5. Cambios de uso de suelos en cuenca del Río Coco (2015 - 2022)

Unidad Hidrológica Transfronteriza Río Coco (HND - NIC)						
Clase de Uso	Area 2015 (Ha)	Area 2015 (%)	Area (2022)	Area 2022 (%)	dif 2015 - 2022	TAC (%)
Agua	13,229.88	0.5%	18,632.84	0.8%	5,402.96	5.0%
Bosque de conifera	181,210.37	7.4%	138,990.92	5.7%	-42,219.45	-3.7%
Bosque latifoliado	1,367,177.87	55.8%	1,207,893.50	49.3%	-159,284.37	-1.8%
Bosque mixto	26,188.35	1.1%	31,198.44	1.3%	5,010.09	2.5%
Cultivos anuales	157,328.03	6.4%	212,860.88	8.7%	55,532.85	4.4%
Cultivos perennes	77,886.85	3.2%	148,726.34	6.1%	70,839.49	9.7%
Humedales	7,987.55	0.3%	12,865.89	0.5%	4,878.34	7.0%
Manglar	1,363.52	0.1%	799.57	0.0%	-563.95	-7.3%
Pastos	595,813.78	24.3%	660,975.57	27.0%	65,161.79	1.5%
Sabanas	15,972.60	0.7%	5,110.24	0.2%	-10,862.36	-15.0%
Suelos sin vegetaci	819.98	0.0%	242.01	0.0%	-577.97	-16.0%
Urbano	6,077.42	0.2%	12,759.99	0.5%	6,682.57	11.2%
Grand Total	2,451,056.20	100%	2,451,056.20	100%		

Cuenca del Golfo de Fonseca (El Salvador, Honduras, Nicaragua)

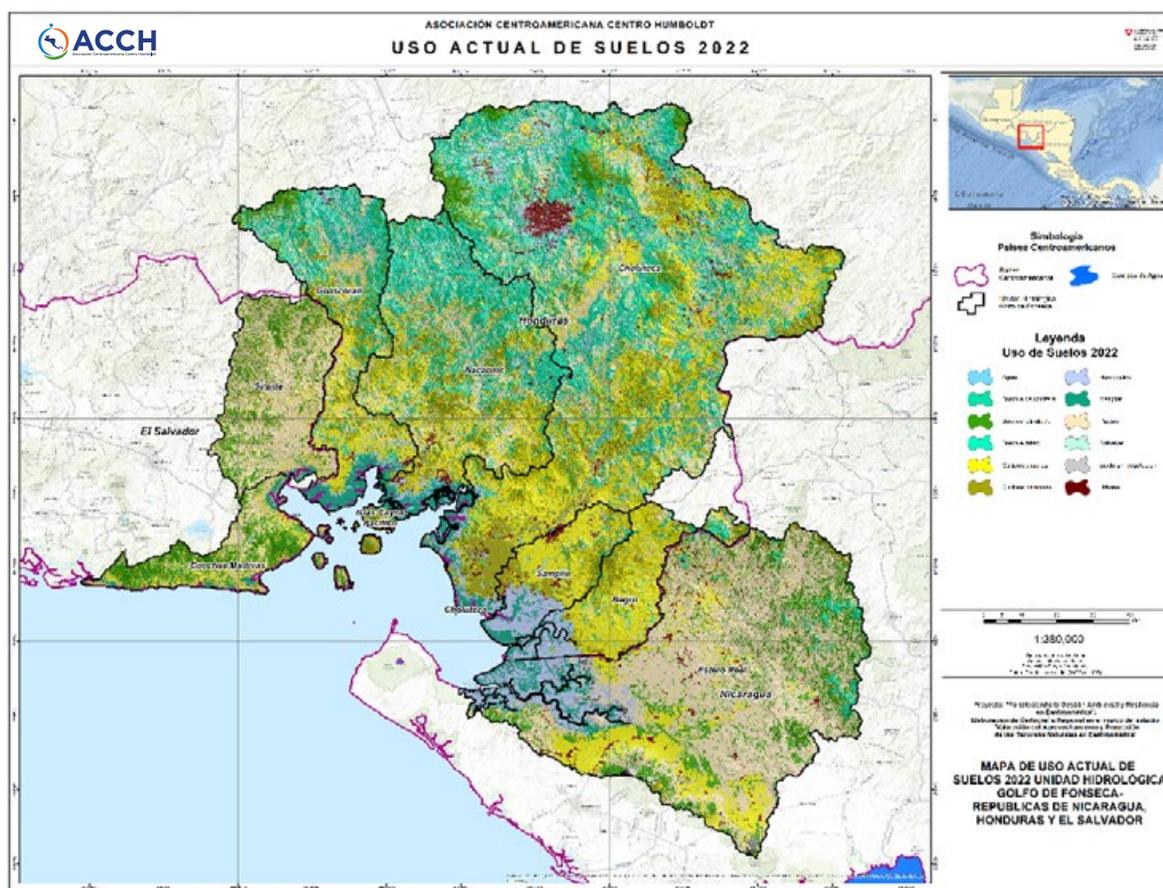


Tabla 6. Cambios de uso de suelos en cuencas del Golfo de Fonseca (2015 - 2022)

Unidad Hidrológica Golfo de Fonseca (SLV-HND-NIC)						
Uso De Suelos	Area 2015 (ha)	Area 2015 (%)	Area 2022 (ha)	Area 2022 (%)	Dif 2015 - 2022	TAC (%)
Agua	40,165.19	1.9%	12,570.81	0.6%	-27,594.38	-15.3%
Bosque de Conife	423,396.15	20.0%	339,425.32	16.0%	-83,970.84	-3.1%
Bosque latifoliad	199,005.79	9.4%	172,520.28	8.2%	-26,485.50	-2.0%
Bosque mixto	60,208.54	2.8%	61,931.01	2.9%	1,722.47	0.4%
Cultivos anuales	452,638.81	21.4%	449,171.51	21.2%	-3,467.30	-0.1%
Cultivos perennes	78,069.37	3.7%	238,647.11	11.3%	160,577.74	17.3%
Humedales	56,899.60	2.7%	87,015.92	4.1%	30,116.31	6.3%
Manglar	67,846.90	3.2%	67,587.25	3.2%	-259.65	-0.1%
Pastos	582,822.12	27.5%	603,023.20	28.5%	20,201.08	0.5%
Sabanas	100,237.29	4.7%	35,721.86	1.7%	-64,515.42	-13.7%
Suelo sin vegetaci	1,449.14	0.1%	1,260.00	0.1%	-189.14	-2.0%
Urbano	53,360.49	2.5%	47,225.12	2.2%	-6,135.37	-1.7%
Grand Total	2,116,099.38	100%	2,116,099.38	100%		

Cuenca de los Grandes Lagos y el Río San Juan (Nicaragua y Costa Rica)

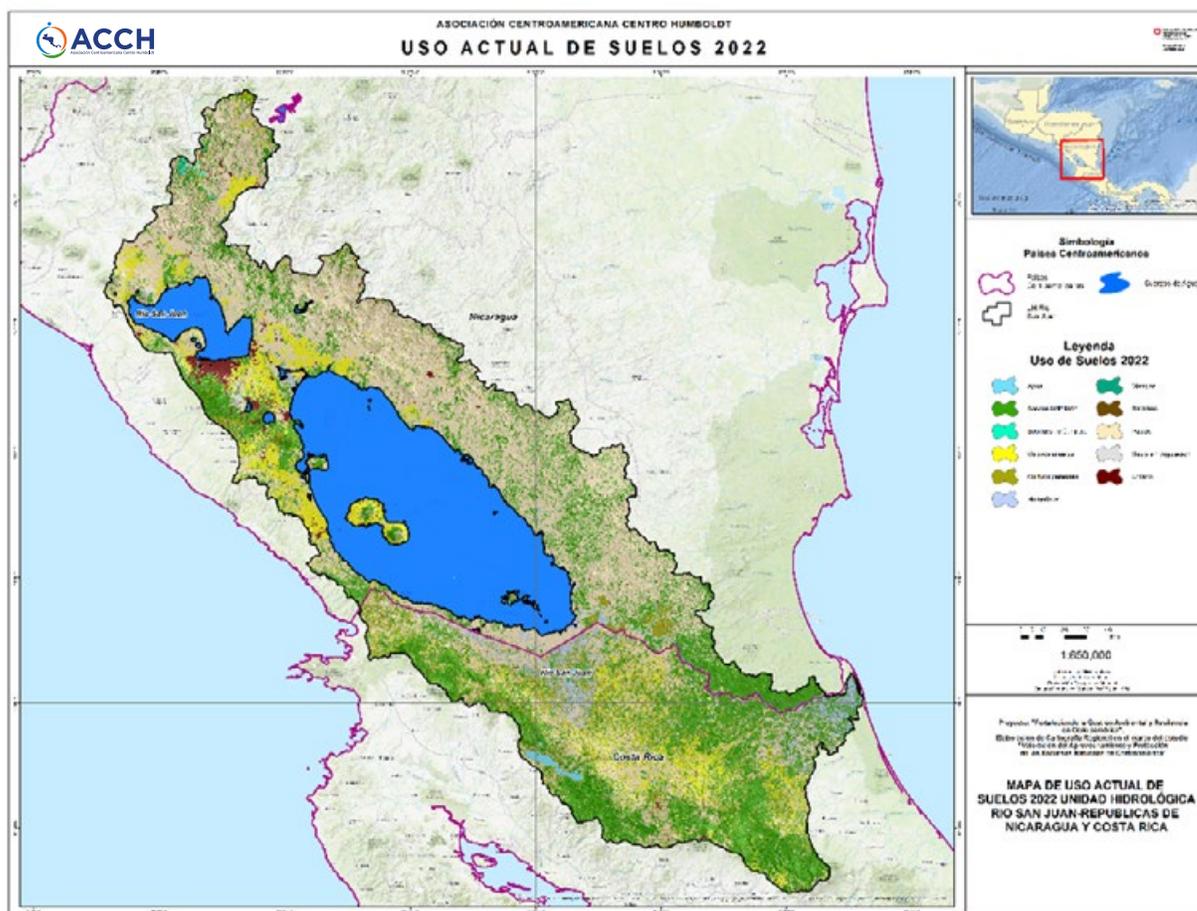


Tabla 7. Cambios de uso de suelos cuenca Grandes Lagos y Río San Juan (2015 - 2022)

Unidad Hidrológica Transfronteriza Río San Juan (Nic - CR)						
Clase de Uso	Area 2015 (Ha)	Area 2015 (%)	Area 2022 (Ha)	Area 2022 (%)	Dif 2015 - 2022 (Ha)	TAC (%)
Agua	27,130.99	0.8%	31,309.45	1.0%	4,178.46	2.1%
Bosque latifoliado	1,249,578.80	38.5%	969,327.33	29.9%	-280,251.47	-3.6%
Bosques de Coníferas	5,152.08	0.2%	4,195.93	0.1%	-956.15	-2.9%
Cultivos anuales	287,338.57	8.9%	300,827.67	9.3%	13,489.10	0.7%
Cultivos perennes	209,823.94	6.5%	307,564.180	9.5%	97,740.24	5.6%
Humedales	82,926.21	2.6%	84,694.84	2.6%	1,768.63	0.3%
Manglar	165.21	0.0%	127.96	0.0%	-37.25	-3.6%
Paramos	1,871.68	0.1%	417.03	0.0%	-1,454.65	-19.3%
Pastos	1,318,247.70	40.7%	1,489,227.57	45.9%	170,979.87	1.8%
Suelo sin vegetación	17,347.96	0.5%	7,993.48	0.2%	-9,354.48	-10.5%
Urbano	43,288.49	1.3%	47,186.19	1.5%	3,897.70	1.2%
Grand Total	3,242,871.63	100.0%	3,242,871.63	100.0%		

En la región, se cuenta con dos ejemplos de cooperación internacional: El Proyecto Trifinio (El Salvador, Guatemala y Honduras), y la Cuenca del Río Goascorán (El Salvador y Honduras), en el Golfo de Fonseca.

El proyecto Trifinio comparte territorio en Guatemala, El Salvador y Honduras, y se estableció para promover el desarrollo rural en un contexto de gran agitación política interna. Después de años de estar trabajando juntos, los gobiernos locales y municipales ahora están reorientando su atención hacia la gestión de las aguas transfronterizas que se originan en la zona. Se centra en la cabecera de cuenca de la fuente de agua superficial más importante de El Salvador, el Río Lempa. La región de Trifinio es la zona fronteriza en la que los tres países convergen alrededor de la cordillera protegida de Montecristo. También incluye la zona ecológica de bosque nuboso que comprende el Cerro Montecristo y El Pital, que juntos forman la Reserva de la Biosfera La Fraternidad y la Reserva Biológica Güisayote. Esta zona fue declarada “Reserva Internacional de La Fraternidad” en 1987 y Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en 2011.

La cuenca del Río Lempa es la fuente de agua dulce más importante de El Salvador. Es alimentado por arroyos que se originan en Guatemala y Honduras, por lo tanto, la definición de un acuerdo entre los tres estados se considera vital para El Salvador. En las comunicaciones bilaterales, El Salvador ha solicitado que tanto Guatemala como Honduras protejan, conserven y recuperen las aguas y las condiciones naturales en la parte alta de la cuenca, pero sin reconocer ni ofrecer compensación por estas acciones. Esto ha dificultado el establecimiento de acuerdos entre los países para la gestión de estas aguas.

Cuenca del Río Goascorán

La iniciativa de gestión de la Cuenca del Río Goascorán (El Salvador y Honduras) describe una estrategia basada en un mecanismo institucional de múltiples niveles con participación del público.

La cuenca del Río Goascorán es compartida por El Salvador y Honduras, y cubre un área de 2,345 km². Comprende 36 subcuencas en 39 municipios - 13 en El Salvador en los departamentos de La Unión y Morazán, y 16 en Honduras en los departamentos de La Paz, Valle, Comayagua y Francisco Morazán. Las cabeceras de los ríos se encuentran en Loma de Peñas en Honduras, y el río atraviesa tres zonas de El Salvador hasta llegar al Golfo de Fonseca y el Océano Pacífico. Las iniciativas de cooperación internacional están promoviendo esfuerzos institucionales binacionales para fomentar la cooperación en el uso de las aguas del Río Goascorán que comparten El Salvador y Honduras. (Colom, 2104).

El plan para el Río Goascorán promueve la participación pública, privada y social. Sin embargo, ni El Salvador, ni Honduras tienen un régimen jurídico especial para regular las aguas del Río Goascorán, que podrían considerarse internacionales, y ni el Tratado de Límites ni la resolución de la CIJ en 1992 tratan o resuelven el problema.



Actualmente, los estados están implementando iniciativas conjuntas como el Programa Binacional Honduras - El Salvador de Desarrollo Fronterizo (2004); han creado instituciones como la Comisión Especial de Demarcación (1986), la Comisión Binacional y el Grupo Gestor Binacional del Río Goascorán (2006); y formulado un Plan de Manejo Integral del Río Goascorán (2007).

La experiencia desarrollada en la Cuenca del Goascorán, anima la promoción de la iniciativa de desarrollar de forma similar las otras cuencas que drenan al Golfo de Fonseca.

El Golfo de Fonseca forma parte de tres países soberanos, El Salvador, Honduras y Nicaragua, países que tienen sus propios marcos legales e institucionales, no necesariamente similares en los tres países, esta asimetría plantea un reto para el desarrollo de iniciativas de carácter trinacional.

El grave problema de degradación ambiental y deterioro de los ecosistemas y agropaisajes, en la vertiente del territorio que drena al Golfo de Fonseca, es el resultado de las débiles o ausentes de medidas de protección y control ambiental, durante décadas en cada uno de los tres países. La base del capital natural, ha sido degradada como resultado de la forma primitiva de producción que ha sido empleada, como la ganadería extensiva y cambios en el uso de suelos con vocación específica, entre otros. Por lo cual, es necesario introducir modificaciones apropiadas a las prácticas productivas causantes de los daños resultantes, así como, organizar de forma moderna, los procesos productivos que además de ser amigables ambientalmente, generen resultados positivos y perdurables para el entorno ambiental, cuyo mejoramiento progresivo a su vez, apoyará la sostenibilidad de los negocios, basados en los recursos ambientales y servicios ecosistémicos.

Esto se podría resolver incluyendo acciones e inversiones para mejorar la gobernanza hídrica, a través de las intervenciones en las cuencas hídricas, por medio del fortalecimiento de los medios de vida, eslabonados horizontal y verticalmente en el territorio, enfocadas en que sus procesos productivos y sus prácticas, contribuyan a recuperar las ofertas de bienes y servicios ecosistémicos de sus paisajes, en el marco de un gran programa de rehabilitación y restauración de esos territorios, para que sus ecosistemas y agro paisajes sean más elásticos, resistentes y resilientes. Esto debería reducir la fragmentación y fragilidad de esos territorios haciéndolos menos vulnerables y más productivos.

Infortunadamente estas iniciativas no se desarrollan homogéneamente en todos los casos, tal y como lo ilustran las experiencias en la Cuenca del Río San Juan, que forma parte de la cuenca hidrográfica más grande de la región. Gran parte del recurso hídrico proviene de Nicaragua, pero Costa Rica tiene derechos de navegación. Esta es una relación que desde hace muchos años está caracterizada por tensiones y conflictos que sólo se han logrado resolver sometiendo las disputas a la jurisdicción de la Corte Internacional de Justicia. Esto aún no se ha logrado en lo que se refiere a confianza mutua y de reparto de beneficios, las cuales se consideran características distintivas de una cooperación transfronteriza exitosa.

La iniciativa del Río San Juan demuestra cómo la falta de cooperación y de voluntad política entre Nicaragua y Costa Rica llevó a un juicio internacional para resolver los conflictos.

Los Lagos Cocibolca (Lago de Nicaragua) y Xolotlán (Lago de Managua) en Nicaragua, junto con la Cuenca del Río San Juan, forman la cuenca hidrográfica internacional más grande de América Central, que incluye territorio en Nicaragua y Costa Rica (también conocida como la Cuenca de los Grandes Lagos de Nicaragua y del Río San Juan). Estos son dos países con condiciones sociales y económicas muy diferentes. Nicaragua, alberga el 73% de la población que vive en la cuenca, 55% de la cual vive en comunidades rurales. En Costa Rica, el 85% de esa población vive en zonas rurales. Ambos países explotan la agricultura y los recursos forestales para madera y energía, pero hay un desequilibrio entre ellos en cuanto a oportunidades de empleo y generación de ingresos. En Nicaragua, el transporte por agua en el Río San Juan y el Lago Nicaragua ha jugado un papel importante en el desarrollo socioeconómico y político del país.

Sin duda, la cooperación entre los países centroamericanos para aprovechar racionalmente y proteger los recursos hídricos en los territorios de las cuencas compartidas o aguas transfronterizas se dimensiona como la expresión del mejor esfuerzo regional conjunto al que puede aspirar el sistema centroamericano de integración, capaz de producir los logros previstos por los ODS para el bienestar en cada uno de los países de la región.



6. LAS AMENAZAS EXISTENTES A NIVEL REGIONAL

En Centroamérica, las modalidades de consumo y producción no sostenibles constituyen una ingente presión sobre los recursos de la tierra. El rápido deterioro del medio ambiente plantea una amenaza no solo para el bienestar social y económico sino también para la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. La expansión de la actividad humana y las modalidades de consumo y producción cada vez menos sostenibles están poniendo a prueba el medio ambiente y los recursos. (IPBES, 2019).

En cada uno de los países en la región, encontramos las siguientes amenazas severas:

- Cambio en el uso de suelos, especialmente deforestación.
- Monocultivos y ganadería extensiva.
- Erosión y sedimentación.
- Desechos y contaminación por minería metálica, artesanal e industrial.
- Eutrofización de cuerpos de agua.
- Contaminación puntual y difusa por agroquímicos, especialmente plaguicidas.
- Presencia de contaminantes emergentes en aguas de consumo, por migración desde aguas residuales.
- Contaminación biológica por aguas residuales domésticas y municipales crudas o insuficientemente tratadas.
- Contaminación por desechos industriales y municipales, sólidos y líquidos.
- Contaminación por residuos de hidrocarburos en suelos y aguas, influencia de material aéreo particulado sedimentable.

Cada una de estas amenazas se ha convertido en tensiones ambientales de consideración, convirtiendo la contaminación y degradación ambiental en un ciclo atmosférico, edáfico e hídrico, ya que los contaminantes circulan de un medio a otro. En consecuencia, la calidad del agua para diferentes usos, y la diversidad biológica en todos los ecosistemas de la región se encuentran afectados en algún grado.

La contaminación acumulada como resultado de los productos químicos y los desechos, y el clima cambiante, la pérdida de diversidad biológica, la degradación de los ecosistemas, la desertificación, la degradación de la tierra y la sequía están estrechamente relacionadas y se refuerzan mutuamente. (UNEP, 2019).

A medida que el medio ambiente se transforma, aumenta el riesgo de que se superen umbrales críticos ocasionando así alteraciones en los sistemas socioecológicos sensibles que se traducen en amenazas tales como nuevas pandemias y cambios repentinos en el suministro de alimentos (IPBES, 2019; UNEP, 2019).

La trayectoria de los cambios ambientales mundiales no está a tono con las metas y objetivos internacionales. La comunidad mundial no está cumpliendo los objetivos ambientales convenidos internacionalmente. La temperatura superficial media de la Tierra ya se ha elevado alrededor de 1 °C por encima de los niveles preindustriales. De mantenerse el ritmo actual de emisiones de gases de efecto invernadero es probable que el calentamiento alcance los 1,5 °C a principios del decenio de 2030. (IPCC, 2018).

Para combatir la degradación del medio ambiente es preciso centrar la atención de manera integral en el clima, la diversidad biológica, los productos químicos y los desechos, los recursos naturales y la contaminación (PNUMA 2021).

Reconociendo la complejidad y la interconexión del cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la contaminación, la Estrategia de Mediano Plazo concebida por el Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente se compone de siete subprogramas para la acción estrechamente relacionados:

1. Acción climática,
2. Acción en relación con los productos químicos,
3. Acción por la naturaleza,
4. Científico-normativo,
5. Gobernanza ambiental,
6. Finanzas y transformaciones económicas,
7. Transformaciones digitales.



De alta relevancia para esta sección, destacamos el subprograma Científico-normativo creado por el PNUMA. La ciencia es el fundamento de cualquier proceso de formulación de políticas y de determinación de posibles soluciones para los problemas del medio ambiente que se encara hoy. El mandato básico del PNUMA es mantener en examen la situación del medio ambiente en el mundo y fortalecer la interfaz entre la ciencia y la formulación de políticas en toda la agenda de desarrollo sostenible. El subprograma científico-normativo se centra en las siguientes medidas e intervenciones encaminadas a sustentar los logros de los subprogramas temáticos del PNUMA: Un mayor uso de la ciencia para la acción transformadora: el PNUMA proporcionará conocimientos especializados sobre cuestiones ambientales, señalando a la atención de los encargados de la formulación de políticas y los responsables de la adopción de decisiones a todos los niveles, y el público en general, las últimas evidencias científicas y los análisis multidisciplinarios sobre el estado del medio ambiente en el mundo y las tendencias conexas.

Otro Subprograma medular es el de Gobernanza ambiental, como la arquitectura institucional y jurídica necesaria para cumplir los objetivos y compromisos ambientales. El apoyo que se da a los países para que elaboren y apliquen políticas ambientales de manera integrada y ateniéndose a marcos jurídicos e institucionales sólidos que permitan alcanzar eficazmente los objetivos ambientales en el contexto del desarrollo sostenible a nivel mundial, regional y nacional forma parte de la labor básica del PNUMA. Este subprograma, en el cual participan los cinco países, apoya la adopción de decisiones coherentes con miras a establecer marcos jurídicos e institucionales más eficaces que coadyuven al logro de los objetivos acordados internacionalmente en relación con el clima, la diversidad biológica y la contaminación en el contexto de la Agenda 2030.

El subprograma de gobernanza ambiental se centra en las siguientes medidas e intervenciones orientadas a respaldar los logros de los subprogramas temáticos del PNUMA: Fortalecimiento de la función transformadora de la Asamblea sobre el Medio Ambiente en su calidad de máximo órgano mundial en materia de adopción de decisiones relativas al medio ambiente, encargado de aplicar la dimensión ambiental de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Ampliación del impacto en toda la agenda ambiental a nivel global mediante una mayor cooperación con los acuerdos ambientales multilaterales:

Apoyo a los países para la determinación de enfoques integrados respecto de las tres dimensiones del desarrollo sostenible, incluida la incorporación de consideraciones ambientales a la planificación del desarrollo sostenible. El PNUMA apoya a los países en la creación de sus marcos jurídicos e institucionales y de capacidad para incorporar el medio ambiente a los procesos nacionales de planificación y desarrollo.

Otro aspecto es la promoción de las obligaciones en materia de derechos humanos relacionadas con el disfrute de un medio ambiente sin riesgos, limpio, saludable y sostenible: resulta esencial para el pleno goce de una amplia gama de derechos humanos, incluidos el derecho a la vida, la salud, la alimentación, el agua y el saneamiento por consiguiente, es fundamental para proteger y mejorar las vidas humanas, y, en particular, las de los pobres.

7. ESTABLECER LAS MEDIDAS PARA EL MEJORAMIENTO Y APROVECHAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA REGIÓN



Ante la preocupante situación presentada por los problemas de contaminación del agua para consumo humano en la región centroamericana, los países han elaborado normas y directivas destinadas a la protección de la población de los efectos adversos de la degradación de la calidad del agua, y desarrollado el soporte institucional para su aplicación. Resulta notorio el rezago en el desarrollo de las capacidades jurídicas, científico técnicas e institucionales necesarias para afrontar los crecientes problemas en la calidad del agua y el cumplimiento adecuado de las normativas, no solamente por falta de voluntades políticas gubernamentales sino por presupuestos financieros suficientes para hacer cumplir los compromisos, acuerdos y leyes del caso.

Como elemento fundamental para gestionar apropiadamente el recurso hídrico, se requiere contar con sistemas nacionales de información que sistematice los datos relevantes, realice los análisis requeridos y difunda los resultados a todos los interesados (GWP Centroamérica 2011). Estos sistemas nacionales, podrán homologar métodos, criterios de monitoreo, análisis de laboratorio, directrices generales de forma que basar un sistema centroamericano sea compatible, con datos fiables y comparables, y eventualmente procedimientos de aseguramiento y control de calidad incorporado.



7.1 Guatemala

El Poder Ejecutivo ha emitido políticas, reglamentos, normas técnicas y procedimientos administrativos. Además, está desarrollando planes, programas y proyectos en el ámbito nacional, regional, municipal y local, mediante el sector público, las municipalidades, las organizaciones no gubernamentales y la sociedad organizada. No obstante se destaca lo siguiente:

- Existe dispersión de normas en el sector, debido a que las disposiciones que regulan los recursos hídricos se encuentran en leyes que regulan otros sectores o en leyes generales.
- Las autoridades de cuenca han sido creadas para proteger el recurso hídrico, pero no tienen asignadas funciones de protección ni de conservación de los recursos naturales y el ambiente, lo cual debilita su funcionamiento.
- La asignación presupuestaria con que cuentan las entidades especializadas impide desarrollar plenamente un control eficaz y una aplicación de las medidas legales.
- Los municipios tienen la obligación de dotar de agua debidamente clorada a los habitantes de su circunscripción municipal. Además, tienen la responsabilidad de conservar y proteger los recursos naturales renovables y no renovables, y en especial, la de manejar los residuos sólidos y líquidos. No obstante, no cuentan con la capacidad institucional ni económica.

El Gabinete Específico del Agua (GEA), integra todas las entidades vinculadas con el agua. Este gabinete es responsable de promover la implementación de la política nacional para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH).

Se cuenta con la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente desde 1986 (Ley 68-86) y el Reglamento de Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos (Acuerdo Gubernativo 236-2006).

El Acuerdo Gubernativo del Reglamento de las Descargas y Reuso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos (236-2006), publicado en 2006, tiene como objeto establecer los criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga y reuso de aguas residuales, así como para disposición de lodos.

La norma COGUANOR NGO 29001:99 contiene los valores de los límites máximos aceptables y límites máximos permisibles de compuestos químicos, biocidas y límites bacteriológicos, así como las concentraciones que debe tener el agua clorada y los métodos de análisis bacteriológicos, todos relacionados con la calidad con la que debe cumplir el agua para consumo humano.

La calidad de agua de algunos de los ríos y lagos es medida en forma sistemática por varias instituciones como AMSA (Autoridad para el Manejo Sustentable de La Cuenca y del Lago de Amatitlán), el INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología de Guatemala), el MSPAS (El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de la República de Guatemala) y algunas universidades. Sin embargo, los esfuerzos se limitan a áreas geográficas específicas y no a nivel nacional. Por ejemplo, el INSIVUMEH ha concentrado sus esfuerzos desde el 2007 en la cuenca del río Olopa/Güija, con datos de calidad del agua tanto superficiales como de pozos, que han revelado concentraciones preocupantes de cadmio, plomo y cromo.



7.2 El salvador

El país no cuenta aún con una Ley General de Aguas, sin embargo, el marco legal para el control y gobernanza de la calidad del agua se rige mediante atribuciones de Ley conferidas principalmente al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales MARN, a través de la Ley de Medio Ambiente, y al Ministerio de Salud (MINSAL), a través del Código de Salud.

“La prestación de los servicios de agua y saneamiento en El Salvador se caracteriza por la inexistencia de regulación del sector, la inseguridad jurídica y la ausencia de una institucionalidad pública que vele por la calidad y sostenibilidad de este sector” (GWP 2011).

El MARN es el responsable de supervisar la calidad del agua con base en las normas técnicas, contándose para ello con un laboratorio de calidad del agua, el cual obtuvo en 2016 su acreditación de calidad bajo la norma ISO/IEC/17025;2005, de once parámetros de calidad del agua.

La Dirección General de Ordenamiento Forestal, Cuencas y Riegos (DGFCR), en el 2017 promulgó la Estrategia Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas, con los siguientes Ejes Estratégicos (DGFCR , 2017):

- Promover la coordinación articulación interinstitucional e intersectorial para el manejo sostenible y adaptativo de las cuencas hidrográficas.
- Planificación y evaluación participativa con enfoque de género para el manejo integral de las cuencas hidrográficas.
- Gestión de riesgos agroclimáticos.
- Fortalecimiento de capacidades institucionales y actores.

De acuerdo con la legislación actual, ANDA (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados) es la institución responsable del suministro de agua y del saneamiento para consumo humano, y también de ayudar a proveer estos servicios en todo el país. Sin embargo, la legislación de ANDA data de 1960 y no ha sido actualizada. ANDA atiende únicamente el área urbana de 175 de los 262 municipios existentes.



7.3 Honduras

El sector cuenta con un marco legal reciente que debería permitirle avanzar en la modernización de la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento, definiendo roles y responsabilidades, buscando la eficiencia y eficacia. Sin embargo, todavía existe desconocimiento sobre las leyes aplicables al sector, especialmente a nivel regional y local; existen algunas duplicidades como también contradicciones por ejemplo con la Ley Constitutiva del SANAA (Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados), la cual no se derogó al aprobar la Ley Marco del Sector; lo que se constituyen en factores influyentes en el cumplimiento de la legislación.

La reforma en el marco institucional se encuentra en marcha, define las responsabilidades al Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento (CONASA) en sus funciones de rectoría, planificación, coordinación, concertación, formulación de políticas, estrategias, planes y programas a nivel nacional las cuales realiza a través de sus Secretarías Ejecutiva y Técnica; al Ente Regulador de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento (ERSAPS) le otorga las funciones de regulación y control de la prestación de los servicios y al Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA) en su rol de secretaria técnica del CONASA y las funciones de asistente técnico tanto al CONASA al ERSAPS como a las municipalidades.

El recurso hídrico del país está normado a través de la Ley General de Aguas y los anteproyectos de reglamentos que actualmente continúan en revisión (Gov. Honduras, 2022), siendo los de mayor relevancia:

Ley de Aguas

En el marco de la Ley General de Aguas se contempla:

- Establecer el marco de principios, alcances y objetivos de la gestión hídrica.
- Determinar las condiciones del dominio legal del agua, espacios y recursos asociados
- Definir el marco de competencias, funciones y responsabilidades de la administración pública en la gestión de los recursos hídricos.
- Establecer la normativa sobre la protección y conservación del recurso hídrico.
- Establecer las normas para el aprovechamiento del recurso hídrico.
- Establecer el marco de sanciones.

Instituciones nacionales pertinentes en el Sector Hídrico:

- Ministerio del Ambiente, Dirección General de Recursos Hídricos.
- Políticas Nacionales: Política Hídrica Nacional (2008).
- Ley Nacional: Ley General de Aguas (2009).
- Gestión de Cuencas: Se han desarrollado 61 de los 871 planes de manejo para subcuencas y microcuencas.

- Los Consejos de Cuenca están en proceso de conformación, aunque es necesario fortalecerlos a nivel técnico y financiero.
- Gestión de Acuíferos: Los instrumentos técnicos necesitan actualización. En el sur de Honduras, hay 2,000 pozos artesianos e industriales no regulados que requieren una regulación urgente para evitar la salinización de los acuíferos.
- **Entorno propicio** (políticas, leyes y planes), La política de agua de 2008 se continúa actualizando con los principios de GIRH.
- **Instituciones y Participación:** (capacidades institucionales, coordinación intersectorial y participación de los actores) Existen instituciones con organización a diferentes niveles, pero la capacidad técnica y financiera, y la coordinación intersectorial, son generalmente bajas.
- **Instrumentos de Gestión:** (programas de gestión y de monitoreo, compartición de datos y de información) La base para muchos instrumentos de manejo, como la disponibilidad, el uso y el monitoreo de la contaminación, existe, pero la aplicación, cobertura y la efectividad son relativamente bajas. El intercambio de datos dentro de Honduras y con los países vecinos es bajo.



7.4 Nicaragua

El Sistema de Información de Agua y Saneamiento Rural (SIASAR, 2018) informa que la cobertura de saneamiento mejorado es de 42,93% en zonas rurales; saneamiento mejorado se define como un sistema que garantiza no tener contacto de los seres humanos con excretas humanas.

Según el Informe de Progreso para Agua Potable, Saneamiento e Higiene 2017 de WHO y UNICEF (2017), Nicaragua ha subido levemente el porcentaje de tratamiento de aguas residuales en toda la nación de 5 % en 2000 a 8 % en 2015 y para los centros urbanos se indicó un incremento de 10 a 13 % en el mismo periodo. Este mismo informe indica que las conexiones a alcantarillado han aumentado de 28 % en 2000 a 39 % en 2015 en los centros urbanos. A esa fecha, existe una cobertura de saneamiento en 30 municipios donde se cuenta con Plantas de Tratamientos de Aguas Residuales (PTAR)

La Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios, ENACAL, ha definido sus fines como “brindar el servicio de agua potable, recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales a toda la población urbana de Nicaragua”. Por sus gestiones con diferentes países involucrados en la Cooperación Internacional en el sector de agua y saneamiento, se ha progresado en los últimos 10 años en la instalación y modernización de las PTAR, la mejora de su gestión operacional y la recolección de aguas residuales en alcantarillado sanitario, principalmente en las zonas urbanas.

Ha concentrado sus gestiones en saneamiento en zonas urbanas, ya que el 56% de la población vive en ciudades y, de ella, 86% de la población urbana vive en 46 ciudades de más de 10 mil habitantes (INIDE, 2018). Se ha puesto la meta de acelerar la cobertura del servicio de saneamiento para mejorar los niveles de salud de la población (ENACAL, 2008).

El Gran Lago Cocibolca o Nicaragua, es el cuerpo de agua superficial de mayor tamaño e importancia para Centroamérica. Un estudio de la calidad de agua del Lago Cocibolca más reciente se realizó de 2014 a 2016 (Chang et al., 2017) en un proyecto entre Nicaragua y CSRSR-Taiwán: Proyecto- Monitoreo de los dos Grandes Lagos Nicaragüenses-Lago Xolotlán y Lago Cocibolca, con el fin de establecer un Sistema de Teleobservación por Satélite para Evaluaciones Futuras de la Calidad de Agua. Ya existen tres ciudades que toman agua del lago conectado a un sistema de tratamiento-purificación: Juigalpa, San Carlos y San Juan del Sur, y existen esfuerzos en construcción para Cárdenas y Rivas con el objetivo de asegurar agua potable del lago.

Nicaragua, es el país de Centroamérica que cuenta con una de las más recientes legislaciones sobre el recurso hídrico. En el año 2007, se aprobó la Ley General de Aguas Nacionales (Ley n°. 620), y por decreto n°. 106-2007, su reglamento. Esta ley, además de fortalecer el servicio de agua potable y la institución estatal que la presta, concediéndole una serie de ventajas, declara el dominio público de todo el recurso hídrico y privilegia el uso de este para fines de consumo humano.

En el 2010, se aprobó la Ley Especial DE Comités de Agua Potable Y Saneamiento, Ley 722. Esta Ley posibilita brindar respaldo legal a organizaciones comunitarias encargadas de administrar y mantener en funcionamiento los acueductos rurales y el saneamiento a nivel comunitario (Asamblea Nac., 2010).



7.5 Costa Rica

La legislación costarricense define Autoridad institucional y gobernanza de calidad de agua. Ley de Aguas (Ley No. 276, 1942). Esta ley provee todas las regulaciones relacionadas con el aprovechamiento de las aguas y concesiones.

Ley General de Agua Potable (Ley No. 1634, 1953). El Artículo 3 menciona que “corresponde al Ministerio de Salubridad Pública y al AyA seleccionar y localizar las aguas destinadas al servicio de cañería, tipo de tratamiento de éstas y tipo de sistema de agua potable a construir. Tendrá además la responsabilidad por las recomendaciones que se deban impartir desde el punto de vista sanitario comprendiendo el diseño, construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable”.

Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales (Decreto No. 33601, MINAE-S, 2006):

Dada la importancia del recurso hídrico y el hecho de que su contaminación es uno de los problemas de mayor incidencia negativa en el entorno ambiental, este reglamento regula que los vertidos de aguas residuales de cualquier origen deberán recibir tratamiento antes de ser descargados en ríos, lagos, mares y demás cuerpos de agua; además, deberán alcanzar la calidad establecida para el cuerpo receptor, según su uso actual y potencial.

El rector de las aguas en Costa Rica es el ministro del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), dado que tiene como función la planificación y ejecución de las políticas de los recursos naturales y de protección ambiental del Gobierno de la República, así como la dirección, el control, la fiscalización, la promoción y el desarrollo en este campo en específico del agua superficial y subterránea. Lo anterior basado en su Ley constitutiva 7152 de 1990.

Ley General de Salud (Ley No. 5395, 1973): La Ley General de Salud (LGS), dice en su Artículo 148 que “toda persona, deberá, asimismo, ser diligente en el cumplimiento de las prácticas de higiene personal destinadas a prevenir la aparición y propagación de enfermedades transmisibles; en prevenir la contaminación de vehículos de infección tales como el agua, los alimentos, la infestación y contaminación de bienes muebles e inmuebles y la formación de focos de infección”.

Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales (Decreto No. 33601, MINAE-S, 2006):

Dada la importancia del recurso hídrico y el hecho de que su contaminación es uno de los problemas de mayor incidencia negativa en el entorno ambiental, este reglamento regula que los vertidos de aguas residuales de cualquier origen deberán recibir tratamiento antes de ser descargados en ríos, lagos, mares y demás cuerpos de agua; además, deberán alcanzar la calidad establecida para el cuerpo receptor, según su uso actual y potencial.

Reglamento para la Evaluación y Clasificación de Cuerpos de Agua Superficiales (Decreto No. 33903, MINAE-S, 2007):

Este decreto plantea las herramientas técnicas para ejecutar la evaluación de la calidad de los cuerpos de agua superficiales del país, con énfasis en los cuerpos lóticos (ríos y quebradas o arroyos), basado en la medición de parámetros físico-químicos y el análisis de macroinvertebrados bentónicos, mediante el índice holandés y BMWP-CR, respectivamente. Se establecen los detalles metodológicos para la toma de muestras, el análisis de éstas, así como el cálculo de los índices y los rangos para la clasificación de la calidad. También se definen los parámetros complementarios a medir y las diferentes clases según los rangos obtenidos, así como los usos potenciales para cada una de las cinco posibles clases. El ente responsable de su ejecución es el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), a través de su Dirección de Aguas, y el Ministerio de Salud (MS) (MINAE/MS, 2007).

Reglamento para la Calidad del Agua Potable (Decreto No. 38924-S, 2015):

Tiene como objetivo “establecer los niveles máximos que deben tener aquellos componentes o características del agua que pueden representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación de los sistemas de abastecimiento de agua en beneficio de la salud pública”. Para lograr dicho objetivo se establecen los valores recomendados y máximos admisibles para los distintos parámetros físicos, químicos, biológicos y microbiológicos en sus aspectos estéticos, organolépticos y de significado para la salud. También se indican la frecuencia mínima de análisis y el número de muestras, así como las dosificaciones para la desinfección.

La Dirección de Gestión de Calidad Ambiental del MINAE tiene la misión de “diseñar e implementar las herramientas conceptuales, técnicas y jurídicas para la definición de estrategias y políticas públicas en materia de calidad ambiental que favorezcan la prevención, mitigación y reversión de la degradación del recurso agua, aire y suelo. Asimismo, establece los mecanismos de monitoreo y control que garanticen el cumplimiento de éstas.”

Desde septiembre de 2015, el país cuenta con un reglamento actualizado para la calidad de agua potable (Decreto Ejecutivo No 38924-S, 2015). Este reglamento define con claridad las variables que deben cuantificarse en las fuentes de agua, tanto superficiales como subterráneas, siempre y cuando estén destinadas para consumo humano o en procesos cuyo destinatario sea el ser humano.

La gestión por cuenca en Costa Rica está basada en la Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH) así como la gestión por cuenca. Estos conceptos se difundieron e internacionalizaron desde la década de los años noventa, siendo incorporados en la legislación nacional. Organizaciones internacionales y el Banco Mundial promovieron la adecuación de las legislaciones nacionales a la luz de estos conceptos, presentándolos como la respuesta ideal a los problemas que enfrentaba el agua. (Rodríguez 2021).

8. VALORACIÓN DEL APORTE Y/O AVANCES EN EL CUMPLIMIENTO DE LOS ODS RELACIONADOS CON EL TEMA CONSIDERANDO LOS OBJETIVOS Y METAS Y LOS EJES TRANSVERSALES (educación, género, pueblos indígenas, alianza para el DS)

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), responden a una iniciativa impulsada por las Naciones Unidas, y adoptada por todos los Estados Miembros en 2015, que plantea 17 objetivos con 169 metas de carácter integrado e indivisible que abarcan las esferas económica, social y ambiental.

Todos los estados centroamericanos enfrentan el reto común de desarrollar recursos compartidos de aguas superficiales y subterráneas que constituyen y cruzan fronteras nacionales. Necesitan definir acuerdos específicos de manera conjunta, ya que estos activos seguirán sufriendo las presiones del crecimiento de la población, el aumento de las demandas económicas y la necesidad de proteger ambientalmente las aguas. El no hacerlo creará fuentes de conflicto.



El año 2023 ha albergado la primera conferencia sobre el agua en las Naciones Unidas desde 1977, y se ha centrado precisamente en el progreso hacia el ODS 6 (Agua y Saneamiento) en el marco de la revisión de mitad de período del Decenio Internacional para la Acción, “Agua para Desarrollo Sostenible 2018-2028”. Un factor importante para lograr el ODS 6 será la capacidad de las instituciones, dentro y fuera de la comunidad del agua, para unirse en alianzas y cooperación que aceleren el progreso de su implementación. La CEPAL, a través de la Unidad de Agua y Energía de la División de Recursos Naturales está trabajando en impulsar una propuesta de transición hídrica sostenible e inclusiva que apoye a los países de la región a:

- Garantizar el derecho humano al agua y al saneamiento, sin dejar a nadie atrás.
- Aumentar la igualdad de acceso y la asequibilidad, erradicando la pobreza hídrica.
- Eliminar las externalidades ambientales negativas (conflictos, contaminación y sobreexplotación) .
- Desarrollar economías circulares a través de la cadena de valor del agua.

Debido a la alta relevancia sobre este tema, es necesario referirse a lo expresado oficialmente en la Conferencia 2023 de las Naciones Unidas sobre el Agua (UN 2023 Water Conference 22 – 24 Mar 2023, New York):

“El agua es un factor decisivo para los Objetivos de Desarrollo Sostenible y para la salud y prosperidad de las personas y el planeta. Sin embargo, los avances en los objetivos y metas relacionados con el agua distan mucho de ser satisfactorios, lo que socava toda la agenda de desarrollo sostenible”.

Hoy, la situación mundial del agua sigue tensionada. A pesar de progresos logrados en algunas áreas, el Informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo de las Naciones Unidas 2023 , presenta estadísticas desalentadoras de la crisis mundial del agua: 26 % de la población mundial, unos dos mil millones de personas, no tienen acceso a agua potable segura. Y 3.6 mil millones carecen de servicios de saneamiento. La escasez del agua en áreas urbanas empeorará de acuerdo con lo que muestran las proyecciones, duplicando de 930 millones de 2016 hasta valores entre 1.7 y 2.4 mil millones de personas para el año 2050. Estas cifras y otros hechos desconcertantes fueron el escenario para la Conferencia de las Naciones Unidas para el Agua 2023. Este mensaje claramente expresa “que no estamos en camino de alcanzar la Meta de Desarrollo Sostenible 6 (ODS 6) en agua y saneamiento para todos” (United Nations 2023).

Transcurrida la mitad del plazo fijado para cumplir los ODS, el PNUMA se dispone a proporcionar información importante sobre los progresos que estamos realizando en la dimensión ambiental.

Evaluación sobre los progresos: Los ecosistemas relacionados con el agua y los ODS. Los últimos datos y estimaciones disponibles sobre 92 indicadores de los ODS relacionados con el medio ambiente nos indican que el mundo no está en el camino deseado para lograr la dimensión ambiental de los ODS en 2030. Sin embargo, hay algunas noticias positivas. La disponibilidad mundial de datos aumentó al 59 % en 2022, frente al 34 % en 2018 y el 42 % en 2020. Aunque solo el 38 % de los indicadores relacionados con el medio ambiente indican una mejora ambiental, se trata de una mejora sólida en comparación con sólo el 28 % en 2020. (PNUD 2023).

El Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 (ODS 6) es el de garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos para 2030. Al ritmo actual, el progreso hacia todas las metas del ODS 6 está retrasado y, en algunas áreas, la tasa de implementación debe aumentar al cuádruple o más.

La tasa inadecuada de progreso en agua y saneamiento destaca la necesidad de explorar oportunidades a través de alianzas y cooperación. Este principio es la base del Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo 2023: Asociaciones y cooperación para el agua explora este tema, en todas las regiones, en relación con la agricultura, el medio ambiente, los asentamientos humanos, la industria, la salud y el cambio climático. (PNUD 2023).

El análisis de los datos disponibles referentes al ODS6 evidencia un avance demasiado lento en la región e incluso una tendencia que se aleja de alcanzar los resultados esperados. Según estimaciones de ONU Agua, en la región debemos incrementar 14 veces los esfuerzos actuales de inversión para acelerar la implementación y alcanzar el ODS 6 en 2030.

Considerando el marco de aceleración global del ODS 6 impulsado por ONU Agua y la propuesta de una transición hídrica inclusiva y sostenible de la CEPAL, se definen cinco pilares de actuación para el impulso de avance hacia el cumplimiento del ODS6 en la región:

- **Financiamiento:** La inversión de 1,3% del PIB regional anualmente de aquí hasta 2030 permitiría universalizar el acceso a agua potable y saneamiento gestionado de forma segura, lo cual podría generar hasta 3,6 millones de empleos anuales.
- **Datos e información:** se requiere información oportuna, confiable y estandarizada sobre el agua. De igual manera, se necesita generar datos desagregados, para profundizar el análisis. Finalmente, es necesario compartir información de manera transparente dentro y entre sectores relacionados con el agua, así como a nivel transfronterizo.
- **Desarrollo de capacidades:** personas e instituciones con mejores calificaciones mejoran los niveles de servicio y gestión mientras se fomenta la creación y retención de empleos en el sector del agua.

- **Innovación:** Es imperante buscar la eficiencia en el uso del agua y lograr el desacople entre extracción y PIB mediante la búsqueda de un impulso de prácticas y tecnologías que mejoren la gestión hídrica.
- **Gobernanza:** se debe fortalecer las instituciones a nivel técnico, de autoridad y jerarquía política; a la vez que se establecen mecanismos de coordinación intra e intersectorial. (CEPAL 2022).



9. LINEAMIENTOS DE POLÍTICAS PÚBLICAS COMUNES REFERIDOS AL TEMA ABORDADO

La Planificación Hidrológica es la esencia de la gestión de los recursos hídricos, siendo el elemento esencial en la elaboración de los Planes Hidrológicos de cuenca y el Plan Hidrológico Nacional, en cada uno de los países.

La Estrategia Regional Ambiental Marco (ERAM) es el instrumento que orienta el trabajo de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD). Contiene los objetivos, metas, líneas estratégicas y procesos previstos a ejecutar durante un quinquenio. Como punto de encuentro de las políticas hídricas públicas en la región, la ERAM es una plataforma que define prioridades regionales que complementan y agregan valor a las prioridades nacionales que ejecutan los países (CCAD 2021). La ERAM 2021-2025 define cinco líneas estratégicas:

- Calidad Ambiental
- Mares y biodiversidad
- Gestión Integral del Recurso Hídrico
- Bosques y paisajes sostenibles
- Cambio climático y Gestión integral del Riesgo

Las líneas estratégicas establecen en su contenido que para solucionar el impacto de las aguas residuales, se necesita fortalecer la Institucionalidad para la gestión de cuerpos receptores de aguas servidas en la región. Resultados relevantes esperados:

- **Residuos y Desechos sólidos:** la Gestión integrada de residuos sólidos en la región ha fortalecido su capacidad para minimizar el ingreso de estos y su impacto en los sistemas naturales.
- **Calidad del Aire:** se ha fortalecido la institucionalidad para reducir la contaminación del aire en la región.
- **Gestión y control de productos químicos:** se ha fortalecido la institucionalidad para el control, manejo y tratamiento adecuado de los productos químicos.

Gestión Integral del Recurso Hídrico:

- Fortalecer la gestión sostenible de los recursos hídricos que aseguren su disponibilidad para todos los usos, a través de la promoción de la gestión del conocimiento y la gobernanza, contribuyendo al cumplimiento del Objetivo 6 de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.
- Mejorada las capacidades de funcionarios de países miembros de la CCAD con el diseño e implementación de una plataforma regional de gestión del conocimiento para el uso sostenible de los recursos hídricos y la gobernanza del agua.
- Promovida la protección y restauración de los ecosistemas hídricos prioritarios de los países de la CCAD implementando tecnología, una nueva cultura del agua e instrumentos económicos para valorar el agua.
- Consolidado un sistema regional de información, evaluación y gestión de riesgos ambientales y climáticos relacionados con recursos hídricos.
- Constituido y operando un marco regional de trabajo para el manejo de los cursos de Aguas internacionales, Cuencas y Acuíferos Transfronterizos.

En la última jornada de la Quality Water Summit 2023, Alejandra Puig, subdirectora adjunta de la Subdirección General de Protección de las Aguas y Gestión de Riesgos del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), habló sobre el futuro de la normativa de calidad del agua en Europa y cómo afecta ésta a España: *"Hemos pasado unos años importantes o muy delicados respecto a los aspectos ecológicos y biológicos"*, dijo y añadió que *"Está cambiando el paradigma de la contaminación del agua en lo referente a los químicos"*. (Puig, 2023). Esto es el mismo escenario de la situación para Centroamérica.

El nuevo gran objetivo es el de la Contaminación Cero y enfrentar las nuevas sustancias contaminantes. Uno de los objetivos principales de la Unión Europea es desarrollar un plan de contaminación cero para aire, agua y suelo. Con un enfoque integrador, se busca enfrentar los desafíos emergentes en la protección de aguas, incluyendo la aparición de nuevas sustancias contaminantes como microplásticos y material genético que refleja la presencia de microorganismos resistentes a antimicrobianos.

La Unión Europea (UE) se encuentra inmersa en el proceso de actualización de la Directiva de Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas, una normativa clave en la lucha contra la contaminación del agua y la protección de la salud pública. La nueva Directiva Europea de Aguas Residuales plantea importantes desafíos para las depuradoras en términos de adaptación a nuevos requisitos y actualización de infraestructuras. Sin embargo, también presenta oportunidades para mejorar la calidad del agua y proteger la salud humana y el medio ambiente en toda Europa. En Centroamérica, debemos aspirar a alcanzar los mismos estándares europeos y criterios estrictos.

Se destaca el Informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo (WWDR) de las Naciones Unidas, como informe principal de ONU-Agua sobre cuestiones relacionadas con el agua y el saneamiento. Lanzado en el Día Mundial del Agua, el informe se centra en un tema diferente cada año y brinda recomendaciones de políticas a los tomadores de decisiones al ofrecer mejores prácticas y análisis en profundidad. El WWDR es publicado por la UNESCO en nombre de ONU-Agua y su producción está coordinada por el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de la UNESCO. En el 2023, el informe fundamenta temas que fueron considerados en la Conferencia sobre el agua de la ONU 2023.

Del 22 al 24 de marzo de 2023, se llevó a cabo la Conferencia sobre el agua de la ONU 2023, en la Sede de las Naciones Unidas, Nueva York, después de 46 años de la anterior en Mar del Plata. Los resultados reflejaron entre otros, la necesidad de considerar el agua como un bien común y radicalmente cambiar el valor del agua y la forma de gestionarla. El Tema de la Conferencia, "Revisión Integral de Medio Término de la implementación de los Objetivos del Decenio Internacional para la Acción, "Agua para el Desarrollo Sostenible", 2018-2028" con el Objetivo clave : Apoyo para lograr los objetivos y metas relacionados con el agua acordados internacionalmente, incluidos los contenidos en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. La revisión de los compromisos del Decenio Internacional para la Acción "Agua para el Desarrollo Sostenible", 2018-2028 resultan cruciales para el logro de los ODS.

Estos resultados incluyen una hoja de ruta hacia los logros esperados en 2028 (Década) y para los logros del 2030 (ODS). Los países tienen con esta documentación la base para ampliar lo que funciona en los planes, suspender o cambiar lo que no funciona, innovar lo que hay que mejorar, y financiar lo que amerite. Se trata de compromisos voluntarios, que pueden surgir de coaliciones y asociaciones con otros países y toda la sociedad. (UN 2023).

Por ello, para afrontar la crisis global del agua, debemos reconocer el ciclo global del agua como bien común y gestionarlo en consecuencia. Dado que, en última instancia, todos estamos conectados a través del agua, debemos trabajar juntos para romper el círculo vicioso y devolver el agua a una trayectoria sostenible. Para ello será necesaria una visión basada en la justicia y la equidad para todas las comunidades del mundo. (Mazzucato 2023).

En la misma línea, resulta de alta relevancia la Estrategia 2020-2025 que GWP (Global Water Partnership) ha preparado e implementa, en línea con los ODS 6, "Movilizando por un mundo con seguridad hídrica". Las 216 asociaciones nacionales centroamericanas de GWP se encuentran activas y dispuestas en compartir responsabilidades para el desarrollo de políticas públicas y acciones para la implementación de la GIRH en la región.

En ocasión de los resultados de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua de 2023 realizada en marzo 2023, GWP resume para Centroamérica así los mensajes clave:

- **POLÍTICAS Y PLANES DE GIRH:** Centroamérica reconoce la importancia de avanzar en la elaboración de política e instrumentos de planificación para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos como parte de su estrategia para asegurar la sostenibilidad de sus cuerpos de agua y atender de mejor manera los desafíos en materia de desarrollo social y económico, alineados con los objetivos de desarrollo sostenible. (GWP 2023).
- **INSTITUCIONALIDAD Y REGULACIONES BASADAS EN EL DERECHO HUMANO AL AGUA:** El fortalecimiento de la institucionalidad y los marcos regulatorios relacionados a la gestión del agua son aspectos fundamentales para que los países avancen hacia una gobernanza hídrica efectiva, reconociendo los múltiples valores del agua, el enfoque de género y la interculturalidad, para un beneficio colectivo y el derecho humano al agua. (GWP 2023).
- **ACUERDOS PARA LA GESTIÓN DE AGUAS TRANSFRONTERIZAS:** El establecimiento de acuerdos entre los países que comparten cuencas transfronterizas es una prioridad para la región, por lo que se deben continuar los esfuerzos de promover el diálogo, los mecanismos de coordinación y el fortalecimiento de capacidades en la materia a través de las plataformas regionales y el sistema de integración centroamericano. (GWP 2023).
- **INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍAS ADAPTADAS AL CONTEXTO DE LOS PAÍSES:** La investigación aplicada, el incentivo a la innovación y el rescate del conocimiento ancestral son clave para la generación de tecnologías adaptadas al contexto de los países de la región, que permitan una mayor eficiencia en el aprovechamiento del recurso hídrico en los distintos sectores, así como incrementar la cobertura y calidad de los servicios de agua potable y saneamiento, con enfoque de derechos humanos. (GWP 2023).
- **INFORMACIÓN PARA LA TOMA DE DECISIÓN:** La generación de sistemas de monitoreo complementados con el establecimiento de sistemas de información hídrica para el seguimiento del estado de los recursos hídricos, son elementos obligatorios para apoyar la toma de decisiones y evaluar la efectividad de los instrumentos de gestión hídrica, orientados a garantizar la cantidad y calidad de agua, bajo escenarios de cambio climático. (GWP 2023).
- **GIRH COMO ESTRATEGIA DE ADAPTACIÓN:** La implementación de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos es una estrategia de adaptación al cambio climático, que permitirá reducir la vulnerabilidad de la región y mitigar los impactos de los eventos hidrometeorológicos extremos, para un desarrollo resiliente al clima y contribuir a la seguridad hídrica. (GWP 2023).

- **INCREMENTO DE LA INVERSIÓN HÍDRICA:** El incremento de la inversión hídrica en la región con un enfoque integrado es una necesidad urgente, lo que requiere de un esfuerzo y colaboración a nivel nacional y regional para impulsar el establecimiento de alianzas público-privadas, incentivos, tarifas justas, financiamientos combinados y alineación de fondos desde los socios de la cooperación para el desarrollo, que contribuyan a la seguridad hídrica y a lograr las metas del ODS 6. (GWP 2023).
- **PARTICIPACIÓN DE MUJERES, JUVENTUDES, PUEBLOS INDÍGENAS Y AFRODESCENDIENTES :** El fortalecimiento de mecanismos de participación es una tarea impostergable para la adecuada gestión del agua, y fortalecer su manejo comunitario, considerando la inclusión activa de la mujer, las juventudes, los pueblos indígenas y afrodescendientes. (GWP 2023).
- **GIRH EN LOS NDCs Y PLANES NACIONALES DE ADAPTACIÓN:** La creciente vinculación de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en los instrumentos climáticos, como las Contribuciones Nacionalmente Determinadas y los Planes Nacionales de Adaptación, permite el desarrollo de propuestas con una mayor integración, lo cual maximiza el potencial de obtener el financiamiento necesario para la mitigación del riesgo climático y la gestión sostenible del recurso hídrico, en el marco del ODS 6. (GWP 2023).
- **PLAN DE SEGUIMIENTO A LOS COMPROMISOS DE LA AGENDA DEL AGUA:** Se requiere un plan para dar seguimiento a los resultados de la Conferencia del Agua, como elemento clave para monitorear el avance de los compromisos que permitan acelerar el cumplimiento del ODS 6 de una forma integrada y colaborativa” (GWP 2023).



10. CONSIDERACIONES FINALES Y RECOMENDACIONES

Las siguientes recomendaciones se han elaborado con base en la necesidad de cumplir con los ODS y, en las conclusiones relacionadas con los tópicos destacados en el contenido de este capítulo, se han detallado los impactos en la calidad de agua y sus causas, agua y salud, género y calidad de agua, y monitoreo de la calidad de agua.

Los países necesitan progresar en el cumplimiento del ODS6 (garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todas y todos) y se han incluido recomendaciones basadas en las conclusiones para las metas específicas de los ODS, a saber:

- Mejorar el acceso y calidad de agua, especialmente en zonas rurales y periurbanas (Meta 6.1).
- Aumentar la cobertura de saneamiento mejorado y adecuado que no causa impactos secundarios en cuerpos receptores de agua (Meta 6.2).
- Introducir medidas para reducir la contaminación por agroquímicos, erosión en las cuencas hidrográficas, aguas residuales no-tratadas adecuadamente, desechos sólidos sin manejo y control (Meta 6.3).
- Introducir más innovación y aplicación de técnicas adecuadas para el reúso y reciclaje seguro de desechos sólidos y líquidos (Meta 6.4).
- Avanzar en la gestión integrada de las cuencas hidrográficas que incluye un cambio en las prácticas de gobernabilidad y una política de cooperación en las cuencas transfronterizas (Meta 6.5).
- Introducir programas para la protección de los ecosistemas relacionadas con el recurso agua como humedales, bosques con especial atención a los bosques húmedos y secos tropicales, ríos, lagos, lagunas cratéricas, lagunas costeras y acuíferos (Meta 6.6).

Como componentes básicos, están considerados:

- Erradicar la fecalización al aire libre en el sector rural.
- Es urgente introducir medidas para proteger los ríos, lagos, humedales y lagunas costeras.
- Es urgente impedir la continuación de la deforestación en general.
- Se recomienda implementar con más control y regulación las buenas prácticas agrícolas y mejor manejo de plaguicidas para impedir la contaminación del agua superficial y subterránea.

Existen ya algunos modelos de la buena gestión con los desechos sólidos, pero es fundamental que los países avancen más en mejorar la eficiencia de los sistemas de recolección urbana y rural, la deposición final en basureros organizados en la forma de rellenos sanitarios y aumentar el reciclaje.

Las aguas residuales deberían ser vistas como una fuente de agua, energía y nutrientes. Es importante avanzar con prácticas de reutilización, especialmente en zonas secas, para enfrentar los periodos de sequía y sostener la producción agrícola.

Es necesario desarrollar sistemas de monitoreo fiables para evaluar la calidad del agua según su perspectiva de uso.

Tomando en cuenta el carácter volcánico de algunas partes del territorio centroamericano, es esencial controlar la calidad del agua por la presencia de arsénico y otros metales. Con miras a mejorar la calidad de agua en relación con la contaminación microbiológica, se sugiere introducir un mejor control sobre los pozos excavados en las zonas rurales, que exige la introducción de medidas de protección a nivel de finca y en comunidades.

La transmisión de agentes de enfermedades por medio de aguas superficiales y subterráneas.

Se sugiere incluir un monitoreo que controle el buen funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales con miras a garantizar una calidad segura para disposición o reutilización. Desarrollar un programa de gestión integrada de cuencas para todos los lagos centroamericanos, que incluye planes de acción en subcuencas priorizadas para ir dando pasos en la prevención de contaminación difusa y, así, impedir el aumento en la erosión de la cuenca con miras a enfrentar la sedimentación. Optimizar la cooperación entre países para aprovechar y proteger las cuencas compartidas o aguas transfronterizas.

La compartición de los recursos hídricos transfronterizos será un factor esencial para el logro de los ODS de la Agenda de Desarrollo de las Naciones Unidas, en particular el Objetivo Hídrico (Objetivo 6). La meta 6.5 requiere que los planificadores, administradores y usuarios del agua adopten un enfoque de GIRH, contando con instituciones y marcos legales nacionales fuertes. El proceso de transición hacia la GIRH incluye la participación pública en la planificación y la gestión hídrica; el superar el enfoque sectorial para la gestión hídrica; y la institucionalización de un modelo común e integral de gestión y de planificación. También considera la cuenca como una unidad de planificación; enfatiza medidas para la protección ambiental del agua como un bien natural, y reconoce el derecho humano al agua y al saneamiento.

Los alentadores avances logrados por El Salvador, Guatemala y Honduras en el Proyecto Trifinio; y por El Salvador y Honduras en la colaboración en la Cuenca del Río Goascorán, son ejemplos notables basados en buena voluntad y esfuerzos conjuntos para abordar los problemas transfronterizos. Los beneficios generados para todas las naciones participantes son evidentes. Este ejemplo debería animar el esfuerzo por concertar la iniciativa sobre las cuencas que drenan al Golfo de Fonseca, la cuenca del Río Coco y la Cuenca de los Grandes Lagos y el Río San Juan.

Las relaciones entre Costa Rica y Nicaragua en lo que se refiere a la Cuenca del Río San Juan son una fuente continua de tensión y conflicto. Ninguno de estos dos estados ha encontrado un mecanismo directo para abordar y resolver sus diferencias, y ambos han recurrido a la Corte Internacional de Justicia. Esto probablemente se convertirá en un factor que limitará cualquier propuesta de gestión conjunta de las aguas compartidas.

Para todos los casos, la solución se encuentra en la cooperación entre los países. Alianzas y cooperación por el agua: con este tema, el Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2023 muestra que establecer alianzas y mejorar la cooperación en todas las dimensiones del desarrollo sostenible es esencial para acelerar el avance hacia el logro del Objetivo de Desarrollo Sostenible dedicado al agua y al saneamiento (ODS 6) y para garantizar los derechos humanos al agua y al saneamiento (UNESCO 2023).

La cooperación mejora la gobernanza del agua y la toma de decisiones, estimula soluciones innovadoras y potencia la eficiencia. La cooperación es de crucial importancia para garantizar la seguridad hídrica en las cuencas y acuíferos transfronterizos.

Se recomienda a los países aprovechar iniciativas internacionales como **El Marco de Aceleración Global del ODS 6, que contribuye a la nueva Agenda Acción del Agua**, un resultado de la Conferencia del Agua de la ONU 2023.

El Marco de Aceleración Global del ODS 6 moviliza a las agencias de la ONU, los gobiernos, la sociedad civil, el sector privado y otras partes interesadas en torno a cinco ejes transversales. y 'aceleradores' interdependientes:

- **Financiamiento:** El financiamiento optimizado es esencial para obtener recursos detrás de los planes de los países.
- **Datos e información :** los datos y la información apuntan a los recursos y miden el progreso.
- **Desarrollo de capacidades:** una fuerza laboral mejor calificada mejora los niveles de servicio y aumenta la creación y retención de empleos en el sector del agua.
- **Innovación:** las prácticas y tecnologías nuevas e inteligentes mejorarán la gestión de los recursos de agua y saneamiento y la prestación de servicios.
- **Gobernanza:** la colaboración a través de fronteras y sectores hará que el ODS 6 sea un asunto de todos.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) 2014. Monitoreo de los Avances de País en Agua Potable y Saneamiento, El Salvador. Documento Banco Mundial 87676 v2.

Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) (2005). Situación del Recurso Hídrico en Honduras. s.l.

Alpízar, M. & Vargas, I. (2017). Caracterización hidrogeoquímica y determinación del origen del arsénico en aguas de consumo humano en sitios seleccionados de Costa Rica. Informe final del proyecto 802-B3-515, Vicer. Investigación Universidad de Costa Rica. CICA-Escuela Centroamericana de Geología, San Pedro Montes de Oca, Costa Rica.

Araya, M. (2018). Mecanismos de movilización del arsénico hacia el agua subterránea, en la zona de Cañas, Guanacaste. Tesis inédita. Maestría Académica en Hidrogeología y Manejo de Recursos Hídricos. Posgrado en Geología. Universidad de Costa Rica.

Argueta Tejada, S. 2013. GUÍA DE NORMAS Y ESTÁNDARES TÉCNICOS APLICADOS A AGUA Y SANEAMIENTO. Guatemala. Fondo para el logro de los ODM.

ASAMBLEA NACIONAL de Nicaragua 2010. LEY ESPECIAL DE COMITÉS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO. Ley 722. Gaceta del 14-06-2010 , Diario Oficial N°. 111 del 14 de junio de 2010.

ASAMBLEA NACIONAL DE NICARAGUA 2007. Ley General de Aguas Nacionales (Ley n°. 620), Publicada en La Gaceta, Diario Oficial N°. 169 del 04 de septiembre de 2007

Autoridad Nacional de Agua (ANA), Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), Programa de Asistencia Técnica en Agua y Saneamiento (PROATAS) y Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) (2014). Cuencas Hidrográficas de Nicaragua bajo la metodología Pfafstetter.

AyA (2017a). AyA invierte en Saneamiento de Aguas Residuales y Mejoramiento Ambiental. Suplemento AyA, Junio de 2017. San José, Costa Rica: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Recuperado de: <https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/Suplemento%20Saneamiento%20y%20Mejoramiento%20Ambiental.pdf>

AyA (2017b). Plan Nacional de Inversiones en Saneamiento 2017-2045. Créditos: Y. Astorga Espeleta, J. Phillips Ávila, I. Sáenz Aguilar, A. Araya García, N. Aguilar Monge, D. Fernández. San José, Costa Rica: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Recuperado de: <https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/Plan%20Nacional%20de%20Inversiones%20en%20Saneamiento%20marzo%202017.pdf>

AyA, MINAE & MS. (2016). Política Nacional de Saneamiento en Aguas Residuales 2016-2045. Primera edición. San José, Costa Rica. Recuperado de: <https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/Politica%20Nacional%20de%20Saneamiento%20en%20Aguas%20Residuales%20marzo%202017.pdf>

AyA, MINAE & MS. (2018). Política Nacional de Agua Potable de Costa Rica 2017-2030. Recuperado de: <https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/AyA%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de%20Agua%20Potable%20de%20Costa%20Rica%202017-2030.pdf>

AyA, MINAE & MS. (2018). Política Nacional de Agua Potable de Costa Rica 2017-2030. Recuperado de: <https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/AyA%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de%20Agua%20Potable%20de%20Costa%20Rica%202017-2030.pdf>

AyA. 2012. GESTIÓN DE LA EXCRETAS Y AGUAS RESIDUALES EN COSTA RICA” SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVA. Costa Rica. Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. Area de Análisis Desarrollo. Unidad de Prospectiva y Política Pública Costa Rica. Agua y Saneamiento 2030, análisis relacionado con los ODS / Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. – San José, CR : MIDEPLAN, 2018. (35 p.) ISBN : 978-9977-73-130-8

Barragne Bigot, P. (2004). Contaminación natural por arsénico de las aguas subterráneas de Nicaragua. United Nations International Children’s Emergency Fund-UNICEF. Recuperado de: http://unicef.org.ni/media/publicaciones/archivos/Arsenico_Afche.pdf

Basterrechea, M., & Guerra Noriega, A. (2019). Recursos hídricos. En E. J. Castellanos, A. Paiz-Estévez, J. Escribá, M. Rosales-Alconero, & A. Santizo (Eds.), Primer reporte de evaluación del conocimiento sobre cambio climático en Guatemala. (pp. 86–107). Guatemala: Editorial Universitaria UVG.

Castillo Hernández, E. et al. 2006. Situación de los recursos hídricos en Nicaragua. Boletín Geológico y Minero, 117 (1): 127-146 ISSN: 0366-0176 Situación de los recursos hídricos en Nicaragua E. Castillo Hernández, H. Calderón Palma, V. Delgado Quezada, Y. Flores Meza y T. Salvatierra Suárez

Castillo, L.E., Ruepert, C., Ramírez, F., van Wedel, B., Bravo, V. & de la Cruz, E. (2012). Plaguicidas y otros contaminantes, Informe Final. Decimooctavo Informe del Estado de la Nación (2012). Recuperado de: http://www.estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/018/Castillo-L-et-al-2012-Plaguicidas-y-otros-contaminantes-1.pdf

CATIE. 2008. Metodología para el análisis de vulnerabilidad del recurso hídrico para consumo humano; aplicación y determinación de medidas de adaptación en la subcuenca del río Copán, Honduras . CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA, ESCUELA DE POSGRADO . María Magdalena Mendoza Díaz, Tesis de Maestría.

Colom de Morán, E. and Arteaga, O. (2014) Proceso de la Sub-región Centro América. 7th World Water Forum 2015. GWP, Centro América.

Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) 2010. Estrategia y Plan Centroamericano para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos. Sistema de la Integración Centroamericana (SICA) , Programa Regional Legislación y Políticas Ambientales SICA - CCAD Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD)Secretaría Ejecutiva de la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo.

CCAD 2021. Estrategia Regional Ambiental Marco (ERAM) 2021-2025. https://www.sica.int/documentos/estrategia-regional-ambiental-marco-eram-2021-2025_1_128623.html

Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe CATHALAC. 2017. Seguridad hídrica y cambio climático en la región de América Central y el Caribe . Informe técnico final. Proyecto del IDRC: 107084 001

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), América Latina y el Caribe en la mitad del camino hacia 2030: avances y propuestas de aceleración (LC/FDS.6/3), Santiago, 2023. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/48823/1/S2300097_es.pdf

CEPAL, 2005. Pobreza, desertificación y degradación de los recursos naturales. Publicación de las Naciones Unidas ISBN: 92-1-322790-6

CEPAL 2017. América Latina y el Caribe hacia los Objetivos de Desarrollo Sostenible en agua y saneamiento. Reformas recientes de las políticas sectoriales. Gustavo Ferro. CEPAL - Serie Recursos Naturales e Infraestructura N° 180. Publicación de las Naciones Unidas. ISSN 1680-9017 CEPAL 2022. Informe del Diálogo Regional del Agua 2022:

Hacia una transición hídrica inclusiva y sostenible en América Latina y el Caribe. https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/informe_dialogos_del_agua_2022_3.pdf

CEPAL 2023. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), América Latina y el Caribe en la mitad del camino hacia 2030: avances y propuestas de aceleración (LC/FDS.6/3), Santiago, 2023. América Latina y el Caribe en la mitad del camino hacia 2030

Sexto informe sobre el progreso y los desafíos regionales de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe

Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana (CAPRE) (1993, Rev. 1994). Norma Regional CAPRE. Normas de Calidad del Agua para Consumo Humano. Recuperado de: http://biblioteca.enacal.com.ni/bibliotec/Libros/pdf/CAPRE_Normas_Regional.pdf

CONASA (2014). Plan Nacional de Agua Potable y Saneamiento (PLANASA). Tegucigalpa: Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento.

Congreso Nacional 2009. Ley General de Aguas, Decreto No. 181-2009. Honduras, Gobierno de Honduras.

Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento (CONASA) 2011. Análisis de la situación del sector agua y saneamiento en Honduras. Tegucigalpa, Gobierno de Honduras.

Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento (CONASA) 2022. Plan Nacional de Agua Potable y Saneamiento PLANASA 2022-2030

CONSEJO NACIONAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO 2013. Política Nacional del Sector Agua Potable y Saneamiento, Honduras Aprobada en sesión ordinaria del Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento (CONASA) mediante Resolución del 18 de Marzo del 2013. Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA).

Costa Rica. Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. Area de Análisis Desarrollo. 2018. Unidad de Prospectiva y Política Pública Costa Rica. Agua y Saneamiento 2030, análisis relacionado con los ODS / Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. – San José, CR : MIDEPLAN, 2018.

Chang et al. 2017. Proyecto – Monitoreo de los dos Grandes Lagos Nicaragüenses- Lago Xolotlán y Lago Cocibolca-con el fin de establecer un Sistema de Teleobservación por Satélite para Evaluaciones Futuras de la Calidad de Agua. Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos (CIRA/UNAN) y Center for Space and Remote Sensing Research (CSRSR) National Central University, Taiwán (2014-2016).

Chavarría, Hernán. (2009) Definición de lineamientos a seguir para la construcción del Plan Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en El Salvador, 2009, GWP El Salvador.

Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 1998. DIRECTIVA 98/83/CE DEL CONSEJO de 3 de noviembre de 1998 relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano. 5.12.98

Dirección General de Ordenamiento Forestal, Cuencas y Riegos DGFCR , (2017). Estrategia Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas. Área de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos, y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO- El Salvador).

Earth Syst. Sci. Data, 14, 559–577, 2022. Distribution and characteristics of wastewater treatment plants within the global river network. Heloisa Ehalt Macedo, Bernhard Lehner, Jim Nicell, Günther Grill, Jing Li, Antonio Limtong, and Ranish Shakya. <https://doi.org/10.5194/essd-14-559-2022>

Elena, K., Rupal, V., Laura, T., & Ann, W. (2023). IISD's State of Sustainability Initiatives Review: Standards and the Sustainable Development Goals: Leveraging sustainability standards for reporting on SDG progress. International Institute for Sustainable Development. <https://www.iisd.org/system/files/2023-05/ssi-review-standards-sustainable-development-goals-sdgs.pdf>

ENACAL (2008). Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios. Plan de Desarrollo Institucional 2008-2012: Estrategia sectorial de agua propuesta por ENACAL, diciembre de 2008. Managua. <http://www.enacal.com.ni/media/imgs/informacion/LIBRO%20ENACAL%20CAMBIO%20ENERO-05.pdf>

Estado de la Nación 2022. Programa Estado de la Nación, Consejo Nacional de Rectores. – San José, C.R. : CONARE - PEN, 2022. 434 p. : il. ; 28 cm. (Informe Estado de la Nación ; no. 28 – 2022) ISBN 978-9930-618-18-9 digital

FAO. 2023. AQUASTAT Database. FAO's Information System on Water and Agriculture . Rome: FAO <http://www.fao.org/aquastat/statistics/query/index.html>. Date accessed: 1 April 2023

FAO AQUASTAT 2015. Amit Kohli and Karen Frenken . Renewable Water Resources Assessment 2015 AQUASTAT methodology review. FAO AQUASTAT Reports Elimination of 'actual' versus 'natural' flow distinction and simplification of border flow accounting.

FAO WATER REPORTS 2003. No. 23. REVIEW OF WORLD WATER RESOURCES BY COUNTRY . prepared by Domitille Vallée and Jean Margat. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS Rome, 2003 www.fao.org/landandwater/aglw/aquastat/water_res/index.stm

FAO FRA 2000. Evaluación de Recursos Forestales 2000. BIBLIOGRAFÍA COMENTADA CAMBIOS EN LA COBERTURA FORESTAL EN HONDURAS. FRA Working Paper 44.

FAO WATER REPORTS 2016. No. 43. Water accounting and auditing - A sourcebook Charles Batchelor ,Jippe Hoogeveen, Jean-Marc Faurès and Livia Peiser FAO Land and Water Division. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS Rome, 2016. ISBN 978-92-5-109331-3

Foro Centroamericano y República Dominicana de Agua Potable y Saneamiento (FOCARD-APS) 2013. Gestión de las Excretas y Aguas Residuales en Centroamérica y República Dominicana - DIAGNÓSTICO REGIONAL

FUNCAGUA. Fundación para la Conservación del Agua de la Región Metropolitana de Guatemala. (2022). Informe del estado del agua de la Región Metropolitana de Guatemala 2022: el agua nos une. Guatemala. ISBN versión digital: 978-9929-8311-0-0

Fundación para la Conservación del Agua de la Región Metropolitana de Guatemala. (2018). Plan de conservación del agua para la Región Metropolitana de Guatemala van Tuylen S. (2020). Estado de los cuerpos de agua de la cuenca del lago de Amatitlán, 2020. Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago De Amatitlán. [https://www.researchgate.net/](https://www.researchgate.net/publication/348339405_ESTADO_DE_LOS_CUERPOS_DE_AGUA_DE_LA_CUENCA_DE_LAGO_DE_AMATITLAN_2020)

[publication/348339405_ESTADO_DE_LOS_CUERPOS_DE_AGUA_DE_LA_CUENCA_DE_LAGO_DE_AMATITLAN_2020](https://www.researchgate.net/publication/348339405_ESTADO_DE_LOS_CUERPOS_DE_AGUA_DE_LA_CUENCA_DE_LAGO_DE_AMATITLAN_2020)

Funpadem, 2000. CUENCAS INTERNACIONALES: CONFLICTOS Y COOPERACIÓN EN CENTROAMÉRICA. UCR. Unidad de Investigación en Fronteras Centroamericanas. Fundación Ford. Proyecto Cooperación Transfronteriza en Centroamérica. Cuadernos de trabajo LAS FRONTERAS CENTROAMERICANAS.

Gobierno de Nicaragua, 2017. Decreto No. 21- 2017. Reglamento en el que se establecen las disposiciones para el vertido de Aguas Residuales. La Gaceta No. 229, del 30 de noviembre de 2017.

Gobierno de Nicaragua , 1995. Decreto No. 33-95. Disposiciones para el Control de la Contaminación Proveniente Descargas de Aguas Residuales Domésticas, Industriales y Agropecuarias. La Gaceta, No. 118. (1995) Recuperado de: [http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/\(\\$All\)/138A846C-29F5F0760625717900509FA4?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/($All)/138A846C-29F5F0760625717900509FA4?OpenDocument)

Gobierno de la República, Honduras. 1995. NORMA TÉCNICA NACIONAL PARA LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE. Acuerdo No.084 del 31 de Julio de 1995, Vigencia 4 de Octubre de 1995 Gobierno de Guatemala 2022. Informe General de la República. El año de los logros.

Guatemala. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia -SEGEPLAN. Informe General de la República 2022. Guatemala : SEGEPLAN, 2022. ISBN: 978-9929-692-65-7 Gobierno de Honduras 2022. Plan Nacional de Agua Potable y Saneamiento PLANASA 2022-2030

Gobierno de El Salvador. 2014. Monitoreo de los Avances de País en Agua Potable y Saneamiento (MAPAS) - El Salvador.

GWP . Global Water Partnership. 2023. Mensajes Clave. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua de 2023. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/mensajes-clave_conferencia-del-agua_fin.pdf

GWP . Global Water Partnership. 2012. Aumentar la seguridad hídrica un imperativo para el desarrollo - un documento de perspectiva del Comité Técnico de GWP.

GWP .Global Water Partnership 2016. Aumentando la seguridad hídrica: la clave para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. TEC BACKGROUND PAPERS NO. 22. Tushaar Shah. Global Water Partnership Comité Técnico (TEC) ISBN: 978-91-87823-28-2

GWP Centroamérica 2011. Situación de los recursos hídricos en Centroamérica: hacia una gestión integrada. Asociación Mundial para el Agua, capítulo Centroamérica (GWP Centroamérica), con el apoyo del Programa de Desarrollo de Zonas Fronterizas en América Central (ZONAF), de la Unión Europea (UE) y el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE). Tegucigalpa, M.D.C., Honduras Abril de 2011.

GWP Centroamérica 2019. Entre Aguas 1-19. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/ea-sobre-nueva-estrategia_fin.pdf

GWP Centroamérica 2019. Entre Aguas 2-19. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/ea-2-19-fin.pdf

GWP Centroamérica 2019. Estrategia 2020–2025: Movilizando por un mundo con seguridad hídrica. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/esp_p3495_gwp_full_strategy_lowres.pdf

GWP 2015. Situación de los recursos hídricos en Centroamérica: Honduras.

GWP 2017 a. TECHNICAL FOCUS PAPER No.10. Gestión integrada de los recursos hídricos en Centroamérica: gestionando las aguas transfronterizas como desafío primordial. Elisa Colom de Morán y S. Montenegro Guillén. Global Water Partnership ISSN: 2001-4023 ISBN: 978-91-87823-35-0

GWP Centroamérica 2017 b. Hoja de Datos sobre el Estado de la Gestión Hídrica en Honduras 2017-18 Indicador ODS 6.5.1: Grado de implementación de gestión integrada de los recursos hídricos.

Guatemala. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia -SEGEPLAN. Informe General de la República 2022. Guatemala : SEGEPLAN, 2022.

Hidalgo-León, H.G., Herrero-Madriz, C., Alfaro-Martínez, E.J., Muñoz, A.G., Mora-Sandí, N.P., Mora-Alvarado, D.A. & Chacón-Salazar, V.H. (2015). Las aguas urbanas en Costa Rica. In Interamerican Network of Academies of Sciences (Eds.), Desafíos del agua urbana en las Américas, pp.208-233. México: IANAS y UNESCO.

IISD. 2023. Summary of the UN 2023 Water Conference: 22-24 March 2023. Earth Negotiations Bulletin A Reporting Service for Environment and Development Negotiations . Online at: enb.iisd.org/un-2023-water-conference

IANAS. Red Interamericana de Academias de Ciencias 2019. Calidad del Agua en las Américas Riesgos y Oportunidades. Programa de Agua de IANAS. ISBN: 978-607-8379-33-0

Instituto Nicaragüense De Acueductos Y Alcantarillados Ente Regulador. 1999. Normas Técnicas Para El Diseño De Abastecimiento Y Potabilización Del Agua (NTON 09 003-99)

IPBES 2019. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (2019). Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Resumen para responsables de políticas. Bonn: IPBES. Available at <https://ipbes.net/ga/spm>.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2018). Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Available at <http://www.ipcc.ch/report/sr15/>.

International Resource Panel (2019). Global Resources Outlook 2019: Natural Resources for the Future We Want. Nairobi: UNEP. Available at <https://www.resourcepanel.org/reports/globalresources-outlook>.

Larbi Bouguerra, Mohamed (2007). Las batallas por el agua. Por un bien común de la humanidad. Madrid. Editorial Popular.

Losilla M., Rodríguez H., Schosinsky G., Stimson J. y Bethune D. (2001). Los Acuíferos Volcánicos y el Desarrollo Sostenible en América Central. San José: Editorial de la Universidad de Costa Rica.

Larsimont, R. y Grosso, V. (2014). Aproximación a los nuevos conceptos híbridos para abordar las problemáticas híbridas. *Cardinalis, Revista del Departamento de Geografía*, Año 2, No. 2, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad de Córdoba, Argentina

Mazzucato, M. (2023). Para afrontar la crisis global del agua. Mariana Mazzucato Ngozi Okonjo-Iweala Johan Rockström Tharman Shanmugaratnam. <https://sinpermiso.info/textos/para-afrontar-la-crisis-global-del-agua>

MARN. (2010). Informe sobre el estado de situación del saneamiento – El Salvador. San Salvador.

MARN. (2017). Política Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, sv ed.– San Salvador, El Salv. : Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), 2017. ISBN 978-99923-897-2-0

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2016) Informe Ambiental del Estado de Guatemala 2016 Informe GEO

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales MARN 2007. Diagnóstico Nacional de Calidad de Aguas Superficiales” . Servicio Hidrológico Nacional.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales MARN 2009. Informe de Calidad de Agua de los ríos de El Salvador / Servicio Hidrológico Nacional / Año 2009

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), 2016. Informe Ambiental del Estado de Guatemala. Informe GEO 2016

Ministerio de Ambiente, Energía (MINAE) y Ministerio de Salud (S) (2006). Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales, Decreto Ejecutivo No. 33601. La Gaceta No.55, Alcance 8. Recuperado de: <http://www.regenciaquimica.ucr.ac.cr/sites/default/files/33601-s-minae.pdf>

Ministerio de Salud (MINSAL) (2009). Normativa Salvadoreña Obligatoria para agua potable, NSO 13.07.01.08, 2009. El Salvador: MINSAL.

Ministerio de Ambiente, Energía (MINAE) y Ministerio de Salud (S) (2006). Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales, Decreto Ejecutivo No. 33601. La Gaceta No.55, Alcance 8. Recuperado de: <http://www.regenciaquimica.ucr.ac.cr/sites/default/files/33601-s-minae.pdf>

Ministerio de Ambiente, Energía (MINAE) y Ministerio de Salud (MS) (2007). Reglamento para la Evaluación y Clasificación de Cuerpos de Agua Superficiales, Decreto Ejecutivo No. 33903. LaGaceta No.178. Recuperado de: <https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Reglamento%20evaluación%20y%20clasificación%20de%20calidad%20de%20cuerpos%20de%20agua%20superficiales.pdf>

Mollinedo, N. (2013). Investigación hidrogeológica para determinar el origen del arsénico en aguas para consumo humano en la región noroeste de Aguas Zarcas, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Tesis de la Maestría Académica en Hidrogeología y Manejo de Recursos Hídricos. Posgrado en Geología. Universidad de Costa Rica.

Montenegro Guillén S. y Jiménez García M. (2009). Residuos de plaguicidas en agua de pozos en Chinandega, Nicaragua. Universidad y Ciencia. UNAN-Managua. Año 4, No. 7, julio-diciembre de 2009. Recuperado de: <http://repositorio.unan.edu.ni/2461/1/1000.pdf>

Mora-Alvarado, Darner, & Portuguez-Barquero, Carlos Felipe. (2018). Agua para consumo humano y saneamiento en Costa Rica al 2016. Metas al 2022 y al 2030. Revista Tecnología en Marcha, 31(2), 72-86. <https://dx.doi.org/10.18845/tm.v31i2.3625>

Mora-Alvarado, D.A. & Portuguez-Barquero, C.F. (2016). Cobertura de la disposición de excretas en Costa Rica para el periodo 2000–2014 y expectativas en el 2021. Tecnología en Marcha, 29 (2), 43–62.

Mora-Alvarado, D. & Portuguez, C.F. (2010). Evolución de las coberturas y calidad del agua para consumo humano y disposición de aguas residuales domésticas en Costa Rica al año 2009. Laboratorio Nacional de Aguas, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

Naciones Unidas 2017. Decenio Internacional para la Acción "Agua para el Desarrollo Sostenible", 2018-2028. <https://www.un.org/es/events/waterdecade/>

National Geographic, 2023. What BPA can do to our bodies—and how to limit your exposure. <https://www.nationalgeographic.com/science/article/what-bpa-can-do-to-our-bodiesand-how-to-limit-your-exposure?rid=8A672463C9E061223AEEF0E%E2%80%A6>

NORMA TÉCNICA GUATEMALTECA 2013. COGUANOR NTG 29001 Agua para consumo humano (agua potable). Especificaciones.

Organización Mundial de la Salud (OMS) (2018). Guías para la Calidad del Agua de Consumo Humano que incorpora la primera adenda. 4ª Ed. Ginebra. ISBN 978-92-4-354995-8. Recuperado de: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1>

O'neal Coto, K. (2018). UCR detecta residuos de plaguicidas en fuentes de agua en la Zona Norte. Semanario Universidad, 14 de junio. Recuperado de: www.ucr.ac.cr/noticias/2018/06/14.html

Paulino, Cecilia; et al. 2010. La contaminación biológica del agua y la desinfección solar. e-ISSN: 0009-6733. Paulino, Cecilia; Apella, Maria Cristinalcon; Pizarro, Ramón Augusto; Blesa, Miguel Angellcon. Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias.

Peña Torrez E., Montenegro Guillén, S., Pitty J., Matsuyama A. y Yasuda Y. (2009). Contaminación por Mercurio en Nicaragua: el caso de la Empresa Pennwalt,

Revista Científica Universidad y Ciencia (7). pp.1-4. ISSN 2074-8655. Recuperado de: <http://repositorio.unan.edu.ni/2448/>

Plan nacional de gestión integrada del recurso hídrico de El Salvador, con énfasis en zonas prioritarias 2017 / editor Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales; elaboración Consorcio TYPASA - TECNOMA-ENGECORPS; supervisión técnica Unidad Ejecutora de Programas Hídricos; corrección de estilo Araceli C. Zamora; - 1a ed. – San Salvador, El Salv. :Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2017.

PNUMA, 2004. Lineamientos Para La Aplicación Del Enfoque Ecosistémico A La Gestión Integral Del Recurso Hídrico. Serie Manuales de Educación y Capacitación Ambiental 8. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA - Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Red de Formación Ambiental. ISBN 968-7913-28-2

PNUD, 2023. Evaluación sobre los progresos: Los ecosistemas relacionados con el agua y los ODS . <https://www.unep.org/es/resources/informe/evaluacion-sobre-los-progresos-los-ecosistemas-relacionados-con-el-agua-y-los-ods>

PRISMA. 2001. Programa Salvadoreño de Investigación sobre Desarrollo y Medio Ambiente, No. 44. Alteración del ciclo hidrológico en El Salvador: Tendencias y desafíos para la gestión territorial.

Proyecto Reduciendo el Escurrimiento de Plaguicidas al Mar Caribe (REPCAR) (2010). Informe de País Sobre Importaciones de Plaguicidas Correspondiente al Periodo 2004 – 2009, Nicaragua. Recuperado de: <http://www.cep.unep.org/repcar>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente 2021. Por las personas y el planeta: la Estrategia del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente para 2022-2025 dirigida a combatir el cambio climático, la pérdida de recursos naturales y la contaminación. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/35875/K2100504-s.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

Programa Estado de la Nación 2022 / Programa Estado de la Nación, Consejo Nacional de Rectores. – San José, C.R. : CONARE - PEN, 2022. ISBN 978-9930-618-18-9 digital

Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente, Universidad Nacional de Ingeniería (CIEMA, UNI) (2009). Arsénico en agua para consumo humano. Presencia y experiencias en remoción. Simposio Arsénico. Managua, 2 de julio de 2009. Recuperado de: <http://ribuni.uni.edu.ni/218/2/1Simp0-042.pdf>

Puig,A.2023. Abriendonuevos horizontes en la gestión de la contaminación química del agua. Quality Water Summit 2023, https://www.iagua.es/noticias/ministerio-transicion-ecologica-y-reto-demografico/alejandra-puig-futuro-que-viene?utm_source=Actualidad&utm_campaign=d7a16ded8b-Diario_05052023&utm_medium=email&utm_term=0_8ff5bc1576-d7a16ded8b-304996649

Red Interamericana De Academias De Ciencias Foro Consultivo Científico Y Tecnológico, AC. 2012. DIAGNÓSTICO DEL AGUA EN LAS AMÉRICAS. ISBN: 978-607-9217-04-4. Red del Agua de la Interamerican Network of Academies of Science (IANAS,).

Red Internacional de Organismos de Cuenca (RIOCI) y la Asociación Mundial para el Agua (GWP). 2012. MANUAL PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LAS CUENCAS TRANSFRONTERIZAS DE RÍOS, LAGOS Y ACUÍFEROS. ISBN: 978-91-85321-92-6 . www.inbonews.org, www.gwp.org, www.iowater.fr

República de Costa Rica. 2015. Reglamento para la Calidad del Agua Potable. Decreto Ejecutivo No. 38924-S de 12 de enero de 2015. La Gaceta. No.170. San José, Costa Rica, martes 1° de setiembre del 2015. www.pgrweb.go.cr/TextoCompleto/NORMAS/1/VIGENTE/D/2010-2019/2015-2019/2015/138AF/80047_123709-5.html

República De Honduras. 2018. Secretaría De Recursos Naturales Y Ambiente. Situación De Los Recursos Hídricos Y Costeros En Honduras . Dirección General De Recursos Hídricos

Republica de Honduras 1995. NORMA TÉCNICA NACIONAL PARA LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE. Presidencia de la República de Honduras. La Gaceta, Acuerdo No.084 del 31 de Julio de 1995 Vigencia 4 de Octubre de 1995

Republica de Honduras 2004. REGLAMENTO GENERAL DE LA LEY MARCO DEL SECTOR AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO Publicado en La Gaceta, Diario Oficial de la República de Honduras, el sábado 8 de Mayo de 2004, bajo el número 30384

Republica de El Salvador 2018. REGLAMENTO TÉCNICO RTS 13.02.01:14 SALVADOREÑO . AGUA. AGUA DE CONSUMO HUMANO. REQUISITOS DE CALIDAD E INOCUIDAD . Diario Oficial No. 60, Tomo No. 419, de fecha 4 de abril de 2018

República de Nicaragua, Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional ,Sistema Nacional de Gestión del Cambio Climático, Secretaría de Cambio Climático de la Presidencia. 2023. Cuarta Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, República de Nicaragua. Edit. Impresiones a Colores, S.A. Managua, 2023. 459 páginas. Proyecto "Habilitación de la preparación de la Cuarta Comunicación Nacional de Nicaragua y el Primer Informe Bial de Actualización a la CMNUCC". SCCP- GEF-FAO

Rodriguez,T. 2021. La Gestión por Cuenca en Costa Rica: genealogía y trayectoria de un concepto. Geopolítica(s) Revista de estudios sobre espacio y poder ISSN: 2172-3958. DOI: <https://doi.org/10.5209/geop.71202>

Rockstrom, J. 2023. Para afrontar la crisis global del agua - Johan Rockström, Mariana Mazzucato, Ngozi Okonjo-Iweala, Tharman Shanmugaratna. <https://sinpermiso.info/textos/para-afrontar-la-crisis-global-del-agua>

Reglamento de Agua Potable de Costa Rica, Nº Gaceta: 170 del 06/03/2020 Sistema Costarricense de Información Jurídica Acta No 38924-S

Ruepert, C. (2011). Plaguicidas y otros contaminantes, Informe Final. Decimoséptimo Informe del Estado de la Nación. Recuperado de: [https:// estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/017/Ponencia-Clemens-Plaguicidas-y-otros-contaminantes.pdf](https://estadonacion.or.cr/files/biblioteca_virtual/017/Ponencia-Clemens-Plaguicidas-y-otros-contaminantes.pdf)

Salazar, D. (2003). Guía para el manejo de excretas y aguas residuales municipales, Enfoque Centroamérica. USAID. PROARCA/SIGMA, CCAD.

Salvatierra Suárez, Thelma (2018). Gestión integral de los recursos hídricos como herramienta para facilitar el desarrollo territorial comunitario en dos Humedales de Importancia Internacional Ramsar de Nicaragua. Tesis doctoral. Managua: UNAN.

Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente. 2018. Dirección General de Recursos Hídricos. Política Hídrica Nacional. Equipo Encargado de la Dirección de la Política Hídrica Nacional. Publicación realizada bajo el apoyo de la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional, ACDI.

SECRETARIA DE ENERGIA, RECURSOS NATURALES, AMBIENTE Y MINAS 2014. Informe del Estado y Perspectivas del Ambiente: SERNA Geo Honduras 2014.

Secretaría Técnica de Planificación y Cooperación Externa – Consejo Regional de Desarrollo 2013. Plan de Desarrollo Regional con Enfoque de Ordenamiento Territorial. Región 13 – Golfo de Fonseca. Choluteca, Honduras.

Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET) (2005). Balance Hídrico Integrado y Dinámico en El Salvador. Componente de Evaluación de Recursos Hídricos. El Salvador.

Servicio Hidrológico Nacional / Año 2010. Informe de Calidad de Agua de los ríos de El Salvador. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Servicio Nacional de Estudios Territoriales.

Secretaría Técnica y de Planificación de la Presidencia de la República de El Salvador. 2019. Objetivos de Desarrollo Sostenible. INFORME EL SALVADOR 2019.

Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN). (2006). Política nacional de gestión integrada de los recursos hídricos y de la estrategia nacional de gestión integrada de los recursos hídricos. Guatemala. Recuperado a partir de http://cebem.org/revistaredesma/vol11/pdf/legislacion/engirh_guatemala.Pdf

SESAL (2003). Ley Marco del Sector de Agua Potable y Saneamiento. Decreto N° 118-2003. La Gaceta Diario Oficial de la República de Honduras. Tegucigalpa: Presidencia de la República de Honduras.

Sigúí, N. 2016. ¿Por qué continúa la contaminación de aguas en Guatemala? Ciencia, Tecnología y Salud Vol. 3 Num. 2 2016 ISSN: 2410-6356 (electrónico)

Sistema de Integración Centroamericana (SICA), Foro Centroamericano y de República Dominicana de Agua Potable y Saneamiento (FOCARD) y AP&S Agua Potable y Saneamiento (2009). Contexto Temático para la Agenda Nacional de saneamiento. El Salvador.

Silva, H. 2015. Evaluación de Línea Base Gestión de Aguas Residuales Honduras. Caribbean Regional Fund for Wastewater Management

Spongberg, A. 2011. Reconnaissance of selected PPCP compounds in Costa Rican surface waters. Alison L Spongberg , Jason D Witter, Jenaro Acuña, José Vargas, Manuel Murillo, Gerardo Umaña, Eddy Gómez, Greivin Perez. Water Res 2011 Dec 15;45(20):6709-17. doi: 10.1016/j.watres.2011.10.004. Epub 2011 Oct 17.

Schwarzman y Wilson, 2009. Environ Health Perspect. 2009 Oct;117(10):A434. Erratum for: Wilson and Schwarzman [Environ Health Perspect 117:A386 (2009)]. PMID: PMC2897214.

Tarlock, D. (2015) Promoting effective water management cooperation among riparian nations. Technical Committee Background Paper No. 21, GWP, Stockholm, Sweden.

Tundisi, J.G.; Matsumura-Tundisi, T.; Ciminelli, V.S. & Barbosa, F.A. (2015). Water availability, water quality water governance: the future ahead. Hydrological Sciences and Water Security: Past, Present and Future. (Proceedings of the 11th Kovacs Colloquium, Paris, Francia, junio 2014). IAHS Publ. 366, 2015.

United Nations (2019). Report of the Special Rapporteur on the issue of human rights obligations relating to the enjoyment of a safe, clean, healthy and sustainable environment, David R. Boyd. 15 July 2019. A/74/161. Available at <https://www.ohchr.org/EN/Issues/Environment/SREnvironment/Pages/SafeClimate.aspx>

United Nations Environment Programme (2019). Frontiers 2018/19: Emerging Issues of Environmental Concern. Available at <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/27538>.

United Nations Environment Programme (2023). Measuring Progress: Water-related ecosystems and the SDGs. Nairobi. ISBN No: 978-92-807-4015-8

United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean (2022). ECLAC: Report on the Latin American and Caribbean regional process to accelerate the achievement of SDG 6. UN Economic and Commission of Latin America and the Caribbean. Retrieved from https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/report_on_the_latin_american_and_caribbean_regional_process_to_accelerate_the_achievement_of_sdg_6.pdf

. Informe Mundial de la Naciones Unidas sobre el desarrollo de los Recursos Hídricos 2023. Alianzas y Cooperación por el Agua. UNWATER 2023.

UNEP, 2013, citado por Pérez-Sabino et. al., 2015), M.C. Soria, P.A. Powell y M.C. Apella. Waters treated by photolysis and heterogeneous photocatalysis for bacterial inactivation. En Final Results of the OAS/AE/141 Project: Research, Development, Validation and Application of Solar Technologies for Water Potabilization in Isolated Rural Zones of Latin America and the Caribbean, Litter M.I.(ed.), 409 pp., Estudio JAF, Vicente López-Buenos Aires, Cap. 2, 39-62 (2006). ISBN: 978-987- 22574-4-6.

Universidad Rafael Landívar 2005. Situación del recurso hídrico en Guatemala. Documento técnico del Perfil Ambiental de Guatemala. Instituto de Incidencia Ambiental. <http://www.infoiarna.org.gt/wp-content/uploads/2017/10/SituacindelrecursohdroicoenGuatemala.pdf>

UNESCO 2023. UN World Water Development Report. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2023: alianzas y cooperación por el agua UNWATER 2023

United Nations 2017. Decenio Internacional para la Acción "Agua para el Desarrollo Sostenible", 2018-2028. <https://www.un.org/es/events/waterdecade/>

United Nations 2023. Conferencia del Agua de la ONU 2023 <https://sdgs.un.org/conferences/water2023/stakeholders>

United Nations 2023 b. The United Nations World Water Development Report 2023: partnerships and cooperation for water. UNESCO 2023.

Vammen K. y Hurtado I. (2010). Los recursos hídricos de Nicaragua. CEPAL. Recuperado de: http://coin.fao.org/coin-static/cms/media/5/12820625348650/fao_nic_recursohidricos_cepal.pdf

Villanueva, C. M., Kogevinas, M., Cordier, S., Templeton, M. R., Vermuelen, R. et al. (2014). Assessing exposure and health consequences of chemicals in drinking water: Current state of knowledge and research needs. *Environmental Health Perspectives*, 122 (3), 213-221.

Wilson MP, Schwarzman MR. Green Chemistry: Wilson and Schwarzman Respond. *Environ Health Perspect*. 2009 Sep;117(9):A386. doi: 10.1289/ehp.0900835R. PMID: PMC2737034.

World Health Organization (WHO) y UNICEF (2017). Progreso para Agua Potable. Saneamiento e Higiene 2017. Geneva. Recuperado de: https://www.unicef.org/spanish/publications/index_96611.html

World Health Organization 2021. WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. ISBN 9789240034228 (electronic version).

Wouters, P. (2013) International Law – Facilitating Transboundary Water Cooperation Technical Committee Background Paper No. 17, GWP, Stockholm, Sweden.

Zarza, L. 2023. La gestión del riesgo de los PFAS en el agua potable: una visión general. https://www.iagua.es/noticias/redaccion-iagua/gestion-riesgo-pfas-agua-potable-vision-general?utm_source=Actualidad&utm_campaign=9afd2c18b6-Semanal_12062023&utm_medium=email&utm_term=0_8ff5bc1576-9afd2c18b6-304996649



   @acch  acch-ca.org