

# Panamá



Balboa Avenue, una de las principales arterias de la ciudad de Panamá. Foto: ©iStock.com/ NTCO.



*“Panamá es un país con abundantes recursos hídricos, más del 90% de la población tiene acceso al servicio de agua potable. Sin embargo, para las zonas urbanas se han enfocado casi exclusivamente en fuentes de agua superficial; y la existencia de regiones (especialmente en las zonas indígenas) en donde menos de la mitad de la población tiene acceso al agua potable. Gestionar los recursos necesarios para incrementar la infraestructura relacionada con el agua y el cambio climático son los principales retos que deben enfrentarse en un futuro cercano”*

# Aguas Urbanas. Panamá

José R. Fábrega D., Miroslava Morán M.,  
Elsa L. Flores H., Icela I. Márquez de Rojas,  
Argentina Ying, Casilda Saavedra,  
Berta Olmedo, y Pilar López

## Resumen

Panamá es un país con abundantes recursos hídricos y con una precipitación anual promedio de 3 mil mm. Sin embargo, 66% de la población vive en lugares poblados con más de mil 500 habitantes, considerados como áreas urbanas. De aquí la importancia que tiene la buena gestión y manejo de las aguas urbanas en Panamá. La mayoría de la población urbana utiliza aguas superficiales (ríos o lagos) como fuente de agua para suplir sus necesidades, siendo las fuentes de agua subterránea poco empleadas para el abastecimiento de comunidades urbanas.

En Panamá, la administración del agua potable se da a través de dos entes: por un lado, el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN), que atiende a poblaciones superiores a los mil 500 habitantes, y por otro, el Ministerio de Salud (MINSAL), que a través de las Juntas Administradoras de Acueductos Rurales (JAAR), atiende a poblaciones inferiores a mil 500 habitantes, especialmente ubicadas en zonas rurales. Existen casos aislados en zonas periurbanas en donde la administración del recurso hídrico se hace a través de JAAR. En general, según el último censo (2010) más de 90% de la población tiene acceso a agua potable. Sin embargo, esta cifra no representa la realidad de algunas zonas marginadas, como es el caso de las comarcas indígenas, en donde la cifra puede ser tan baja como 28%.

En cuanto al tratamiento de aguas servidas, y según indicadores del Banco Mundial, para 2012 un 80% de la población contaba con acceso a facilidades mejoradas de saneamiento. En las áreas urbanas, bajo la administración del IDAAN, se tiene que 57% de la población cuenta con alcantarillado sanitario, lo que se traduce en términos totales de población a 45%. En cuanto al tratamiento de aguas residuales, y gracias a una serie de normas aprobadas a finales del siglo pasado y principios de éste, se ha logrado que ya existan cerca de 100 plantas de trata-

miento de aguas residuales (PTAR) con tratamiento secundario. Igualmente, se está ejecutando en el país el “Proyecto de Saneamiento de la Ciudad y la Bahía de Panamá” iniciado en 2006, el cual busca recuperar las condiciones sanitarias y ambientales del área metropolitana y la eliminación de contaminación por aguas residuales no tratadas en los ríos urbanos y en las zonas costeras de la Bahía de Panamá. Gracias a este proyecto ya se tiene en funcionamiento la única PTAR del país que realiza tratamiento terciario a las aguas que recibe, con una capacidad de hasta 2.2 m<sup>3</sup>/segundo. Se espera que para el año 2035 esta planta atienda la demanda de aproximadamente 1,2 millones de personas y alcance un volumen de agua tratada de aproximadamente 6.4m<sup>3</sup>/segundo.

En lo que se refiere a las enfermedades transmitidas por vectores que se desarrollan en agua, es importante resaltar que el dengue en el área urbana es uno de los principales problemas de salud pública en Panamá. En estudios aislados de agua cruda utilizada por plantas potabilizadoras en algunos centros urbanos, se han encontrado quistes de *Giardia* spp. y ooquistes de *Cryptosporidium* spp. en la estación seca. En la estación lluviosa, los resultados fueron negativos, a excepción de un estudio en que se encontró *Cryptosporidium* spp. en aguas tratadas. Por otro lado, en la planta potabilizadora de Chilibre, que abastece de agua a la mayor parte de la población urbana de la ciudad capital, no se detectó la presencia de ninguno de estos parásitos. Sin embargo, estudios realizados en la ciudad de La Chorrera parecen indicar una prevalencia relativamente alta de *Cryptosporidium* spp. y *Giardia* spp. en niños.

Por último, la relación de las aguas urbanas con cambio climático adquiere cada día una mayor relevancia, debido principalmente al acelerado crecimiento que está experimentando la ciudad de Panamá. Diversos estudios y análisis apuntan a un incremento en la frecuencia de eventos extremos y de la vulnerabilidad de zonas urbanas, lo cual se refleja no sólo por el aumento en el número de inundaciones, sino también por el número de personas afectadas por estos eventos. Para afrontar el cambio climático en Panamá, tanto en adaptación como en mitigación, avances institucionales y legales incluyen la aprobación de la Política Nacional de Cambio Climático, dentro de la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) y la creación del Comité Nacional de Cambio Climático, el cual cuenta con la representa-

ción de 27 instituciones del sector público incluyendo el sector académico. Existen diferentes alternativas encaminadas a aumentar la resiliencia urbana ante el cambio climático. Una de las más importantes que se está promoviendo a nivel mundial son los edificios verdes. En este sentido, Panamá ocupa el segundo lugar en Centroamérica y el Caribe en cuanto a edificios con certificación LEED. Además de las soluciones estructurales, la resiliencia urbana al cambio climático depende de la sensibilización de la población y la toma de conciencia del papel que cada uno desempeña en el problema y también en la solución.

## 1. Fuentes de agua en zonas urbanas y los impactos causados por la urbanización

Panamá es un país con abundantes recursos hídricos, con una precipitación promedio anual cercana a los 3 mil mm, una mínima de 1 mil mm y máximas hasta de 7 mil mm en algunos puntos del país. En su superficie, las lluvias forman una red de ríos de corto recorrido que nacen en la divisoria continental y descargan en alguna de las dos costas (150 ríos en el Atlántico y 350 ríos en el Pacífico). Panamá también cuenta con 67 sistemas lacustres, entre embalses, lagunas y humedales. El agua en el subsuelo panameño no se ha podido estudiar con certeza; se sabe que existen tres tipos principales de acuíferos: acuíferos predominantemente intergranulares, acuíferos predominantemente fisurados y áreas con acuíferos locales intergranulares o fisurados, de productividad limitada.

En relación con la población, el último censo indica que 66% de la población en el país (2 millones 249 mil 394 personas) vive en 224 lugares urbanos (poblados concentrados con más de mil 500 habitantes), mientras que 34% (1 millón 155 mil 884 personas) vive en 11 mil 391 lugares poblados con menos de mil 500 habitantes, definidos como rurales (Cuadro 1).

### 1.1 Regiones del país con predominio de uso de aguas superficiales/ subterráneas/combinadas

Como se observa en el Cuadro 2, y tomando únicamente las plantas de tratamiento administradas por el IDAAN, en las zonas urbanas de la República de

Panamá se usa primordialmente (99.9%) el agua superficial para consumo humano. El uso de las aguas subterráneas puede darse con un poco de mayor frecuencia en zonas rurales.

### 1.2 .Fuentes de agua y relativas a la distribución de la población urbana

La actividad social (75% de la población) y económica de Panamá se concentra en 5.3% del territorio, en unas pocas ciudades de la vertiente pacífica. En contraste y de acuerdo con el Atlas Ambiental de Panamá (Autoridad Nacional del Ambiente –ANAM–, 2010), un cuarto de la población que ocupa poco menos de 95% del territorio vive en condiciones de dispersión, pobreza y sin acceso a la mayoría de los servicios básicos.

Los tres municipios más grandes y con mayor actividad económica del país (Panamá, San Miguelito y Colón), que concentran más de 62% de la población urbana (censo de 2010), se abastecen principalmente de agua proveniente de la Cuenca del Canal de Panamá, administrada por la Autoridad del Canal de Panamá, con altos estándares de control y manejo. La cuenca tiene una superficie de 2 mil 982 Km<sup>2</sup> y representa un enorme potencial hídrico (Autoridad del Canal de Panamá –ACP–, 2006).

### 1.3 Sobreexplotación de fuentes superficiales y subterráneas

El Plan Nacional de Recursos Hídricos de Panamá (PNGIRH) (ANAM, 2011) reporta los resultados de

balances hídricos realizados en diez cuencas hidrográficas prioritarias situadas sobre la vertiente del Pacífico en 2008. Estas cuencas se priorizaron con base en la concentración poblacional, demanda de agua, escenarios de conflicto, vulnerabilidad ante el cambio climático, etcétera. Se reportó que solamente la cuenca del Río Antón presentaría déficit de agua, mientras que las demás cuencas presentan una situación que va desde el equilibrio a la abundancia. El análisis por estación reveló que las cuencas Tonosí y La Villa presentan problemas de disponibilidad del recurso hídrico en la estación seca.

El mismo informe menciona que, si bien las concesiones de agua subterránea parecen insignificantes, los usos y extracciones observados en las cuencas, sobre todo en la zona llamada Arco Seco (que comprende las Provincias de Herrera, Los Santos, Coclé y parte de Veraguas), tienden a ser intensivos.

### 1.4 Impactos de la urbanización sobre la cantidad y calidad de agua en las diferentes fuentes. Fuentes de contaminación puntuales y difusas fuera y dentro de la ciudad

La Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), institución rectora del ambiente en Panamá, estima que más de 80% de las descargas de aguas residuales proviene del sector doméstico y comercial y 20% restante corresponde al sector industrial (ACP, 2006). Aquí cabe destacar que para el sector industrial, aunque el volumen de descarga es menor, la carga contaminante es altamente superior al aporte doméstico, lo cual es crítico, pues ANAM reporta que pocas empre-

**Cuadro 1.** Distribución de la población en Panamá

Tipo de Población	Población	%	Lugares poblados	%
Población urbana	2,249,394	66	224	2
Población rural	1,155,884	34	11,391	98
Total	3,405,813	100	11,615	100

Fuente: Elaboración propia basada en el Censo 2010 de la Contraloría General de la República de Panamá.

**Cuadro 2.** Fuente de agua de las potabilizadoras administradas por IDAAN

Tipo de abastecimiento de planta	Número	Capacidad nominal (Mm <sup>3</sup> /día)	Producción real (Mm <sup>3</sup> /día)	Población beneficiada <sup>(a)</sup>
Reservorio	5	1.022	0.885	1,294,566
Río o quebrada	47	0.541	0.408	943,713
Pozo y río	1	0.003	0.001	2,652
<b>Total de plantas funcionando</b>	<b>53</b>	<b>1.57</b>	<b>1.29</b>	<b>2,240,931</b>

(a) Al año 2014. Fuente: <http://www.idaan.gov.pa/detalle.php?cid=2&sid=31&id=38>



### 1.5 Cómo se han enfrentado los problemas de calidad de agua en zonas urbanas

Se tenía conocimiento (ANAM, 2011) que los ríos Curundú, Matasnillo, Río Abajo, Matías Hernández, Juan Díaz, Tapia, Tocumen y Cabra (dentro de la ciudad de Panamá o en sus alrededores) recibían las aguas residuales domésticas y los vertidos líquidos de 674 empresas (entre ellas, mataderos, avícolas, lácteos, procesadoras de embutido, metalúrgicas, fábricas de pinturas, fábricas de baterías para autos, de materiales de construcción, extracción de minerales no metálicos, empresas de procesamiento de derivados del petróleo, aserraderos, tenerías, talleres de mecánica y chapistería); estos ríos terminaban desembocando en la Bahía de Panamá, frente a la ciudad, provocando malos olores y la prohibición para su uso recreativo.

Para recuperar las condiciones sanitarias y ambientales del área metropolitana y la eliminación de contaminación por aguas residuales no tratadas en los ríos urbanos y en las zonas costeras de la Bahía de Panamá, el Ministerio de Salud implementa el Proyecto Saneamiento de la Ciudad y la Bahía de Panamá. Adicional a esto, en los últimos años, los proyectos residenciales deben incluir sistemas privados de tratamiento de sus aguas residuales, aunque muchas veces no logran cumplir con la normativa (ANAM, 2011).

En relación con la labor de la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), ésta realiza desde el año 2002 el monitoreo de 95 ríos a nivel nacional, a través de 519 puntos y utiliza un índice de calidad de agua (ICA) para clasificar la calidad del recurso hídrico (Figura 1). Igualmente, la ANAM viene desarrollando una serie de programas y proyectos de manejo de cuencas hidrográficas con la intención de detener y revertir el deterioro ambiental al cual están sometidas. No obstante, esta institución también tiene mayor responsabilidad por hacer cumplir las normas de descarga de agua, pero ha expresado tener limitantes para el éxito de esta tarea (ANAM, 2011).

### 1.6 Problemas específicos relacionados con las fuentes de agua para zonas periurbanas y asentamientos informales

La Figura 2 muestra el crecimiento que tuvo la ciudad de Panamá en 30 años; ciertamente las zonas pe-

riurbanas han crecido considerablemente. Las poblaciones de Chilibre y Arraiján son sitios periurbanos estudiados con respecto a su relación con los recursos hídricos ubicados dentro de la Cuenca del Canal de Panamá. El estudio de “Caracterización sociodemográfica y económica de la cuenca” (TETRATECH, 2010) relaciona los asentamientos periurbanos con las transformaciones ambientales y sus efectos en la cantidad y calidad del agua, al disminuir la cobertura vegetal, disminuir la infiltración de agua en el suelo, provocar contaminación con residuos sólidos, líquidos y gaseosos, en ocasiones tóxicos, modificar cauces de agua y el paisaje en general. También señala la desmejora de las condiciones sanitarias y de los servicios públicos.

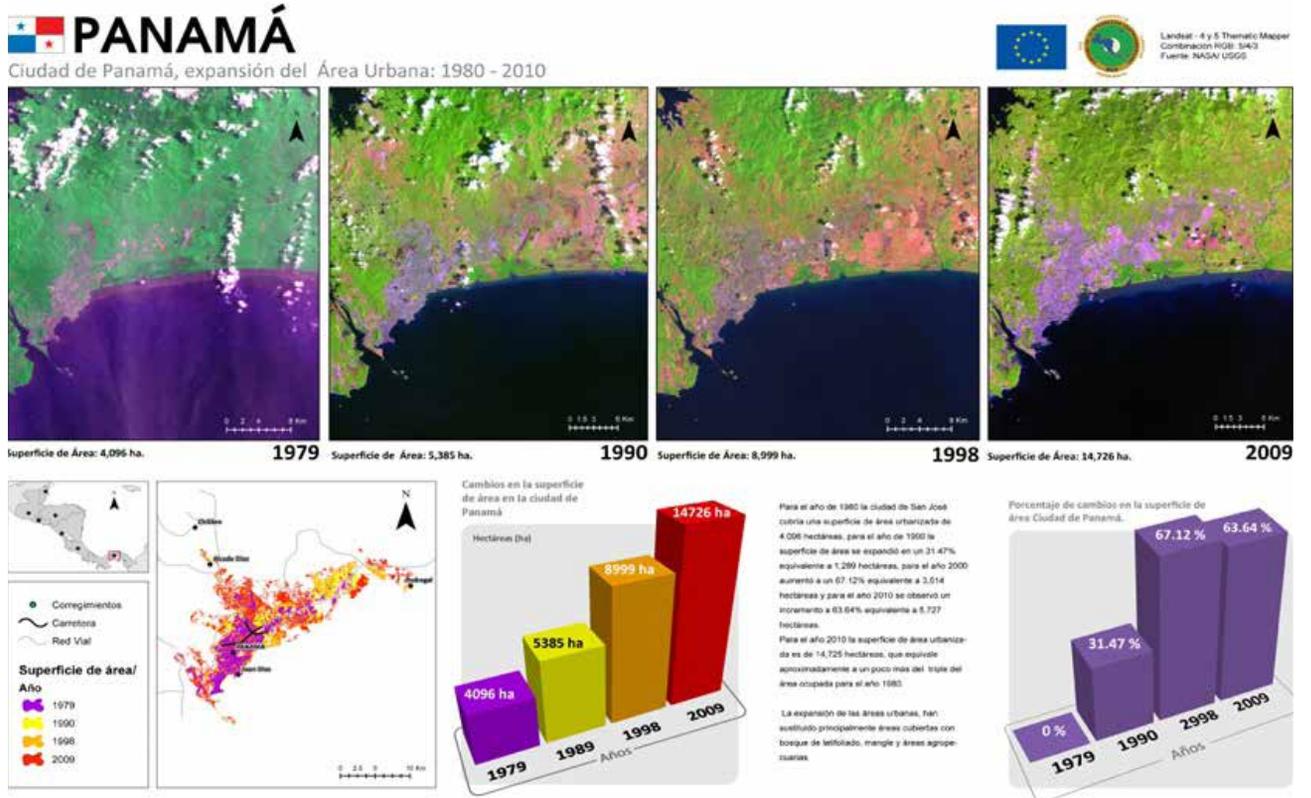
## 2. Servicio de agua potable en zonas urbanas

### 2.1 Administración del agua potable en Panamá

En Panamá, la administración del agua potable se da a través de dos entes: por un lado, el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN), que atiende a poblaciones superiores a los mil 500 habitantes y, por el otro, el Ministerio de Salud (MINSA), que a través de las Juntas Administradoras de Acueductos Rurales (JAAR), atiende a poblaciones inferiores a mil 500 habitantes, especialmente ubicadas en zonas rurales. Sin embargo, y a pesar de esta distinción, existen zonas urbanas en las que la administración se da a través de una JAAR, como lo es el caso de la comunidad de Génesis, en Las Mañanitas de Tocumen, localizada al este de la ciudad de Panamá.

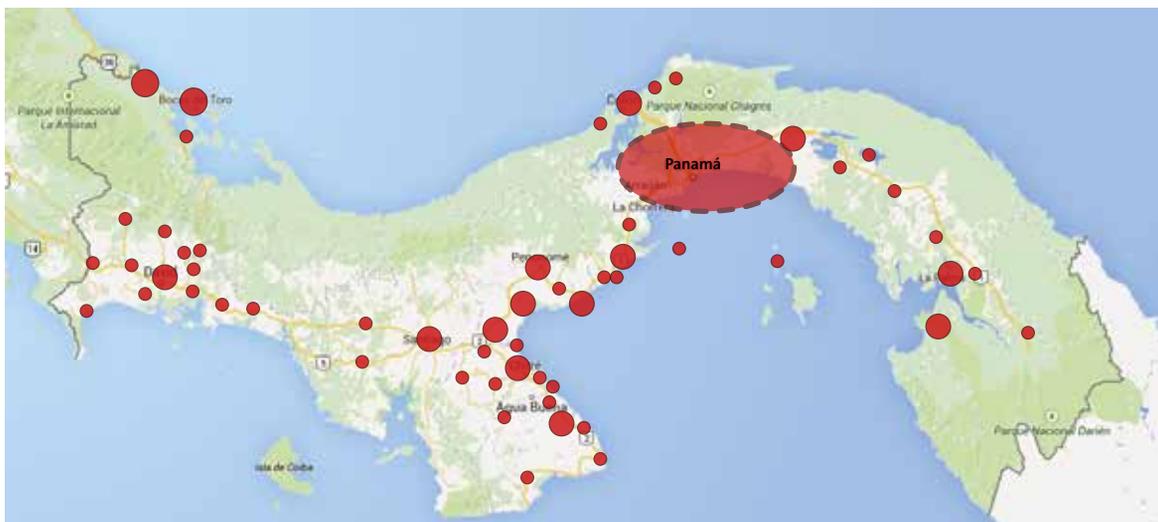
Si se toma en cuenta esta separación de competencias por población, se tiene que el IDAAN administra actualmente 124 sistemas de acueducto a nivel nacional (Cano, 2013), y sirve a una población de 2 millones 644 mil 464 habitantes, con una cobertura de 93% (Figura 3). En términos de población, esta cobertura representa un aumento de alrededor de 70% comparado con el año 1987, cuando el IDAAN administraba 135 sistemas de acueducto en todo el país para abastecer una demanda de 1.5 millones de habitantes, mediante 25 plantas potabilizadoras, 2 filtros lentos, 317 pozos, 6 galerías de infiltración y 5 norias (Fábrega, 1992).

Figura 2. Cambio de área urbana de la ciudad de Panamá



Fuente: CATHALAC (2011) en el marco del proyecto PREVDA

Figura 3. Ubicación de los 124 sistemas de acueducto a nivel nacional administrados por el IDAAN.



Fuente: Cano, Ivan. Presentación oral: “Descripción de los Sistemas de Acueducto Panamá Metro y Panamá Oeste, Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN). Dirección de Operaciones. 2011

El IDAAN establece tarifas de cobro por consumo medido, las cuales difieren de una localidad urbana a otra. En otros casos, el IDAAN tiene bajo contrato el suministro de agua a través de carros cisternas, especialmente a poblaciones ubicadas en la periferia de la ciudad capital de la República de Panamá como lo son Las Garzas de Pacora, Altos de la Torre, La Paz, Jalisco, Alto Lindo y Guarumalito. En este sentido, y a pesar de que las cisternas distribuyen cerca de 190 mil galones por día, casi a diario se dan protestas por la falta de suministro.

A lo anterior se suma que, según el Boletín Estadístico No. 24 del IDAAN (2008-2010), la facturación de los volúmenes de agua que se entrega a los usuarios se realiza sobre la base de: lectura de medidores (34,1%), medidor promediado (20,6%) y sin medidor (44%). Igualmente, el agua no contabilizada es 41,4%, lo cual es un indicador de graves pérdidas físicas y comerciales que acentúan la crisis financiera de la institución.

Por otro lado, el MINSA ha registrado 2 mil 673 JAAR a lo largo de todo el país, con personería jurídica. En las JAAR, la regularidad es el cobro de una tarifa fija, que varía independientemente del consumo per cápita que se dé. En muy pocos casos han sido instalados micro medidores para efectos de contar con una tarifa por consumo medido (MINSA, 2014).

## 2.2 Cobertura de agua potable en zonas urbanas

En la Constitución de la República de Panamá no se reconoce el derecho humano al agua, pero sí existen una política y un plan para el abastecimiento de agua potable en zonas urbanas, la que se está ejecutando parcialmente (MINSA, 2013). Con este plan se espera alcanzar una cobertura de 97% en las zonas urbanas para el año 2014.

Actualmente, y según los datos recopilados en el Censo de Población y Vivienda de 2010 (Cuadro 3), 91,7% de la población disponía de acceso al agua potable a través de conexión domiciliaria como acueductos públicos del IDAAN, acueductos de la comunidad o particular; en tanto, 6,7% tenía acceso sin conexión domiciliaria y 1,6% estaba sujeto a otros suministros, como la lluvia o el carro cisterna. Igualmente, las coberturas de servicios de acceso al agua potable varían de acuerdo al tipo de fuente (Cuadro 4). Estos valores presuponen que cerca de 3,1

millones de personas en el país cuentan con agua de manera fiable y saludable. Sin embargo, las cifras demuestran que por área geográfica, son las comarcas indígenas de Emberá y Ngobe Bugle, las que menos cuentan con condiciones óptimas para el uso y consumo de agua (cuadros 4 y 5). La dispersión de los pueblos, el difícil acceso a los caminos y un tema de influencia cultural, son los factores que se conjugan para estos resultados.

En la región de Panamá Metro, la principal problemática es la presión demográfica, la cual provoca una constante demanda de servicios del IDAAN, cuyo sistema y equipo sufren constantes desperfectos, afectando los niveles de almacenamiento, presión o distribución de agua a los sectores altos ubicados lejos de la red del acueducto metropolitano (Fábrega, 1992). El asentamiento improvisado y desmedido de algunas comunidades dentro de los corregimientos que se ubican en las periferias de las zonas urbanas, ha desencadenado una serie de problemas socioeconómicos, entre ellos la falta de agua potable. A esto se añade la falta de indicadores que permitan medir la cobertura equitativa de los servicios de acuerdo con la ubicuidad de las poblaciones y los diferentes grupos económicos (MINSA, 2013).

En promedio, las viviendas con conexión domiciliaria gozan de un suministro de agua 6,4 días a la semana y 19,5 horas al día en la estación seca (6,6 y 20,5 en la estación lluviosa, respectivamente) (Mi-

**Cuadro 3.** Distribución porcentual de las fuentes de abastecimiento de agua para beber en la población:

Censo de 2010.

Fuentes	Porcentaje
Acueducto público del IDAAN	70,8
Acueducto público de la comunidad	19,8
Pozo superficial	2,1
Río, quebrada o lago	2,0
Pozo sanitario	1,6
Acueducto particular	1,1
Pozo brocal no protegido	1,0
Carro cisterna	0,7
Agua lluvia	0,5
Agua embotellada	0,3
Otra	0,1
TOTAL	100,0

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo. Contraloría General de la República

**Cuadro 4.** Viviendas por fuente de abastecimiento de agua, por provincias y comarcas indígenas:  
Censos de 2000 y 2010

Provincias y comarcas indígenas	Total	Acueducto público del IDAAN	Acueducto público de la comunidad	Acueducto particular	Pozo sanitario	Pozo brocal no protegido	Agua lluvia	Pozo superficial	Río, quebrada o lago	Carro cisterna	Agua embotellada	Otra
<b>2000</b>												
<b>TOTAL</b>	<b>681,928</b>	<b>459,803</b>	<b>143,390</b>	<b>9,132</b>	<b>9,067</b>	<b>9,698</b>	<b>1,929</b>	<b>23,001</b>	<b>19,307</b>	<b>2,748</b>	<b>3,853</b>	-
Bocas del Toro	16,999	2,394	9,756	454	781	112	732	968	1,562	-	240	-
Coclé	44,496	18,189	21,171	1,333	496	269	6	1,810	978	-	244	-
Colón	49,716	36,966	8,188	608	612	97	111	1,112	1,697	-	325	-
Chiriquí	87,509	48,161	21,619	2,238	3,017	7,730	80	2,739	1,038	-	887	-
Darién	9,088	1,577	3,660	70	276	178	421	529	2,311	-	66	-
Herrera	27,202	16,034	9,052	382	178	71	3	972	322	-	188	-
Los Santos	25,052	14,778	8,693	602	242	116	1	241	193	-	186	-
Panamá	350,472	304,555	30,212	2,750	2,266	713	286	3,272	2,165	2,748	1,505	-
Veraguas	49,103	17,149	23,195	545	867	267	8	4,887	2,003	-	182	-
Kuna Yala	4,281	-	2,894	4	65	5	5	73	1,229	-	6	-
Emberá	1,498	-	157	3	83	1	135	4	1,113	-	2	-
Ngobe Buglé	16,512	-	4,793	143	184	139	141	6,394	4,696	-	22	-
<b>2010</b>												
<b>TOTAL</b>	<b>896,068</b>	<b>634,780</b>	<b>177,840</b>	<b>9,850</b>	<b>14,005</b>	<b>8,816</b>	<b>4,711</b>	<b>18,497</b>	<b>17,650</b>	<b>6,588</b>	<b>2,207</b>	<b>1,124</b>
Bocas del Toro	24,628	11,500	5,769	463	891	577	2,708	474	1,606	41	563	46
Coclé	57,193	24,608	27,946	1,514	567	430	13	1,123	693	113	46	140
Colón	63,502	48,747	9,745	403	694	894	155	647	1,733	160	154	170
Chiriquí	113,012	63,704	32,935	2,040	7,559	3,623	153	1,449	915	166	334	134
Darién	11,906	2,312	5,688	237	234	172	635	262	1,983	219	132	32
Herrera	32,591	20,414	10,505	456	113	111	17	516	357	44	43	15
Los Santos	29,363	18,021	9,884	934	166	68	0	99	75	9	27	80
Panamá	470,466	420,837	33,602	2,373	2,492	791	219	1,260	1,814	5,822	856	400
Veraguas	60,209	24,637	27,668	1,055	484	687	38	3,503	2,055	4	10	68
Kuna Yala	4,999	-	3,840	28	2	86	4	70	948	-	12	9
Emberá	1,940	-	519	1	27	1	328	-	1,048	1	12	3
Ngobe Buglé	26,259	-	9,749	346	776	1,376	441	9,094	4,423	9	18	27

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censo.

nisterio de Economía y Finanzas, 2012). En cuanto a tratamiento de agua potable, la principal planta potabilizadora de Panamá se encuentra localizada en

Chilibre dentro de la Cuenca del Canal de Panamá y tiene su toma en el lago Alhajuela que es uno de los lagos que sirven para el funcionamiento del Canal

**Cuadro 5.** Población con y sin acceso a agua potable, según provincias y comarcas indígenas: Censos de 1990, 2000 y 2010 (en porcentaje)

Provincias y comarcas indígenas	Población con y sin acceso a agua potable por Censo					
	1990*		2000		2010	
	Yes	No	Yes	No	Yes	No
TOTAL	81.2	18.8	90.2	9.8	92.9	7.1
Bocas del Toro	60.2	39.8	74.1	25.9	74.6	25.4
Coclé	75.9	24.1	91.5	8.5	95.1	4.9
Colón	83.3	16.7	92.0	8.0	93.5	6.5
Chiriquí	65.3	34.7	82.3	17.7	87.9	12.1
Darién	31.9	68.1	58.4	41.6	72.4	27.6
Herrera	78.4	21.6	93.6	6.4	96.6	3.4
Los Santos	85.7	14.3	96.1	3.9	98.6	1.4
Panamá	93.7	6.3	97.1	2.9	98.6	1.4
Veraguas	57.4	42.6	83.3	16.7	88.8	11.2
Kuna Yala			67.7	32.3	77.8	22.2
Emberá			10.7	89.3	27.6	72.4
Ngobe Buglé			29.9	70.1	38.6	61.4

\*No se habían creado las comarcas indígenas y las áreas indígenas se incluían en las provincias que estaban alrededor de estas comarcas.

**Figura 4.** Planta de tratamiento de aguas residuales del proyecto de saneamiento de la Bahía de Panamá



Fuente: Cano, Ivan. Presentación oral: "Descripción de los Sistemas de Acueducto Panamá Metro y Panamá Oeste, Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN). Dirección de Operaciones. 2011

de Panamá. Esta planta tiene una capacidad instalada de 0.95 Mm<sup>3</sup>/día (Figura 4). Con la misma se abastece buena parte de la ciudad de Panamá.

### 3. Tratamiento de agua en ciudades

El manejo y disposición final de las aguas residuales, sean éstas domésticas o industriales, y la regulación de la prestación del servicio de alcantarillado sanitario constituyen para el mundo en general y Panamá en particular, un reto importante por alcanzar en el siglo XXI. Según los indicadores del Banco Mundial (<http://data.worldbank.org/indicator/SH.STA.ACSN.UR>) para el año 2012, la población urbana en Panamá contaba con 80% de acceso a facilidades mejoradas de saneamiento.<sup>2</sup>

#### 3.1. Marco legal de aguas residuales domésticas e industriales

Para el año 2000, en Panamá se logran plasmar diversas normativas y reglamentos técnicos sobre diversos aspectos de las aguas residuales tales como: i) reutilización de las aguas residuales tratadas (DGNTI-COPANIT, 24-99),<sup>3</sup> ii) descargas de efluentes líquidos directamente a cuerpos y masas de agua superficial y subterráneas (DGNTI-COPANIT, 35-2000), iii) descargas de efluentes líquidos directamente a sistemas de recolección de aguas residuales (DGNTI-COPANIT, 39-2000), y iv) uso y disposición final de lodos (DGNTI-COPANIT, 47-2000), con el propósito de que las mismas se implementaran y se lograra la meta de recuperar los cuerpos de aguas naturales altamente contaminados no sólo física, química y microbiológicamente, a través de la disposición de las aguas residuales en corrientes superficiales y subterráneas sin un tratamiento adecuado.

2. Éstas incluyen además de los servicios sanitarios (hacia sistemas de alcantarillado, tanque séptico o letrina de pozo) soluciones como letrina de pozo mejorada ventilada al ras, letrina de pozo con losa e inodoro de compostaje.

3. DGNTI: Dirección General de Normas y Tecnología Industrial del Ministerio de Comercio e Industrias de Panamá (MICI). COPANIT: Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas del MICI.

#### 3.2 Saneamiento y Sistemas de alcantarillado

Panamá vive actualmente uno de los períodos de mayor crecimiento económico de su historia. Por ejemplo, de acuerdo con datos del CIA Worldfactbook (<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/pm.html>), promediando el crecimiento del PIB de Panamá de 2011 a 2013, el mismo ha crecido en promedio 9.7% anual. Sin embargo, este crecimiento no se ve del todo reflejado en sus cifras de saneamiento. Por ejemplo, el Boletín Estadístico N° 26 del IDAAN (2010-2012) muestra que el porcentaje de la población servida por alcantarillado, que es responsabilidad del IDAAN (poblaciones con más de mil 500 personas) es de 57%. Este porcentaje en términos de población total de Panamá se traduce en aproximadamente 45%. En este mismo documento se indica que esta cobertura se realiza a través de 21 sistemas de alcantarillados sanitarios que representan 312 mil 696 conexiones residenciales, más las unidades habitacionales en comunidades de más de mil 500 habitantes.

De acuerdo con el Foro Centroamericano y República Dominicana de Agua Potable y Saneamiento (FOCARD-APS) de 2013, las tecnologías más utilizadas para el manejo de excretas son los sistemas de alcantarillados (recolección con y sin tratamientos que incluyen lagunas de oxidación, tanques sépticos, fosas Imhoff y plantas de tratamiento). Igualmente, este documento destaca que el tipo de tecnología se asocia al tamaño del lote, tal como regula el Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial (MIVIOT). Sin embargo, esta regla no es del todo acatada en áreas en donde existen asentamientos informales, sobre todo en áreas periféricas de las ciudades, en donde el sistema utilizado es letrínación (FOCARD-APS, 2013).

Los primeros sistemas de alcantarillados en Panamá datan de principio del siglo XX y eran sistemas combinados. No es sino hasta mediados del siglo pasado que aparecen las redes de alcantarillados en las ciudades de Panamá y Colón. Sin embargo, estos sistemas terminaban en descargas directas a los cuerpos de agua. Actualmente, y gracias al Proyecto de Saneamiento de la Ciudad y Bahía de Panamá, el cual se desarrollará en otra sección, se han construido en los últimos años cerca de 138.7 kilómetros de redes de alcantarillado que representan 13 mil 978 conexiones domiciliarias a un costo de U\$29.6 millones de dólares (FOCARD-APS, 2013).

Para el caso de las descargas de aguas residuales en la ribera del Canal de Panamá y en el mar adyacente (aguas debajo de las Esclusas de Miraflores en el Pacífico y de las Esclusas de Gatún en el Atlántico), Rojas-Márquez (2006) cuantificó más de 80 puntos de descarga, los cuales se caracterizan por contaminar directamente el área donde son vertidas y la producción de los malos olores, lo que conlleva a un deterioro ambiental de las mismas. Considerando este escenario, se requiere de acciones urgentes para mejorar la calidad de las aguas residuales que son descargadas en esta importante área del país y verificar que los sistemas de recolección y conducción a las plantas estén trabajando óptimamente. Esto evitaría que se continúe contaminando y destruyendo el ambiente acuático, continental y marino circundante al canal de Panamá (Rojas-Márquez, 2006). Frente a esta situación, la Autoridad del Canal de Panamá (ACP) busca implementar soluciones para tratar las aguas residuales que vierten al Canal, que resuelva el problema de poblaciones importantes del área tales como: Albrook, Clayton, Cárdenas, Balboa, Amador, entre otras poblaciones.

### 3.3 Sistemas de tratamiento de aguas residuales

Las tecnologías tradicionalmente utilizadas para el tratamiento de aguas residuales en Panamá y que registra el IDAAN son tanques sépticos, tanques Imhoff y lagunas de oxidación con vertido final a ríos y océanos. Ahora bien, en los últimos años y en buena medida como consecuencia de la aprobación de las normas mencionadas en el acápite 3.1, se han introducido cerca de 100 plantas de tratamiento (PTAR) de tipo secundario concentradas en distritos de gran concentración urbana de las provincias de Panamá y Panamá Oeste (La Chorrera, Arraiján y Panamá), representando cerca de 100 mil beneficiarios. Sin embargo, según información del IDAAN, sólo 40 de estas 100 plantas de tratamiento están cumpliendo con los requisitos para ser traspasadas por sus constructores al IDAAN (FOCARD-APS, 2013).

### 3.4 Proyecto Saneamiento de la Ciudad y la Bahía de Panamá

El Proyecto de Saneamiento de la Ciudad y la Bahía de Panamá representa la principal inversión en materia de salud ambiental que se está ejecutando en

el país. Esta obra se inició en 2006, a un costo de U\$ 655 millones de dólares. Este proyecto busca recuperar las condiciones sanitarias y ambientales del área metropolitana y la eliminación de contaminación por aguas residuales no tratadas en los ríos urbanos y en las zonas costeras de la Bahía de Panamá. Este proyecto, implementado por el Ministerio de Salud, se realizará en tres fases y está integrado por cuatro componentes: i) Construcción de Redes Sanitarias, ii) Construcción de Líneas Colectoras, iii) Construcción del Sistema Interceptor, y iv) Construcción y Operación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Hoy día, la primera fase del proyecto está bastante avanzada. En 2013 entró en operación la primera fase de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, que actualmente recibe 1.8 m<sup>3</sup>/s (ver Figura 5) que antes descargaban en los ríos Matías Hernández y Matasnillo (<http://www.saneamientodepanama.com/planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales>). Esta planta se convierte en la única PTAR del país que realiza tratamiento terciario a las aguas que recibe. Con la primera fase completada, esta planta se espera que maneje hasta 2.2 m<sup>3</sup>/segundo. Para el año 2035 se proyecta atender la demanda de aproximadamente 1,2 millones de personas. Una vez completadas las 3 fases, se espera que el volumen de agua tratada alcance, aproximadamente, 6.4 m<sup>3</sup>/segundo de agua. (FOCARD-APS, 2013).

Este proyecto se espera ayude grandemente al cumplimiento de la norma de descargas vigentes. Adicionalmente, contará con un proceso de cogeneración de energía, lo que permitirá que el proyecto sea registrado como un mecanismo de desarrollo limpio y entre en el mercado de ventas de carbono.

## 4. Agua y salud en las ciudades

De acuerdo con el informe “Situación de Salud de Panamá” (MINSa, 2013), la expansión de los servicios de agua potable y saneamiento en Panamá ha logrado que la mayoría de la población urbana tenga acceso a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua potable. Sin embargo, son frecuentes las manifestaciones de protesta por deficiencia en la distribución y calidad del agua recibida, así como las denuncias relativas al colapso de los alcantarillados urbanos exponiendo las aguas servidas. Las cifras

oficiales establecen que el acceso al agua potable tuvo un incremento aproximado de 11.5% de 1992 a 2010, alcanzando una cobertura de 92.9%. Este mismo informe reporta que en las zonas urbanas la cobertura de saneamiento es de 98.9% y reconoce que en el saneamiento los puntos débiles son la cobertura, la calidad de los servicios y el tratamiento de aguas servidas urbanas, considerado éste la principal causa de graves problemas de contaminación en muchos lugares del país.

La tasa de mortalidad infantil en niños menores de cinco años como indicador importante de la interacción de múltiples factores entre los que está el aumento de la cobertura de los servicios básicos, especialmente el agua potable y saneamiento, disminuyó de 24.5 muertes por mil nacidos vivos en 1990 a 16.6 en 2011. No obstante, en las zonas urbanas no se refleja una mejora de este indicador, lo que posiblemente tenga relación con la migración de personas a la ciudad en busca de trabajo y la consecuente formación de bolsones de pobreza alrededor de las zonas urbanas, donde el abastecimiento de agua potable y el saneamiento es casi nulo.

#### 4.1 Enfermedades asociadas al agua

En lo que se refiere a las enfermedades transmitidas por vectores que se desarrollan en agua, es importante resaltar que el dengue en el área urbana es uno de

los principales problemas de salud pública en Panamá, por la complejidad de factores que interactúan simultáneamente como lo son la pobreza, el crecimiento poblacional, la urbanización no controlada ni planificada, las migraciones, el deterioro del ambiente, el comercio de neumáticos sin reciclaje sostenido, la falta de acceso al agua potable, la disposición inadecuada de desechos sólidos que recogen agua, el aumento de chatarra y plástico (no biodegradables), el cambio climático, la poca educación en saneamiento ambiental, la falta de enfoque ecosistémico (ecosalud) para el abordaje del control de las enfermedades transmitidas por vectores, el clima tropical con más de 9 meses de lluvia, y la falta de cobertura y políticas de control de criaderos útiles en instituciones. En Panamá se ha reportado tanto *Aedes aegypti* como *Aedes albopictus*, ambos vectores con capacidad de transmitir los virus del dengue y *chikungunya* en áreas urbanas y rurales. Actualmente, 80% de los criaderos reportados son útiles, usualmente envases destinados a guardar el agua potable, en tanto que sólo 20% corresponde a recipientes inservibles como basura o chatarra. Estos datos indican que el principal factor de riesgo asociado al desarrollo de la epidemia en Panamá está relacionado con problemas en el suministro de agua (<http://www.minsa.gob.pa/informacion-salud/boletines-semanales-2012>).

La incidencia anual de dengue ha fluctuado de 2005 a 2013 (Figura 6), reportándose la menor tasa

**Figura 5.** Planta de tratamiento de aguas residuales del proyecto de saneamiento de la Bahía de Panamá



Fuente: <http://www.saneamientodepanama.com/planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales>

por 100 mil habitantes en 2013 (36.8) con 6 casos de dengue grave y ninguna defunción. En este período, la mayor tasa se reportó en 2009 (216.5) con 46 casos de dengue grave y 7 defunciones. Llama la atención que en 2011 con 51% del número de casos reportados en 2009 y una tasa de 104.2 casos por 100 mil habitantes, hubo 38 casos de dengue grave y 17 defunciones, siendo el año con mayor número de defunciones desde 1993 cuando se detectó el primer caso de dengue autóctono. Para este año (2014), el número de casos supera la cifra alcanzada en 2011, lo que denota que no ha habido sostenibilidad en el control del dengue en Panamá. Hasta el mes de junio de 2014, el sistema de vigilancia epidemiológica detectó tres casos importados de **chikungunya**, procedentes de República Dominicana y Haití (<http://articulos.sld.cu/dengue/tag/panama/>).

Con relación a la **malaria**, de 2005 a 2013 las tasas de morbilidad muestran descensos sostenidos desde una tasa de 113.6 casos por 100 mil habitantes en 2005 hasta 9.5 en el 2011 con un ligero incremento en 2012 (23.4). La tasa de mortalidad se ha mantenido baja con tendencia estable en los últimos años. Cabe destacar que los casos de **malaria** no se presentan en el área urbana, salvo algún caso importado de registro esporádico. Las áreas endémicas están en Darién,

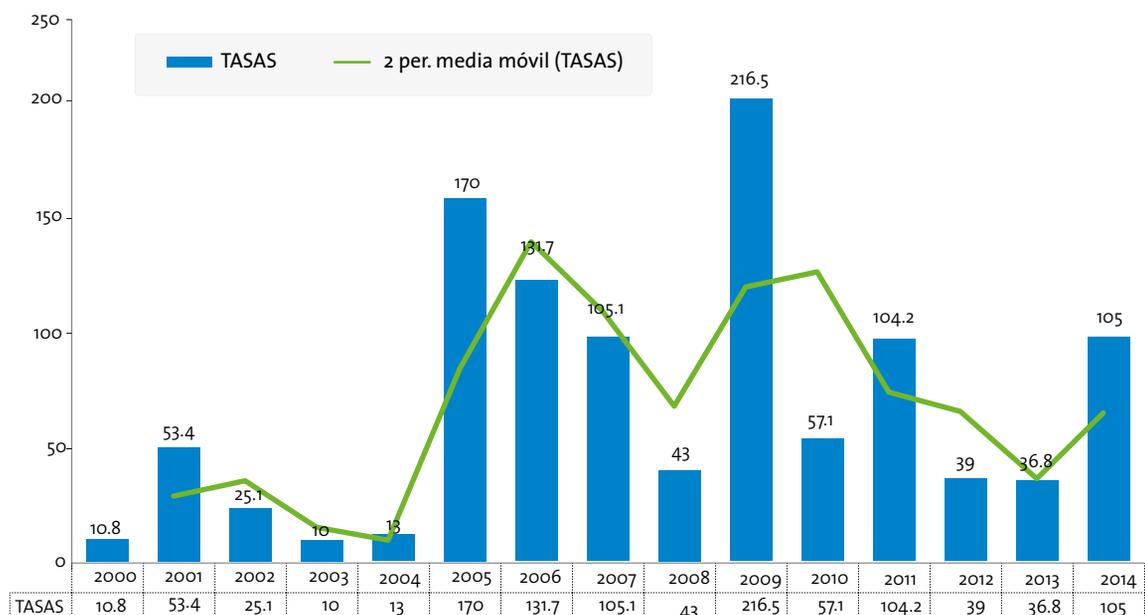
la Comarca Guna Yala, Bocas del Toro y la comarca Ngäbe Buglé. Finalmente, en Panamá la última epidemia de **cólera** se reportó de 1991 a 1993, después de la cual no se han reportado casos.

#### 4.2 Algas, cianobacterias y toxinas en plantas potabilizadoras

En el área urbana de la ciudad de Panamá, existen dos plantas de tratamiento de agua: la de Chilibre y la de Miraflores; la primera bajo la responsabilidad del Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN) y la segunda administrada por la Autoridad del Canal de Panamá (ACP).

De acuerdo con Guerra y Marciaga (2012), el laboratorio de Calidad del agua del IDAAN desde 2012 realiza pruebas para detectar la presencia de algas, cianobacterias y toxinas en las fuentes de abastecimiento y las aguas tratadas en las plantas de Chilibre, Rufina Alfaro de Los Santos, Roberto Reina de Chitré y la de Santiago de Veraguas. Guerra y Marciaga (*op. cit.*) acotan también que en la planta de Chilibre predominan algas que causan sabor y olor como *Staurastrum* y cianobacterias como *Gomphosphaeria Anabaena*, *Oscillatoria*, *Cilindrospermum*, esta última una de las cianobacterias más tóxicas.

**Figura 6.** Tasas de incidencia de Dengue en la República de Panamá, Años 2000-2014



Fuente: Datos obtenidos del Ministerio de Salud de Panamá, 2014

En la ACP se cuenta con diversos programas de monitoreo de la calidad del agua, tanto en la cuenca como en las plantas potabilizadoras de Miraflores, Monte Esperanza y Mendoza. El índice de calidad del agua (ICA) en los embalses Gatún y Alajuela varía de bueno a excelente. En las toma de agua cruda de Paraíso y Gamboa existen algas verdes y diatomeas que en ciertos momentos son desplazadas por las cianobacterias, tal como ocurrió en 2011, cuando se identificó la cianobacteria no tóxica *Cyanogranis ferruginea* en la toma de agua de Gamboa. La ACP mantiene un sistema de vigilancia para detección del afloramiento de cianobacterias con un sensor acoplado a la sonda Hidrolab DS5, con sistema de vecinos vigilantes y monitorea microcistinas en las tomas de agua y algunos puntos del proceso de potabilización, además de la aplicación de técnicas para la detección de genes de cianobacterias potencialmente tóxicas.

### 4.3 Calidad biológica del agua en plantas de potabilizadoras

#### 4.3.1 Detección de *Giardia* spp. y *Cryptosporidium* spp. en plantas potabilizadoras

Los informes anuales de la ACP desde 2005 a la fecha reiteran que se mantiene el monitoreo de la presencia de *Giardia* spp. y *Cryptosporidium* spp. en las plantas potabilizadoras de Miraflores (Panamá) y Monte Esperanza (Colón), como parte del monitoreo de la calidad del agua. Por otra parte, la Autoridad de los Servicios Públicos (ASEP) y anteriormente el Ente Regulador de los Servicios Públicos en 2003, como entidad externa, tiene entre sus componentes el monitoreo de la calidad del agua desde el punto de vista biológico y asegura que en las plantas potabilizadoras de la ciudad de Panamá se vigila la presencia de cianobacterias, toxinas y protozoarios.

Estudios realizados en plantas potabilizadoras de comunidades aledañas a la capital por Rivera *et al.* (1991) reportaron quistes de *Giardia* spp. y ooquistes de *Cryptosporidium* spp. en aguas crudas de las plantas potabilizadoras de La Chorrera, Chitré y Chepo durante la estación seca; no obstante, para la estación lluviosa los resultados en las tres plantas potabilizadoras fue negativo. Igualmente, el estudio de De la Cruz *et al.* (1997) señala la presencia de quistes de *Giardia* spp. y ooquistes de *Cryptosporidium* spp. en aguas crudas y tratadas de la planta potabilizadora

de La Chorrera en la estación seca, y sólo *Cryptosporidium* spp. en aguas tratadas en estación lluviosa. En la potabilizadora de Colón se reportó la presencia de *Cryptosporidium* spp. en aguas crudas durante la estación lluviosa. Sin embargo, en la potabilizadora de Chilibre, que abastece de agua a la mayor parte de la población urbana de la ciudad capital, no se detectó la presencia de ninguno de estos parásitos.

#### 4.3.2 Estudios relativos a la calidad microbiológica del agua en plantas potabilizadoras

Herrera *et al.* (2005) estudiaron la calidad microbiológica del agua potable proveniente de las redes de distribución del área metropolitana y La Chorrera, y no detectaron la presencia de coliformes fecales en éstas. También se encontró que la concentración de las bacterias heterotróficas estaba dentro de los parámetros de calidad. En un estudio similar realizado en las potabilizadoras de Monte Esperanza, Sabanitas y Río Gatún, Abre *et al.* (2008) reportaron que la calidad del agua de estas potabilizadoras cumple con las normas COPANIT-DGNTI 1999. Barranco y González (2010), en estudio realizado en la planta potabilizadora de Mendoza en La Chorrera y sus redes de distribución, demostraron que durante los tres primeros meses de funcionamiento hubo presencia de bacterias coliformes totales, fecales y heterótrofas por encima de los valores aceptables, con variabilidad de acuerdo al mes y el punto de toma de la muestra.

### 4.4 Estudios relativos a la calidad del agua de fuentes naturales y recreacionales urbanas

Pimentel *et al.* (2007) realizaron un estudio de calidad microbiológica del agua del Lago de las Cumbres relativo a la presencia de coliformes fecales y totales, encontrando una fluctuación en la densidad de estas entidades con una mayor presencia en el mes de septiembre que en ese momento reportó la mayor precipitación pluvial. Acevedo y Sánchez (2009), en un estudio similar realizado en el Río Juan Díaz, determinaron que el mayor nivel de contaminación del río se encuentra en la parte baja cercana a la desembocadura con mayor incidencia en el mes de octubre. Chifundo y Hughes (2011) reportaron que en el Lago Gatún la presencia de coliformes totales y fecales es mayor en los sitios asociados a mayor actividad antropogénica durante la época lluviosa. Finalmente, en Panamá no se han hecho estudios que determi-

nen la presencia de amebas de vida libre en aguas recreacionales y no se han documentado casos de meningoencefalitis amebiana primaria, ni encefalitis amebiana granulomatosa.

#### 4.5 *Cryptosporidium* y *Giardia* en niños menores de cinco años

Álvarez *et al.* (2010) encontraron que *Cryptosporidium* spp. tiene una prevalencia de 6.4% en niños menores de cinco años en un estudio que abarcó diversas regiones del país, destacando que Chorrera presentó la prevalencia más alta (16%), seguida de Panamá Metro (11%). Llama la atención que, aunque los trabajos realizados por De la Cruz *et al.* (1997) y Rivera *et al.* (1991) datan de mucho tiempo, hay coincidencia con la alta incidencia de cryptosporidiosis en niños menores de cinco años en La Chorrera. Álvarez *et al.* (2010) encontraron una prevalencia relativamente alta de *Giardia* spp. (10%) en esta misma población, aunque no fue la más alta.

## 5. Variabilidad y cambio climático, su impacto en el recurso agua en ciudades

### 5.1 El cambio climático en Panamá: Observaciones con énfasis en ciudades

De acuerdo con el IPCC (2013), el cambio climático es inequívoco y sus impactos tienden a acrecentarse con el tiempo. El Quinto Informe del IPCC ha puesto un énfasis especial en la evaluación del cambio climático en áreas urbanas, pues ha reconocido que muchos riesgos del cambio climático a nivel mundial están concentrados en áreas urbanas: olas de calor, eventos extremos de precipitación, inundaciones, deslizamientos, contaminación del aire, sequía y escasez de agua (IPCC, 2014). También indica el IPCC (2014) que la región de América Latina es una de las regiones geográficas con mayor porcentaje de población urbana (82%). Este porcentaje sobrepasa con creces el promedio mundial de población urbana, que, de acuerdo con la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, era de aproximadamente 50% en 2005. El alto porcentaje de población urbana, conjuntamente con otros factores que incrementan la vulnerabilidad de dichas poblaciones, ha dado gran relevancia

al enfoque hacia la adaptación al cambio climático en áreas urbanas.

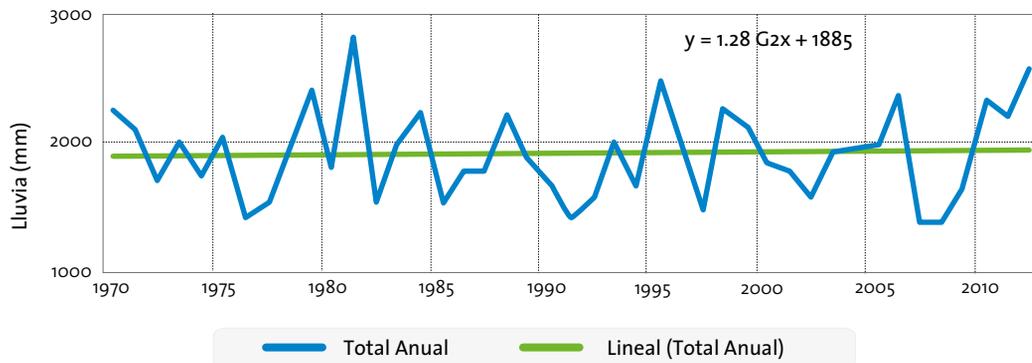
Los patrones de asentamientos humanos alrededor del mundo, la dinámica de la urbanización y las condiciones económicas desiguales han contribuido a las actuales tendencias de vulnerabilidad e impactos a eventos extremos relacionados con el cambio climático (IPCC, 2012). Tal y como indica el IPCC (2014), el crecimiento acelerado en áreas urbanas ha dado lugar al surgimiento de áreas altamente vulnerables a eventos climáticos extremos, especialmente en países en vías de desarrollo. El área metropolitana de la ciudad de Panamá está experimentando un acelerado crecimiento. El incremento de la población urbana en Panamá ha tenido proporciones exponenciales, pasando de 36% en el año 1950 a más de 62% en el año 2000 (ANAM, 2012). Este incremento poblacional, aunado a una deficiente planificación urbana y al aumento en la frecuencia de eventos extremos sin precedentes en la historia, incrementa la vulnerabilidad y magnitud de los impactos. Estos hechos apuntan hacia la necesidad de aplicar estrategias para hacerle frente al cambio climático, tanto en adaptación como en mitigación, pero muy especialmente en adaptación, ya que los impactos de cambio climático están afectando la calidad de vida y ecosistemas de Panamá.

### 5.2 Variabilidad climática y cambio climático

Olmedo y López (2014), en el “Informe GEO 2014: Comportamiento de algunos aspectos del clima en Panamá”, analizaron las variables de precipitación y temperatura para 5 estaciones meteorológicas a nivel nacional. Se hicieron análisis para la precipitación (períodos entre 1970-2012 o 1974-2012) y temperatura para el período 1971-2012.

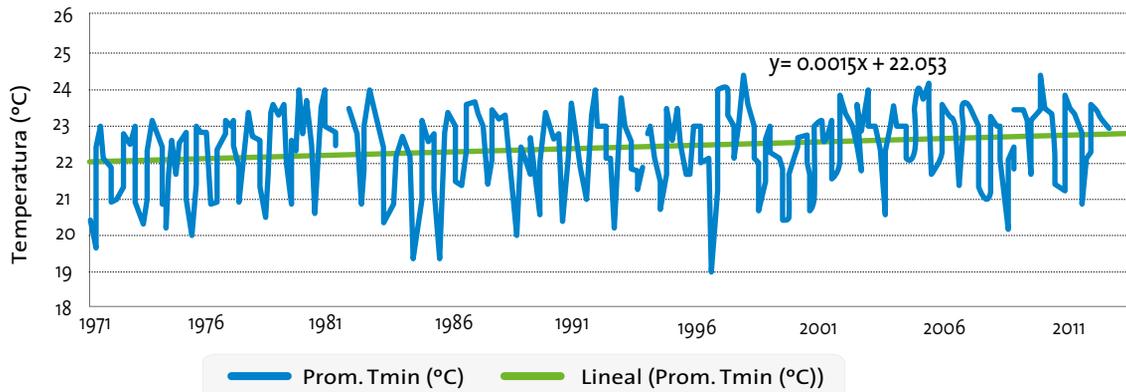
En general se observó una tendencia al aumento tanto de la precipitación como de las temperaturas máximas y mínimas con el tiempo. Un ejemplo de estas tendencias se aprecia en las figuras 7-9, correspondiente a la Estación Tocumen en la ciudad de Panamá. Se escogió esta estación por ser la única estación del estudio en el área metropolitana. Como puede verse en estas figuras, tanto las temperaturas mínimas como máximas tuvieron un incremento de aproximadamente un grado en aproximadamente 40 años. Igualmente, la precipitación total anual en este período se incrementó alrededor de 55 mm (figuras 7-9).

**Figura 7.** Comportamiento anual de la lluvia-Tocumen. Período: 1970-2012



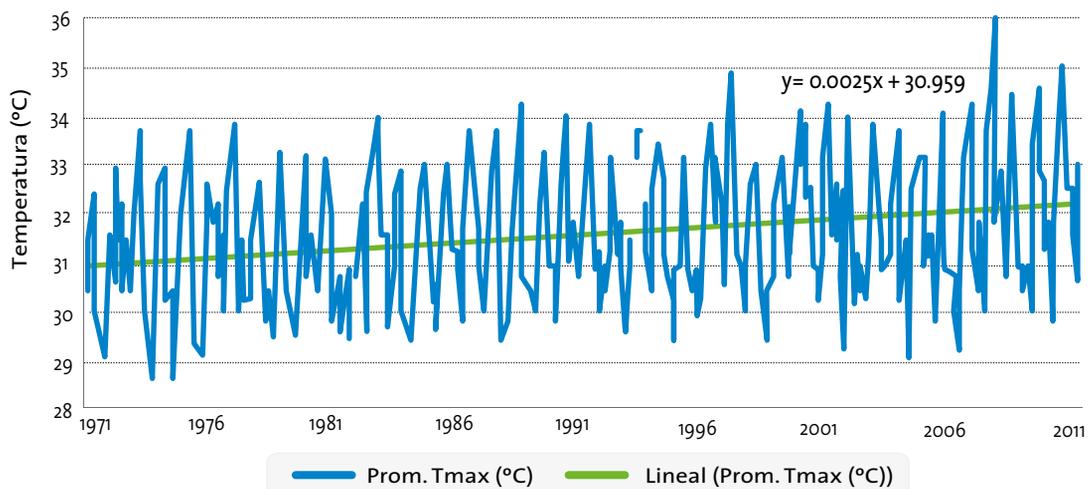
Fuente: Olmedo y López, 2014.

**Figura 8.** Temperatura Mínima promedio de la estación Tocumen. Período 1971-2012



Fuente: Olmedo y López, 2014.

**Figura 9.** Temperatura Máxima promedio de la estación Tocumen. Período: 1971-2012



Fuente: Olmedo y López, 2014.

### 5.3 Eventos hidrometeorológicos extremos y sus impactos

De acuerdo con el IPCC existe una “tendencia estadísticamente significativa de eventos extremos de precipitación en algunas regiones” (IPCC, 2012, p.6). El cambio climático implica cambios en la frecuencia, intensidad, duración y distribución espacial y temporal de los eventos extremos, que pueden causar perturbaciones en el funcionamiento de los ecosistemas naturales y humanos (Marengo, 2013). En América Central se han observado en los últimos 30 años tendencias significativas de aumento en la temperatura e incremento en eventos extremos incluyendo tormentas, inundaciones y sequía (IPCC, 2014). En este sentido, Garlatti (2013) indica que, en el periodo de 1987 a 1998, el número de desastres anuales relacionados con el cambio climático en países en desarrollo fue de 195, mientras que en el periodo de 2000 a 2006 este número ascendió a 365. Estas estadísticas indican un incremento de 87%. También sostiene Garlatti que 75% de los desastres en la década de 1990 estuvo relacionado con eventos climáticos, con el mayor número de eventos en la categoría de inundaciones y sequías, y más de 95% de las muertes causadas por desastres naturales ocurrió en países en desarrollo.

Observaciones de la variabilidad y cambio climático, al igual que de los impactos asociados, indican que las consecuencias más importantes para la región centroamericana están relacionadas con eventos hidrometeorológicos extremos, incluyendo inundaciones, deslizamientos y sequías (Garlatti, 2013). El Sistema de Integración Centroamericana (SICA) ha reconocido que existe alta variabilidad de la precipitación anual en la región, donde los patrones intraanuales han perturbado la distribución temporal y espacial de la precipitación. En este sentido, Aguilar *et al.* (2005) sostienen que, aunque no existen diferencias significativas en la cantidad total de lluvia anual en la región, sí ha existido un aumento de los periodos de días húmedos y muy húmedos, lo cual indica un incremento de los eventos extremos de precipitación.

Para el caso de Panamá, Fábrega *et al.* (2013) reportan un incremento en la frecuencia de eventos extremos de precipitación. Los principales impactos del cambio climático en Panamá están relacionados con la ocurrencia de eventos extremos de precipita-

ción y las consecuentes inundaciones y deslizamientos por la saturación de taludes, y el aumento en la incidencia de enfermedades transmitidas por vectores, como el dengue. La ANAM indica, por ejemplo, que a partir del año 2004 se ha experimentado un incremento inusual de la magnitud y frecuencia de eventos extremos, en especial eventos de origen hidrometeorológico (2011). Esto es confirmado por datos obtenidos de las bases de datos internacionales sobre desastres.

El evento extremo de precipitación más importante para el área metropolitana de Panamá ocurrió en el mes de diciembre de 2010. Esta tormenta se conoce con el nombre de “La Purísima”, nombre que hace alusión a las últimas precipitaciones de la estación lluviosa, que ocurren aproximadamente cinco días antes o después del 8 de diciembre, festividad de la Inmaculada Concepción de la Virgen María (Espinosa, 2010). De acuerdo con los registros de la ACP (Espinosa, 2010), La Purísima constituyó la mayor tormenta de 3 días en la historia de la cuenca del Canal de Panamá, la cual produjo un récord de 760 mm de lluvia en 24 horas. La precipitación registrada en los días 7 al 9 de diciembre de 2010 alcanzó valores de dos a cinco veces la precipitación normal histórica del mes de diciembre, correspondiendo a un periodo de retorno de 400 años (ACP, 2011a). Por otro lado, en todos los ríos principales de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá los caudales del mes de diciembre de 2010 fueron superiores al promedio histórico del mes, excediendo este promedio entre 200 y 400% (ACP, 2011a). Producto de este evento de precipitación, las crecidas de los principales ríos que aportan agua al Lago Alajuela y los más de 500 deslizamientos de la tierra causaron un aporte excesivo de sedimentos a los cuerpos de agua (ACP, 2011b).

Uno de los principales impactos del cambio climático en las áreas urbanas de Panamá son las inundaciones. Es probable que las mismas se vuelvan más comunes en los próximos 100 años en regiones con alto nivel de precipitación. Además de las pérdidas humanas y económicas asociadas a las inundaciones, estos eventos representan un riesgo a la salud humana con la proliferación de enfermedades infecciosas, enfermedades de origen hídrico y enfermedades transmitidas por vectores.

Utilizando la base de datos “DesInventar”, se analizó la ocurrencia de inundaciones en las principales ciudades de la República de Panamá: ciudades

de Panamá y San Miguelito, Colón, Santiago de Veraguas y David, las cuales se muestran en la Figura 10. La base de datos “DesInventar” fue desarrollada en 1994 por la Red de Estudios Sociales sobre Prevención de Desastres en América Latina (La Red), con el fin de poner a disposición de los tomadores de decisiones datos sobre los eventos de desastres y el número de personas afectadas. Esta base de datos contiene información de desastres de mediana y gran magnitud para la región latinoamericana de los últimos 40 años. En Panamá, la entidad encargada de actualizar la base de datos es el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC).

Los registros históricos de “DesInventar” indican un aumento en las últimas décadas de los eventos de inundaciones y número de personas afectadas por estos eventos, tal y como se puede observar en las figuras 11 y 12. Comparando el número de personas afectadas en cada ciudad, los registros indican que la ciudad de Panamá tiene la mayor proporción de afectados por inundaciones en áreas urbanas de Panamá (Figura 13).

Otro impacto importante de los eventos extremos de precipitación y deslizamientos de tierra que se ha experimentado en las áreas urbanas de Panamá es la perturbación en el funcionamiento de los sistemas de agua potable. El ejemplo más claro es el evento de La Purísima 2010. Los deslizamientos de tierra provocados por la tormenta tuvieron como consecuencia el excesivo aporte de sedimentos en suspensión al Lago Alajuela, lo cual elevó la turbiedad a valores superiores a 700 Unidades Nefelométricas de Turbidez (Espinosa, 2010). En el Lago Alajuela se encuentra la captación de agua de la principal planta de tratamiento de agua para consumo humano que suplente a la ciudad de Panamá. Esta planta colapsó, ya que no pudo manejar los elevados niveles de turbiedad, dejando a gran parte de la ciudad de Panamá sin agua potable por aproximadamente 50 días (Espinosa, 2010). Otro impacto importante de este evento extremo fue la interrupción del tránsito de buques por el Canal de Panamá por 17 horas ([www.laprensapanama.com](http://www.laprensapanama.com)).

La afectación de los recursos hídricos por el cambio climático tiene también implicaciones en la generación de energía hidroeléctrica. La matriz energética de Panamá se compone de aproximadamente 60% de energía hidroeléctrica. La ciudad de Panamá ha sufrido los impactos de la sequía en las cuencas

hidrográficas que alimentan las principales plantas generadoras de energía hidroeléctrica. Un ejemplo fue la suspensión de clases por tres días en escuelas y universidades en Panamá en mayo de 2013. En el año 2014 también ha sido necesario aplicar medidas de ahorro energético para hacer frente a los bajos niveles de generación hidroeléctrica por falta de agua en los embalses, debido a que la estación seca se prolonga más allá de lo normal.

#### 5.4 Incremento de la incidencia de enfermedades transmitidas por vectores

El calentamiento global y el cambio y la variabilidad climática están produciendo impactos significativos en la salud humana en Centroamérica (IPCC, 2014). Impactos específicos reportados por el Quinto Informe del IPCC incluyen: enfermedades respiratorias y cardiovasculares, enfermedades de origen hídrico y aquellas transmitidas por vectores, como la **malaria**, el dengue, la fiebre amarilla y el hanta. El cambio climático exacerbará los riesgos y vulnerabilidad existentes debido a la tasa de crecimiento poblacional, los servicios de salud y sanidad, incluyendo el manejo de residuos y la contaminación ambiental (IPCC, 2014).

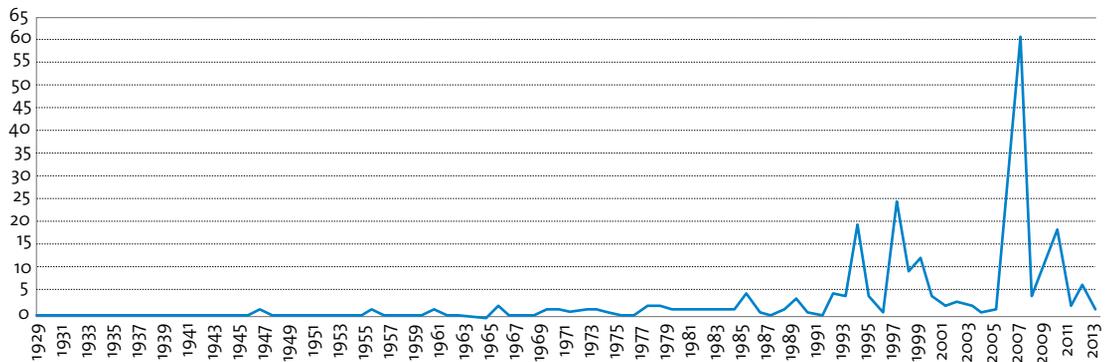
Una de las enfermedades que está afectando a la región centroamericana en las últimas décadas es el dengue. Epstein (2000) sostiene que el dengue, una enfermedad que había sido prácticamente erradicada en el Hemisferio Occidental, ha reaparecido con más de 200 mil casos en 1995. Las estadísticas indican que estas cifras han tendido a aumentar con los años. La situación de proliferación del mosquito *Aedes aegypti* y la incidencia del dengue es tal en las últimas décadas que la Organización Mundial de la

**Figura 10.** Ubicación de las cinco principales ciudades de la República de Panamá



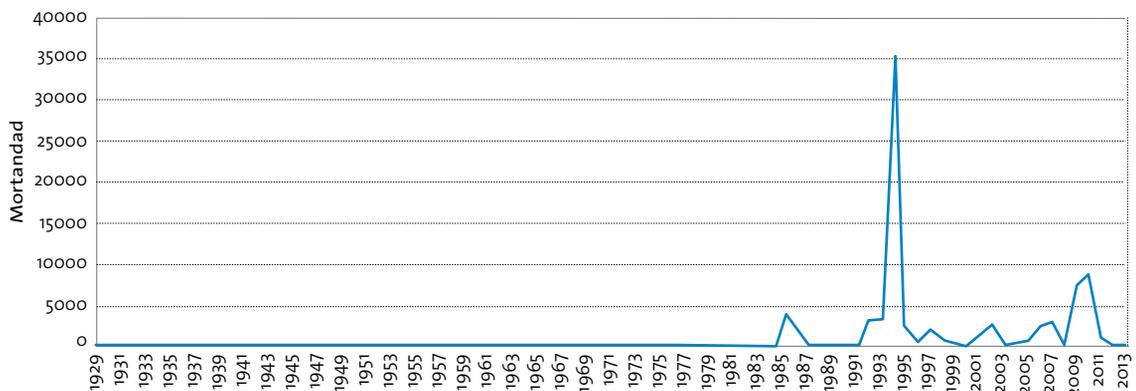
Fuente: DesInventar, 2014

**Figura 11.** Inundaciones en cinco ciudades de la república de Panamá, período 1929- 2013.



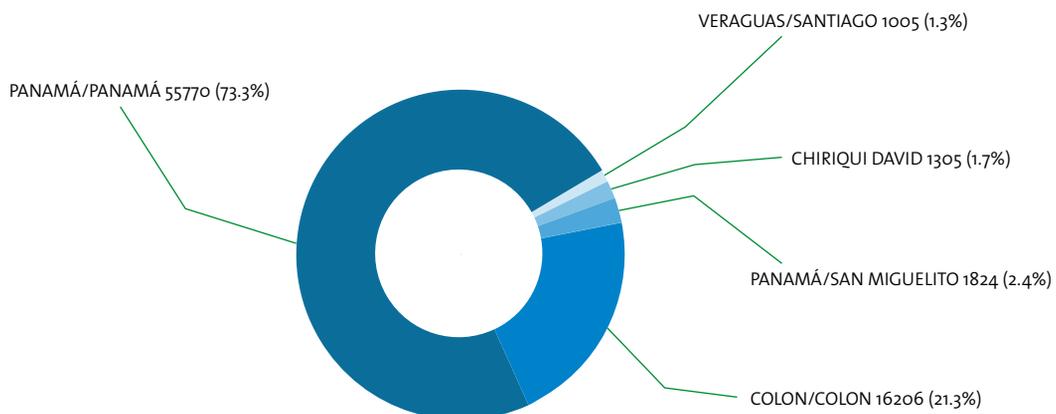
Fuente: DesInventar, 2014

**Figura 12.** Número de personas afectadas por inundaciones en cinco ciudades de la república de Panamá, período 1929- 2013.



Fuente: DesInventar, 2014

**Figura 13.** Personas afectas por inundaciones en 5 ciudades de Panamá.



Fuente: DesInventar, 2014

Salud lo ha catalogado como uno de los grandes problemas de salud pública, pues en los últimos 25 años ha alcanzado en algunos países del continente americano niveles de epidemia (San Martín y Brathwaite, 2007). Estos autores reportan casos de dengue en al menos 30 países del continente americano, con aproximadamente 3 millones de casos entre los años 2000 y 2005, de los cuales 65 mil 235 fueron de dengue grave, con un número de muertes cercano a las 800 personas.

### 5.5 Atendiendo los problemas del cambio climático a través de un adecuado marco legal e institucional

Alrededor del mundo, en todos los niveles gubernamentales se está acumulando experiencia sobre adaptación al cambio climático y existe un gran número de ciudades que están tomando seriamente la ruta de la resiliencia (Newman *et al.*, 2009). Sin embargo, las experiencias reportadas para América Central se enfocan muy poco a la resiliencia urbana y están más relacionadas con el manejo de áreas naturales, cultivos y manejo integrado de recursos hídricos (IPCC, 2014). Con la creciente urbanización de la región, y la necesidad de mejoramiento de los sistemas de infraestructuras como acueductos, alcantarillados y otros sistemas básicos, es urgente incrementar las medidas de adaptación en el área urbana. Dentro de las estrategias encaminadas a hacer frente al cambio climático, el marco legal e institucional juega un papel muy importante, lo mismo que la formación de capacidades, la investigación y las soluciones estructurales y no estructurales.

Para afrontar el cambio climático en Panamá, tanto en adaptación como mitigación, avances institucionales y legales incluyen la aprobación de la Política Nacional de Cambio Climático dentro de la ANAM y también la creación del Comité Nacional de Cambio Climático, el cual cuenta con la representación de 27 instituciones del sector público incluyendo el sector académico.

Para hacer frente a los compromisos internacionales en el tema de cambio climático, Panamá ha presentado dos Comunicaciones Nacionales ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. La Segunda Comunicación Nacional se presentó en el año 2011 y en la misma se indica que, de acuerdo con el inventario gases de

invernadero tomando como base el año 2000, Panamá es un país fijador de carbono. Recientemente se aprobó el Plan Nacional de Gestión Integrada de Recursos Hídricos de la República de Panamá 2010-2030, cuyo objetivo es orientar la toma de decisiones “para maximizar la función económica, ambiental y social del agua” (ANAM, 2011). Dicho Plan incluye el análisis del cambio climático, gestión del riesgo y vulnerabilidad, considerando entre otros aspectos, los escenarios climáticos para Panamá, los eventos extremos y su impacto sobre recursos hídricos y las opciones de mitigación y adaptación.

### 5.6 Factores de resiliencia urbana a los impactos del cambio climático

Existen diferentes alternativas encaminadas a aumentar la resiliencia urbana ante el cambio climático. Una de las más importantes que se está promoviendo a nivel mundial son los edificios verdes. En Panamá, los edificios con certificación LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) se promueven a través del Panamá Green Building Council, adscrito al World Green Building Council. El Panama Green Building Council surgió en el año 2009 con el fin de promover la sostenibilidad en Panamá a través del diseño, construcción y operación de edificios con certificación LEED ([www.panamagbc.org](http://www.panamagbc.org)). Según información suministrada por el Panama Green Building Council, actualmente existen 10 edificios con certificación LEED en la ciudad de Panamá y 60 proyectos registrados. Panamá ocupa el segundo lugar en Centroamérica y el Caribe en cuanto a edificios certificados LEED. Es importante señalar que en Panamá no existen hoy día incentivos para la construcción sostenible. Otra solución estructural que contribuye a incrementar la resiliencia a las inundaciones son los pavimentos permeables, cuyo uso en Panamá requiere mayor estudio.

Además de las soluciones estructurales, la resiliencia urbana al cambio climático depende de la sensibilización de la población y la toma de conciencia del papel que cada uno desempeña en el problema y también en la solución. Es necesario un cambio en el estilo de vida que incluya una disminución en los patrones de consumo y la promoción de estilos de vida saludable, ya que una población con condiciones adecuadas de salud tiene mayor probabilidad de hacer frente con éxito a perturbaciones a los sistemas causadas por eventos extremos relacionados con el clima.

## 6. Consideraciones finales

En este capítulo podemos concluir que Panamá es un país con un recurso hídrico abundante. Sin embargo, la utilización del mismo como fuente de agua potable para áreas urbanas se ha concentrado casi exclusivamente en fuentes de aguas superficiales. Igualmente, aunque más de 90% de la población tiene acceso a agua potable en general, aún existen regiones (en especial zonas indígenas) en donde menos de la mitad de la población tiene acceso a agua potable.

Para el caso del manejo de aguas servidas, se tiene que en los últimos años se han dado grandes avances, tanto en el marco legal como en aspectos operativos. En los últimos años se han construido cerca de 100 plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) con tratamiento secundario, sobre todo en nuevos desarrollos urbanísticos. Por otro lado, la fuerte inversión que desde 2006 realiza el Estado a través de los distintos gobiernos con el proyecto “Saneamiento de la Ciudad y la Bahía de Panamá”, el cual incluye una PTAR que, una vez concluidas las tres fases del proyecto, debe recoger cerca de 70% de las aguas servidas de la ciudad de Panamá, con tratamiento terciario en Panamá. Preocupa, sin embargo, que esta inversión no vaya acompañada de

brindarle al IDAAN, institución que debe finalmente administrar estas PTAR, la capacidad de gestión (recurso humano y financiero) necesaria para cumplir con esta tarea.

En materia de salud se puede concluir que el dengue es actualmente uno de los principales problemas de salud pública en Panamá. Diversos estudios muestran que se ha detectado la presencia de *Giardia* spp. y *Cryptosporidium* spp. en fuentes de aguas crudas de plantas potabilizadoras en centros urbanos, sobre todo en la época seca. Esta situación hace necesaria una mayor vigilancia en la presencia de estos parásitos, para evitar un posible brote de enfermedades relacionadas con los mismos.

Por último, la relación de las aguas urbanas con el cambio climático adquiere cada día más relevancia. Aquí es importante destacar dos cosas: primero, el incremento en eventos extremos y la vulnerabilidad de las zonas urbanas frente a estos fenómenos y, segundo, la necesidad no sólo de respuestas estructurales que requieren la inversión de recursos, sino también de una mayor toma de conciencia por parte de los ciudadanos acerca del papel que todos tenemos en el problema.

## 7. Agradecimientos

Los autores desean agradecer de manera muy especial a la estudiante de Ing. Ambiental Águeda Pecchio, por su apoyo en la búsqueda de información para la sección de fuentes de agua, su invaluable cooperación. Agradecemos también a la Lic. Tania Gómez, Profesora Asistente del Departamento de Microbiología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Panamá, por su colaboración en la búsqueda de información de las tesis en el área de salud. Igualmente, al Lic. Ricardo Cerrud y a la Lic. Elda Cruz del MINSA, por su apoyo en la búsqueda de información en la sección de agua potable. Finalmente, a la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Panamá (SENACYT) por su apoyo a uno de los autores como miembro del Sistema Nacional de Investigación de Panamá, y a la Asociación Panameña para el Avance de la Ciencia (APANAC), nuestro más sincero reconocimiento.

## 8. Referencias

- Abre J.T. and Grant B.V. (2008). Calidad del agua abastecida por las potabilizadoras de Monte Esperanza, Sabanitas y Río Gatún: distrito de Colón, provincia de Colón durante el 2006. Colón, Panama, Universidad de Panamá CRU.
- Acevedo M. and Sánchez J. (2009). Análisis microbiológico del agua en el río Juan Díaz distrito de Panamá, provincia de Panamá. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Escuela de Biología, Universidad de Panamá.
- Aguilar, E. et al. (2005). *Changes in precipitation and temperature extremes in Central America and Northern South America, 1961-2003*.
- Álvarez, D.; Pineda, V.; Mendoza Y.; Santamaría A.; Pascale J.M.; Calzada, J. and Saldaña, A. (2010). Identificación y caracterización molecular de las especies *Cryptosporidium* spp. circulantes en niños menores de cinco años de diversas regiones de Panamá. Master's thesis in Biomedical Sciences with Specialization in Parasitology. Facultad de Medicina, Universidad de Panamá.
- Autoridad del Canal de Panamá (2006). Plan Maestro del Canal de Panamá. Cap. 7, Administración del Recurso Hídrico.
- Autoridad del Canal de Panamá (2011a). Anuario Hidrológico 2010.
- Autoridad del Canal de Panamá (2011b). Informe de Calidad de Agua de la Cuenca del Canal 2010.
- Autoridad Nacional del Ambiente (2010). Atlas Ambiental de la República de Panamá.
- Autoridad Nacional del Ambiente (2011). Plan Nacional de Gestión Integrada de Recursos Hídricos de la República de Panamá, 2010-2030.
- Autoridad Nacional del Ambiente (2012). Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.
- Barranco S., R.E. and González M., K.D. (2010). Análisis de la calidad microbiológica del agua de la Planta Potabilizadora de Mendoza en La Chorrera y sus redes de distribución, durante sus tres primeros meses de funcionamiento. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Escuela de Biología, Universidad de Panamá.
- Cano, I. (2011). "Descripción de los Sistemas de Acueducto Panamá Metro y Panamá Oeste", oral presentation. Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN), Dirección de Operaciones.
- Centro de Agua del Trópico Húmedo de América Latina y el Caribe (CATHALAC) (2011). Proyecto "Implementación de la plataforma geográfica e hidrometeorológica integrada de la Región Centroamericana y sus aplicaciones prácticas". Programa Regional de Reducción de la Vulnerabilidad y Degradación Ambiental" (PREVDA).
- Contraloría General de la República (2010). Censo Nacional de Población y Vivienda, 2010.
- Chifundo, J. and Hughes, M. (2011). Densidad de coliformes totales y coliformes termotolerantes en la zona del Lago Gatún aledaña al corregimiento de Limón. Panamá, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Escuela de Biología, Universidad de Panamá.
- De la Cruz, A.; Rodríguez, Y. and Córdoba, D. (1997). Detección de quistes de *Giardia* spp. y ooquistes de *Cryptosporidium* spp., colifagos y coliformes como indicadores de contaminación en agua cruda, tratada y red de distribución en algunas regiones de la República de Panamá. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Escuela de Biología. Universidad de Panamá.
- Epstein, P. R. (2000). "Salud y Cambio Climático", in *Cambio climático y desarrollo*, Ed. L. Gómez Echeverri. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo and Yale School of Forestry and Environmental Studies, pp. 125-142.
- Espinosa, J. (2010). Gestión del agua en el Canal de Panamá durante la inundación extrema en diciembre de 2010. [http://www.cazalac.org/documentos/simposio\\_help\\_2011/](http://www.cazalac.org/documentos/simposio_help_2011/)
- Fábrega, E J. (1992). *Análisis de los costos de producción de agua potable en plantas de tratamiento operadas por el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales en la República. Universidad Tecnológica de Panamá.*
- Fábrega, J.; Nakaegawa, T.; Pinzón, R.; Nakayama, K.; Arakawa, O. and SOUSEI (2013). Theme Modeling Group. Hydroclimate projections for Panama in the late 21st Century, Hydrological Research Letters. *Japan Society of Hydrology and Water Resources*. 7(2), 2013, pp. 23-29. doi: 10.3178/HRL.7.23
- Foro Centroamericano y República Dominicana de Agua Potable y Saneamiento (FOCARD-APS). "Situación actual y perspectivas" in *Gestión de las Excretas y Aguas Residuales*. Panama, pp. 32, 2013

- Garlatti, Adrián (2013). *Climate Change and Extreme Weather Events in Latin America. An Exposure Index*.
- Guerra, C. and Marciaga B. (2012). "Determinación de Algas, Cianobacterias y Toxinas en Plantas de Tratamiento de Agua Potable y sus redes de distribución", Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN) in: I SEMINARIO- TALLER Cooperación Internacional University Network (IUN) y Autoridad del Canal de Panamá (ACP) CIANOBACTERIAS Y CALIDAD DE AGUA.
- Herrera R., J.M.; Sánchez, C.O. (2005). Análisis de la calidad microbiológica del agua potable proveniente de las redes de distribución del área Metropolitana y La Chorrera. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Escuela de Biología. Universidad de Panamá.
- Instituto de Acueducto y Alcantarillados Nacionales (IDAAN). Boletín Estadístico No. 24. 2008-2010
- Instituto de Acueducto y Alcantarillados Nacionales (IDAAN). *Boletín Estadístico* No. 26. 2010-2012
- Instituto de Estadística de Panamá, 2010.
- IPCC (2012). Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. Summary for Policymakers,
- IPCC (2013). Resumen para responsables de políticas. In: *Cambio Climático 2013: Bases físicas*. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge, UK, and New York, USA, Cambridge University Press.
- IPCC (2014). Summary for policymakers. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Part A: Global and Sectorial Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge, UK and New, York, USA, Cambridge University Press, 32 pp.
- Marengo, J. (2013). Future Climate change projections for the Latin American Region (from Mexico southwards). Project Report. National Institute for Space Research (INPE). Brazil.
- Márquez de Rojas, Icela Ibeth (2003). "Situación Microbiológica del Río Zarati". *Civil La Revista*. Vol. 1. Year 3. Universidad Tecnológica de Panamá. Facultad de Ingeniería Civil. Septiembre, 2003.
- Ministerio de Economía y Finanzas. Atlas Social de Panamá: Desigualdades en el acceso y uso del agua potable en Panamá, 2012.
- Ministerio de Salud (MINSA). Monitoreo de los avances de país en agua potable y saneamiento, Dirección del Subsector de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, April 2014.
- Ministerio de Salud (MINSA). Análisis y Evaluación Mundiales del Saneamiento y el Agua Potable (GLAAS), Dirección del Subsector de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, June 2013.
- Newman, P.T. & Boyer, H. (2009). *Resilient Cities: Responding to Peak Oil and Climate Change*. Island Press.

- Olmedo, B. and López, P. (Julio de 2014). Comportamiento de algunos aspectos del Clima en Panamá, INFORME GEO 2014, Gerencia de Hidrometeorología, ETESA.
- Pimentel, M. and Valdés, M. (2007). Calidad microbiológica del agua del Lago Las Cumbres. Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Escuela de Biología, Universidad de Panamá.
- Rivera Christ, B.; Barahona O. and Guerrero J. (1991). Identificación de ooquistes del género *Cryptosporidium* y quistes del género *Giardia* en aguas crudas, tratadas y redes de distribución en algunas regiones de la República de Panamá. Graduation study. Facultad de Ciencias Naturales Exactas y Tecnología. Escuela de Biología, Universidad de Panamá.
- Rojas Márquez, I. L. (2006). Estrategia integral para la recolección y tratamiento de aguas residuales que vierten al canal. Thesis. Universidad Tecnológica de Panamá.
- San Martín, J.L. and Brathwaite-Dick, O. (2007). La Estrategia de Gestión Integrada para la Prevención y el Control del Dengue en la Región de las Américas. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 21(1):55-63.

## Referencias de Internet

1. <http://articulos.sld.cu/dengue/tag/panama/>
2. <http://data.worldbank.org/indicator/SH.STA.ACSN.UR>. Last accessed July 31, 2014.
3. <http://desinventar.org>. Last accessed May 2014.
4. <http://micanaldepanama.com/nosotros/sobre-la-acp/rendicion-de-cuentas/presupuestos-y-proyectos/informes-anales/> 2013, 2012, 2011, 2010.
5. <http://panamagbc.org>
6. <http://www.cich.org/documentos/caracteri-sociodemografica.pdf>
7. <http://www.idaan.gob.pa/detalle.php?cid=2&sid=31&id=38>
8. <http://www.laprensapanama.com>
9. <http://www.minsa.gob.pa/informacion-salud/boletines-semanales-2012>
10. [http://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicaciones/situacion\\_de\\_salud\\_panama\\_2013\\_o.pdf](http://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/publicaciones/situacion_de_salud_panama_2013_o.pdf)  
Situación de Salud de Panamá 2013. Ministerio de Salud. Dirección Nacional de Planificación.
11. <http://www.saneamientodepanama.com/planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales>
12. <https://micanaldepanama.com/wp-content/uploads/2012/06/2010.pdf> Índice de Calidad del Agua (ICA)
13. <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/pm.html>