

Elementos técnicos para la integración de RRD-ASICC en proyectos de inversión pública del sector de agua potable y saneamiento

Ricardo Sandoval Minero



COSEFIN
Consejo de Ministros de Hacienda o Finanzas de
Centroamérica, Panamá y República Dominicana



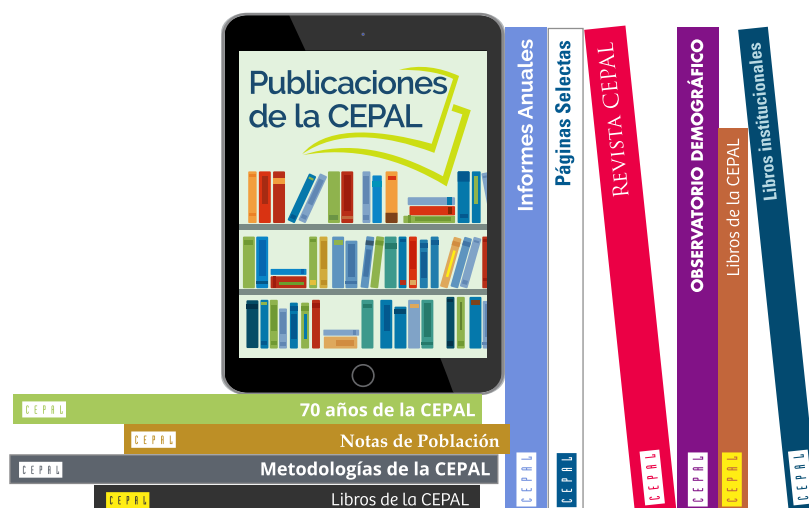
SICA
Sistema de la Integración
Centroamericana



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Cooperación Suiza
en América Central

Gracias por su interés en esta publicación de la CEPAL



Si desea recibir información oportuna sobre nuestros productos editoriales y actividades, le invitamos a registrarse. Podrá definir sus áreas de interés y acceder a nuestros productos en otros formatos.

Deseo registrarme



NACIONES UNIDAS



www.cepal.org/es/publications



www.instagram.com/publicacionesdelacepal



www.facebook.com/publicacionesdelacepal



www.issuu.com/publicacionescepal/stacks



www.cepal.org/es/publicaciones/apps

Elementos técnicos para la integración de RRD-ASICC en proyectos de inversión pública del sector de agua potable y saneamiento

Ricardo Sandoval Minero



COSEFIN
Consejo de Ministros de Hacienda o Finanzas de
Centroamérica, Panamá y República Dominicana



SICA
Sistema de la Integración
Centroamericana

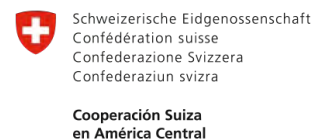


Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Cooperación Suiza
en América Central

Elementos técnicos para la integración de RRD-ASICC en proyectos de inversión pública del sector de agua potable y saneamiento

Ricardo Sandoval Minero



Este documento fue preparado por Ricardo Sandoval Minero, Consultor, con la revisión técnica de Róger Vega, Asesor Técnico Principal, bajo la supervisión de Julie Lennox, Jefa de la Unidad de Desarrollo Agrícola y Cambio Climático de la sede subregional de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en México, en el marco de las actividades del proyecto RIDASICC “Fortalecimiento de capacidades para la incorporación de la reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático en la inversión pública en los países miembros del COSEFIN/SICA”, coejecutado por la CEPAL y la Secretaría Ejecutiva del Consejo de Ministros de Hacienda o Finanzas de Centroamérica, Panamá y República Dominicana (SECOSEFIN), con siete ministerios de hacienda/ finanzas y tres secretarías/ministerios de planificación, con el apoyo financiero de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE). Se agradece la valiosa labor de Nelly Torres, Adriana del Río y Sofía Sauer.

Las Naciones Unidas y los países que representan no son responsables por el contenido de vínculos, enlaces o marcadores a sitios externos incluidos en esta publicación, ni por las menciones de sociedades mercantiles o nombres comerciales de productos y servicios, y no deberá entenderse que existe adhesión a sitios, su contenido, sus responsables ni a los productos o servicios que se mencionen u ofrezcan.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad del autor y pueden no coincidir con las de la Organización o las de los países que representa.

Notas explicativas:

Los tres puntos indican que los datos faltan, no constan por separado o no están disponibles.

La raya indica que la cantidad es nula o despreciable.

La coma se usa para separar los decimales.

La palabra “dólares” se refiere a dólares de los Estados Unidos, salvo cuando se indique lo contrario.

La barra puesta entre cifras que expresen años (por ejemplo, 2022/2023) indica que la información corresponde a un período de 12 meses que no necesariamente coincide con el año calendario.

Debido a que a veces se redondean las cifras, los datos y los porcentajes presentados en los elementos gráficos no siempre suman el total correspondiente.

Publicación de las Naciones Unidas

LC/MEX/TS.2023/32

Distribución: L

Copyright © Naciones Unidas, 2023

Todos los derechos reservados

Impreso en Naciones Unidas, Santiago

Esta publicación debe citarse como: R. Sandoval Minero, *Elementos técnicos para la integración de RRD-ASICC en proyectos de inversión pública del sector de agua potable y saneamiento* (LC/MEX/TS.2023/32), Ciudad de México, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2023.

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Documentos y Publicaciones, publicaciones.cepal@un.org. Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa; solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL de tal reproducción.

Índice

Mensajes clave	5
Introducción	7
I. Los riesgos de desastre-climáticos y la cadena de valor del sector de agua potable y saneamiento.....	9
II. Fichas técnicas para suministro de agua potable	19
A. Captación y extracción	19
1. Captación de agua superficial.....	19
2. Captación de aguas subsuperficiales	25
3. Extracción de aguas subterráneas	29
B. Conducción y potabilización.....	35
1. Conducción de agua potable.....	35
2. Potabilización o desinfección	39
C. Regulación, distribución y medición.....	45
1. Regularización y almacenamiento de agua potable	45
2. Distribución de agua potable	50
3. Medición de consumos	54
4. Gestión comercial	56
III. Fichas técnicas para alcantarillado, tratamiento y reúso de aguas residuales.....	61
A. Captación, conducción y tratamiento	61
1. Captación de aguas residuales.....	61
2. Conducción de aguas residuales	67
3. Tratamiento de aguas residuales	73
B. Recuperación, reúso y disposición final	79
1. Recuperación o aprovechamiento energético de biosólidos	79
2. Reúso de agua tratada.....	83
3. Disposición final del agua tratada.....	86
IV. Fichas técnicas para aguas pluviales	89
A. Captación de aguas pluviales.....	89
B. Regulación y control de aguas pluviales	93
V. Fichas técnicas para uso doméstico, rural o periurbano	97
A. Captación de agua de lluvia	97
B. Almacenamiento doméstico de agua potable	99
C. Extracción de aguas subterráneas (doméstica).....	102
D. Manejo de excretas y aguas grises	105
VI. Conclusiones y recomendaciones	109
Bibliografía.....	111
Anexo Fichas bibliográficas	123

Cuadros

Cuadro 1	Componentes de la cadena de valor	11
Cuadro 2	Organización de la ficha tipo con criterios de diseño y medidas de RRD-ASICC en el sector de APyS	16

Diagramas

Diagrama 1	Cadena de valor del servicio de suministro de agua potable.....	13
Diagrama 2	Cadena de valor de alcantarillado, tratamiento y reúso de aguas residuales.....	13
Diagrama 3	Elementos de la cadena de valor de uso doméstico rural o periurbano	14

Mensajes clave

La infraestructura para la provisión de servicios de abastecimiento de agua potable y saneamiento de las aguas residuales está permanentemente expuesta a la ocurrencia de diferentes fenómenos naturales. Todos los países miembros del Consejo de Ministros de Hacienda o Finanzas de Centroamérica, Panamá y República Dominicana (COSEFIN) del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA) han instituido leyes y políticas nacionales en materia de cambio climático que abarcan todos los sectores y orientan la identificación, formulación, planeación, diseño, construcción y operación de los citados sistemas, tomando en cuenta la situación de los países miembros del SICA, expuestos a fenómenos meteorológicos extraordinarios y ubicados, en muchos casos, en zonas ambientales sensibles.

Debido a los impactos del cambio climático observados, los países de la región del SICA se ven expuestos cada vez con mayor frecuencia a los efectos de precipitaciones extremas, inundaciones, sequías, altas temperaturas, olas de calor, ráfagas de viento y elevación del nivel del mar que, aunados a otras amenazas como movimientos de suelo, sismos o erupciones, hacen necesario dotar a los formuladores y tomadores de decisión de la región de mejores herramientas e información para la Reducción del Riesgo de Desastres y la Adaptación Sostenible e Incluyente al Cambio Climático (RRD-ASICC).

La agudización de las amenazas puede cambiar las condiciones que determinaron la factibilidad de los proyectos, lo que modifica el flujo de beneficios y costos, y posiblemente reducir la vida útil de los sistemas. Aplicar criterios de diseño que consideren el efecto potencial de dichas amenazas y permitan reducirlo, así como aumentar la capacidad de recuperación de los sistemas tras la ocurrencia de los fenómenos citados, es una forma de preservar la rentabilidad social de las inversiones, que resulta clave en un contexto de escasez y alta demanda de recursos públicos para la generación de infraestructura y servicios.

En esta publicación se presenta un análisis de las características de los proyectos de infraestructura de agua potable y saneamiento bajo el enfoque de cadena de valor y se presentan fichas técnicas para orientar la integración de RRD-ASICC.

Tener en cuenta los escenarios de cambio climático que permiten conocer, evidenciar y valorar las potenciales implicaciones de estos en las actividades humanas, los ecosistemas, la infraestructura y la prestación de servicios de agua y saneamiento es fundamental para la toma de decisiones en los proyectos de inversión pública que, en general, tienen una vida útil de varias décadas. Es necesario analizar tanto las tendencias históricas de las amenazas y las vulnerabilidades como los escenarios de cambio climático con objeto de estimar los riesgos de daños y pérdidas durante la vida útil de esta infraestructura.

El riesgo que genera la exposición a las amenazas se relaciona con las condiciones de la población y su asentamiento en las zonas de proyecto; asimismo, está vinculado a la ubicación de la infraestructura. Por otra parte, el deterioro del territorio y sus características topográficas pueden incidir en el nivel de daño que ocasionaría una amenaza determinada, por lo que las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) constituyen una manera de reducir la exposición, sumadas a otras medidas de control y manejo del territorio como el ordenamiento territorial o el establecimiento de reservas.

La vulnerabilidad, según las Naciones Unidas (EIRD, 2004), se define como el conjunto de condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales que aumentan la susceptibilidad de una persona, una comunidad, los bienes o los sistemas a los efectos de las amenazas. Por lo tanto, el resto de los factores son también relevantes y deben ser tomados en cuenta en cada caso de manera específica.

No obstante, aun cuando sea deseable considerar la aplicación de criterios de diseño para reducir el máximo posible la vulnerabilidad de los sistemas, esto no siempre será factible dentro de las condiciones o restricciones específicas que un proyecto afronte en materia de financiamiento, capacidades sociales, disponibilidad de materiales, fragilidad de los ecosistemas, u otras situaciones que podrían requerir de soluciones complementarias, como podrían ser esquemas de aseguramiento, procesos de formación de capacidades u otros.

Las recomendaciones son genéricas, no están asociadas a ubicaciones o casos específicos, por lo que los profesionales encargados de identificar, formular, proyectar, construir y operar los sistemas deben considerar cada caso de aplicación, pues el objetivo central es brindar un proceso de verificación de la aplicación de los criterios mencionados, con el fin de mantener o incrementar la rentabilidad social de los proyectos, buscando que no se afecten los beneficios y/o costos socioeconómicos esperados durante su vida útil.

El análisis de los componentes de la cadena de valor de los sistemas de agua y saneamiento, incluyendo sistemas rurales, ha permitido proponer criterios de diseño y medidas de RRD-ASICC asociadas a las distintas amenazas, incluyendo soluciones basadas en la naturaleza. Los componentes de las cadenas de valor de los sistemas de agua potable y saneamiento podrían ser modificados, adaptados o enriquecidos mediante la aplicación de los criterios propuestos en esta publicación.

Introducción

La región del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), por su ubicación geográfica, se encuentra entre las más vulnerables frente a los efectos del cambio climático, dado su nivel de exposición a los riesgos y las incipientes capacidades para adaptarse a los cambios. Por ello, es vital incluir en el análisis del ciclo de vida de los proyectos de inversión pública criterios de diseño acordes con esta circunstancia, para concretar proyectos con los que se pueda garantizar una ininterrumpida producción, provisión y consumo de bienes y servicios.

En este sentido, es sumamente importante que los tomadores de decisión, así como los implementadores de proyectos y los gobiernos, cuenten con herramientas que les permitan la identificación y la formulación de proyectos de inversión pública incluyentes, sostenibles y resilientes frente al cambio climático y susceptibles a ser evaluados desde una perspectiva socioeconómica.

Los fenómenos climáticos extremos están haciendo que el acceso al agua potable se complique, ya que se vuelve más escasa, su comportamiento es más impredecible, e incluso su calidad sufre cambios. Los impactos a lo largo del ciclo del agua amenazan el desarrollo sostenible, la biodiversidad y el acceso de las personas al agua y al saneamiento. Sus efectos pueden comprender desde los daños en las infraestructuras de agua potable y alcantarillado hasta el cambio en las necesidades de consumo, sin dejar de lado la degradación de las cuencas hidrográficas y, por supuesto, la calidad de las aguas de origen. Todo esto provocará que la pérdida de servicios dé lugar a que las personas se vean en la necesidad de usar fuentes de agua inseguras o que no permita mantener buenas prácticas de higiene.

Los países del SICA han mostrado un alto riesgo frente a escenarios amenazantes. Tanto por su ubicación geográfica como por las condiciones de vulnerabilidad social, económica y condiciones socioambientales han experimentado un aumento de desastres de más de cuatro veces con respecto de la década de 1970; en promedio, en la región del SICA el 80% de la población cuenta solo con fuentes básicas de agua y de saneamiento, en relación directa con deficiencias en las inversiones públicas.

En escenarios de cambio climático, se han identificado aumentos de la evapotranspiración, suelos más secos y mayor aridez en la mayor parte de América Central, lo que ha tenido graves consecuencias en la hidrología y la disponibilidad de agua de la región. También estará expuesta a inundaciones y deslizamientos de tierra ante la presencia de fenómenos meteorológicos. Por lo tanto, los proyectos de agua y saneamiento que no consideren en su identificación y formulación los crecientes riesgos frente a los eventos climáticos, sumados al cambio de uso del suelo, la deforestación y la no planificación del territorio, afrontarán mayores amenazas por posibles fallas en la infraestructura ubicada en zonas de drenaje, erosión o inundación.

Una alianza de instituciones nacionales y regionales estableció el proyecto “Fortalecimiento de capacidades para la incorporación del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático en la inversión pública en los países miembros del COSEFIN/SICA (RIDASICC)”, cuyo objetivo es contribuir a la reducción de pérdidas y daños causados por desastres y a la respuesta a la emergencia climática mediante la inclusión de la reducción de riesgos de desastres (RRD) y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático (ASICC) en el ciclo de vida de los proyectos de inversión pública, conservando y mejorando los servicios que se brindan a la población de los países miembros del Consejo de Ministros de Hacienda o Finanzas de Centroamérica, Panamá y República Dominicana del Sistema de la Integración Centroamericana (COSEFIN/SICA). En la esfera nacional, la iniciativa está enfocada al fortalecimiento de las capacidades de los sistemas nacionales de inversión pública (SNIP), y a nivel regional, a fortalecer las capacidades de instancias del SICA para contribuir a esta urgente agenda.

El proyecto es coordinado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y la Secretaría Ejecutiva del COSEFIN, con la estrecha participación de los siete ministerios de hacienda o finanzas y tres ministerios o secretarías de planificación responsables de los sistemas nacionales de inversión pública (SNIP) de los países miembros del COSEFIN/SICA, y otras instituciones del SICA, incluyendo al Consejo Sectorial de Ministros de Transporte de Centroamérica de la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (COMITRAN/SIECA), el Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres en América Central y República Dominicana y el Comité Regional de Recursos Hidráulicos (CEPREDENAC/CRRH). Además, se cuenta con el apoyo financiero de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE).

Este documento es una guía cuya finalidad es poner a disposición de los funcionarios que intervienen en la identificación, formulación, diseño, planificación y ejecución de los proyectos de inversión pública en el sector de agua potable y saneamiento elementos técnicos que contribuyan a minimizar los impactos del cambio climático en la infraestructura y, por lo tanto, en la producción, provisión y consumo de servicios asociados con el sector, orientados a las características de la región del SICA y referidos a su marco normativo.

En el capítulo I se exponen las relaciones entre los riesgos-climáticos y los diferentes componentes de la cadena de valor de los sistemas de agua potable y saneamiento, así como se introduce la estructura de la ficha técnica con criterios y consideraciones para reducir el riesgo de daño y pérdida, así como hacer más eficientes la operación de tales sistemas.

En los capítulos II al V se presentan las fichas técnicas con criterios-aspectos técnicos, tecnológicos y metodológicos que apoyan tanto la formulación técnica de los proyectos como la implementación de medidas de RRD-ASICC, incluyendo las SbN. Estos capítulos constituyen médula de esta publicación. Su organización en atención de la cadena de valor es de gran ayuda a los equipos técnicos de proyectos. Y finalmente, en el capítulo VI, se presentan breves conclusiones y las recomendaciones para la aplicación y actualización de los criterios presentados en esta publicación.

Esta publicación forma parte de una serie de documentos que profundizan en el impacto del cambio climático en la infraestructura de agua potable y saneamiento como parte del proyecto RIDASICC, que exponen la vulnerabilidad de la región del SICA ante los efectos de los fenómenos climatológicos, y la manera en que deben ser tomados en cuenta en los proyectos de inversión pública. Se pueden encontrar en <https://www.cepal.org/es/ridasicc>.

I. Los riesgos de desastre-climáticos y la cadena de valor del sector de agua potable y saneamiento

Las amenazas climáticas más relevantes en el sector de agua potable y saneamiento en la región del SICA (Astorga, 2023) son:

- Lluvias intensas recurrentes: provocan inundaciones, erosión, deslizamientos de tierra y lahares, cambios en la calidad del agua superficial por turbiedad o arrastre de material volcánico, arrastre e infiltración de lixiviados, azolvamiento en zonas bajas, entre otros.
- Huracanes: lluvias y viento de alta intensidad provocan también inundaciones, deslizamientos, daños a instalaciones e infraestructuras, interrupciones de energía eléctrica, cierre de vías de comunicación, entre otros.
- Tormentas tropicales: causan daños similares a los huracanes, pero de menor intensidad.
- Sequías: la falta de agua induce a una mayor explotación de las aguas subterráneas y reduce el escurrimiento hacia fuentes superficiales, así como la recarga de acuíferos.
- Cambios en los patrones de temperatura y precipitación: los cambios en las temperaturas promedio modifican los parámetros de operación de las plantas potabilizadoras; pueden causar el surgimiento de plagas; pueden provocar alteraciones en la temporada de lluvia que incidan en la calidad del agua influente a las potabilizadoras; incrementan la evaporación, la evapotranspiración (y la demanda de agua para la agricultura), y desestabilizan el ciclo hidrológico.

Por su parte, los proyectos de inversión pública en agua potable y saneamiento (APyS) tienen diferentes características según correspondan a:

- Diferentes componentes de la cadena de valor, que comprende los distintos elementos de la infraestructura para la captación, conducción, potabilización y distribución de agua potable, así como aquella necesaria para la captación, conducción, tratamiento, disposición y reúso de las aguas residuales.
- El tipo de intervención: construcción, recuperación, rehabilitación, reemplazo o ampliación de infraestructura.
- El tipo de localidad, urbana o rural.

Ante la presencia de amenazas socioambientales, es necesario definir criterios de diseño, aplicación de metodologías adecuadas y selección de tecnologías, así como considerar las soluciones basadas en la naturaleza para la reducción del riesgo de desastre y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático. El riesgo de daño y pérdidas sociales que enfrenta la infraestructura y la provisión de los sistemas de agua y saneamiento está determinado por las amenazas, la exposición, la vulnerabilidad del entorno natural (estado de los ecosistemas y sus servicios, y características que exacerban la peligrosidad de las amenazas) y la propia vulnerabilidad material de los activos y, por supuesto, de la resiliencia social e institucional.

La vulnerabilidad es definida como el conjunto de condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales que aumentan la susceptibilidad de una persona, una comunidad, los bienes o los sistemas a los efectos de las amenazas (Naciones Unidas, 2016). La vulnerabilidad puede reducirse mejorando la capacidad de los bienes o sistemas para afrontar las amenazas y recuperarse después de haber sido expuestos a estas.

La exposición es la situación en que se encuentran las personas, las infraestructuras, las viviendas, las capacidades de producción y otros activos humanos tangibles situados en zonas expuestas a amenazas (Naciones Unidas, 2016). La exposición puede modificarse si la condición de las áreas en que está situada la infraestructura es mejorada, por ejemplo, mediante SbN.

Así, las consideraciones de diseño, selección de tecnología y aplicación de metodologías de estudio y análisis que se proponen en esta publicación pueden reducir el riesgo de desastres influyendo sus factores:

- En la vulnerabilidad material, al incorporar recomendaciones de diseño u operación que mejoren la capacidad de la infraestructura para afrontar las amenazas.
- En la vulnerabilidad natural y nivel de exposición, al modificarse las condiciones del entorno natural.
- Y en la modificación misma de la peligrosidad de la amenaza, también resultante, de las mejoras del estado de los ecosistemas y sus servicios.

Por otra parte, para cada tipo de infraestructura de agua potable y saneamiento (APyS) pueden existir diferentes amenazas, dependiendo, también, de la localización de la infraestructura.

Las recomendaciones de criterios de diseño y medidas de RRD-ASICC, incluyendo las SbN, presentadas en adelante, buscan contribuir a la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático de los proyectos e infraestructura de APyS.

En las recomendaciones de diseño y de SbN se toman en cuenta las afectaciones debidas a eventos hidrometeorológicos intensivos y extensivos, según fue documentado por Astorga (2023).

La finalidad principal de tales recomendaciones es que los/as formuladores/as y evaluadores/as de proyectos de agua potable y saneamiento (APyS) cuenten con una referencia para:

- Verificar que se hayan considerado los criterios para la reducción de riesgos de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático en el diseño de la infraestructura de APyS.
- Determinar el riesgo de daño y pérdida por impactos sobre la oferta y la demanda.
- Analizar la incorporación de medidas de RRD-ASICC, como modificaciones de diseño, actividades y obras adicionales a la infraestructura, incluyendo SbN, para reducir el riesgo de daño y pérdida. Esto permitiría al evaluador determinar si los costos que implican las medidas serían compensados con los costos evitados asociados a la ocurrencia del evento contingente.

Para ello se propone:

- Definir una tipología de componentes de la cadena de valor de agua potable y saneamiento urbana y rural, estableciendo para cada componente los tipos de proyecto que incluye.
- Proponer criterios generales de diseño técnicos, tecnológicos y metodológicos para cada componente de la cadena de valor.
- Proponer medidas para la reducción de riesgos de desastre y adaptación sostenible e incluyente al cambio climático (RRD-ASICC) para cada componente.
- Relacionar cada una de las medidas para la RRD-ASICC con las amenazas cuyo impacto se busca reducir con cada medida propuesta disminuyendo el riesgo de daño y pérdida en los proyectos de APyS.
- Proponer SbN que puedan reducir la exposición de los proyectos de cada componente de la cadena de valor a distintas amenazas.

- Añadir las referencias bibliográficas que aporten al formulador y evaluador más información sobre criterios generales de proyecto, medidas para la RRD-ASICC, incluyendo SbN, y la normatividad o regulaciones disponibles en los países de la región SICA, y de fuera de la región cuando se considere pertinente.

Las propuestas son sistematizadas de forma práctica en fichas-tipo de criterios de diseño, medidas de RRD-ASICC, incluyendo SbN y sus respectivas referencias bibliográficas y normativas para cada componente de la cadena de valor. Para ello, se proponen las tipologías para la cadena de valor de los proyectos de APyS. Como punto de partida, se propone que la cadena de valor comprenda los elementos incluidos en el cuadro 1.

Cuadro 1
Componentes de la cadena de valor

Sistema	Componentes de la cadena de valor	Tipos de proyecto		
		Urbano	Rural	
Agua	Captación de agua superficial	Embalse (presa de almacenamiento)		
		Obra de toma directa en río		
		Presa derivadora	Presa derivadora	
		Lago, laguna	Lago, laguna	
			Ollas de agua	
		Manantial	Manantial	
	Captación de agua subsuperficial			Pozos a cielo abierto o pozos someros
				Galería filtrante
				Pozos Ranney
				Zanjas
	Extracción de agua subterránea	Pozos profundos	Pozos profundos	
		Pozos radiales		
	Conducción de agua potable	Conducción por bombeo	Conducción por bombeo	
		Conducción por gravedad	Conducción por gravedad	
		Red de conducción		
	Potabilización o desinfección	Métodos físicos de desinfección	Métodos físicos de desinfección	
		Métodos químicos de desinfección	Métodos químicos de desinfección	
		Plantas potabilizadoras		
	Almacenamiento y regularización de agua potable	Tanques de almacenamiento y regulación		
	Distribución de agua potable	Red de distribución	Red de distribución	
		Hidrantes		
Medición del consumo de agua potable	Medidores de flujo a presión	Medidores de flujo a presión		
	Medidores de flujo a superficie libre	Medidores de flujo a superficie libre		

Sistema	Componentes de la cadena de valor	Tipos de proyecto	
		Urbano	Rural
Saneamiento	Captación de aguas residuales	Alcantarillado convencional	Alcantarillado convencional
		Alcantarillado simplificado	
		Alcantarillado condominal	
		Alcantarillado no convencional	
	Conducción de aguas residuales	Coletores e interceptores	
		Emisores	
	Tratamiento de aguas residuales	Tratamiento primario	
		Tratamiento secundario	
		Tratamiento terciario	
		Tratamiento avanzado	
	Recuperación o aprovechamiento energético de biosólidos	Estabilización de lodos residuales	
	Reúso de agua tratada	Agrícola	
		Industrial	
		Recreativos	
		Municipal	
		Acuicultura	
		Recarga de acuíferos	
		Intercambio	
	Disposición final	Vertido en corrientes superficiales	
		Vertido en terrenos	
Vertido en el mar			
Vertido en lagos y lagunas			
Recarga de aguas subterráneas por medio de pozos de absorción			
Pluvial	Captación de aguas pluviales	Sistema de drenaje pluvial	
	Regulación de aguas pluviales	Bordos	
		Desvíos	
		Rectificaciones	
		Presas de almacenamiento	
		Presas rompepicos	
		Desazolve de cauces o dragados	
Doméstico	Captación doméstica de aguas pluviales		Captación de agua de lluvia en techumbre
			Atrapaniebla
	Extracción de agua subterránea		Pozos punta
	Almacenamiento de agua		Aljibes o cisternas
			Tanques o tinacos
	Separación y reúso doméstico de aguas grises		Sanitario ecológico seco
			Sanitario ecológico húmedo
			Lavaderos ecológicos
		Huerto familiar	

Fuente: Elaboración propia.

Para las fichas descriptivas de los criterios de diseño y SbN se consideran los elementos enlistados en la segunda columna del cuadro 1 (componentes de la cadena de valor), haciendo, en su caso, precisiones específicas cuando hay tipos de proyecto que requieren consideraciones particulares.

En los diagramas 1 al 3 se ilustran los componentes de las cadenas de valor de:

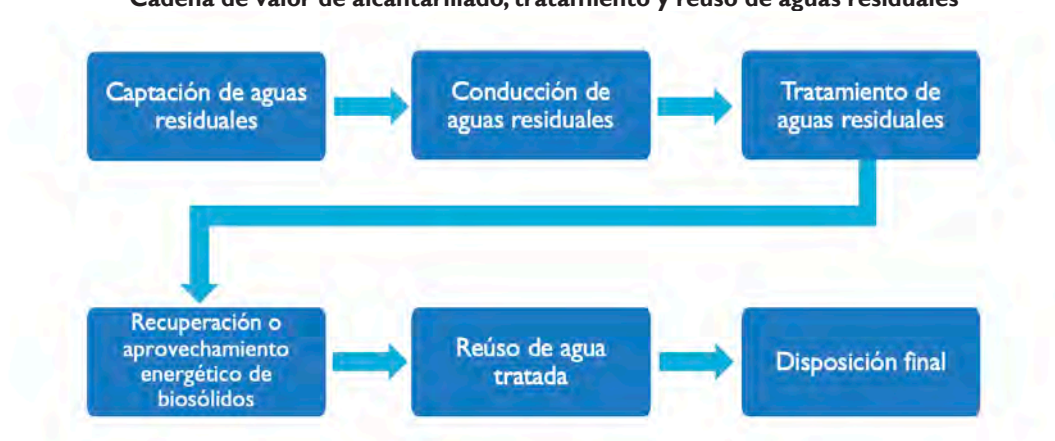
- El servicio de captación, conducción, potabilización y distribución de agua potable.
- El servicio de captación, conducción, tratamiento y disposición o reúso de aguas residuales.
- Los procesos de captación de agua y disposición de excretas en el ámbito doméstico, normalmente en el medio rural o periurbano.

Diagrama 1
Cadena de valor del servicio de suministro de agua potable



Fuente: Elaboración propia.

Diagrama 2
Cadena de valor de alcantarillado, tratamiento y reúso de aguas residuales



Fuente: Elaboración propia.

Diagrama 3
Elementos de la cadena de valor de uso doméstico rural o periurbano



Fuente: Elaboración propia.

Existen numerosas propuestas de SbN que pueden ayudar en la adaptación al cambio climático. A continuación se presenta la propuesta del *Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2018: soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua* (WWAP, 2018):

- i) Regularización del suministro
 - Regularización
 - Reforestación y conservación forestal
 - Reconexión de ríos a llanuras de inundación
 - Restauración/conservación de humedales
 - Construcción de humedales
 - Captación de agua
 - Espacios verdes (biorretención e infiltración)
 - Pavimentación permeable
- ii) Mejora de la calidad
 - Potabilización
 - Reforestación y conservación forestal
 - Zonas de amortiguación ribereñas
 - Reconexión de ríos a llanuras de inundación
 - Restauración/conservación de humedales
 - Construcción de humedales
 - Espacios verdes (biorretención e infiltración)
 - Pavimentación permeable

- Control de erosión
 - Reforestación y conservación forestal
 - Zonas de amortiguación ribereñas
 - Reconexión de ríos a llanuras de inundación
- Control biológico
 - Reforestación y conservación forestal
 - Zonas de amortiguación ribereñas
 - Reconexión de ríos a llanuras de inundación
 - Restauración/conservación de humedales
 - Construcción de humedales
- Control de la temperatura del agua
 - Reforestación y conservación forestal
 - Zonas de amortiguación ribereñas
 - Reconexión de ríos a llanuras de inundación
 - Restauración/conservación de humedales
 - Construcción de humedales
 - Espacios verdes (sombra de vías navegables)
- iii) Moderación de fenómenos meteorológicos extremos (inundaciones)
 - Control de inundaciones ribereñas
 - Reforestación y conservación forestal
 - Zonas de amortiguación ribereñas
 - Reconexión de ríos a llanuras de inundación
 - Restauración/conservación de humedales
 - Construcción de humedales
 - Establecimiento de derivaciones de inundación
 - Ecurrimiento urbano de aguas pluviales
 - Techos verdes
 - Espacios verdes (biorretención e infiltración)
 - Captación de agua
 - Pavimentación permeable
 - Control de inundaciones costeras (tormentas)
 - Protección/restauración de manglares, marismas costeras y dunas
 - Protección/restauración de arrecifes (corales/ostras)

Para las fichas-tipo se consideraron las siguientes amenazas:

- Precipitaciones extremas e inundaciones
- Movimientos en masa
- Ráfagas de viento
- Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales
- Sismos
- Erupciones volcánicas
- Elevación del nivel del mar

La relación entre la RRD-ASICC y las amenazas es indicativa. Cada formulador o evaluador tendrá más elementos, en los diferentes casos, para determinar si las amenazas señaladas son relevantes o no lo son, con lo cual seleccionará los criterios que correspondan. La estructura propuesta en la ficha-tipo para desarrollar los criterios y recomendaciones para la RRD-ASICC se muestra en el cuadro 2.

Cuadro 2
Organización de la ficha tipo con criterios de diseño y medidas de RRD-ASICC en el sector de APyS

Elemento de la cadena de valor						
Proyectos que incluye						
	Criterios generales de diseño	Medidas RRD-ASICC	Amenazas			
			A1	A2	A3	... An
Técnicos						
Tecnológicos						
Metodológicos						
SbN						
Referencias bibliográficas						
Normas o guías de los países						

1. Elemento de la cadena de valor y tipo de proyecto al que corresponde la infraestructura en análisis.
2. Amenazas más comunes a las que se podría ver expuesto el proyecto.
3. Criterios básicos de diseño que deberían haberse tomado en cuenta para el proyecto en análisis.
4. Criterios de diseño (técnicos), tecnologías y estudios básicos (metodológicos) que pueden contribuir a reducir la vulnerabilidad del proyecto ante las posibles amenazas.
5. SbN que pueden contribuir a mitigar los riesgos debidos a la exposición del proyecto a amenazas.
6. Referencias bibliográficas, normas y guías de los países.

Fuente: Elaboración propia.

Para cada elemento de la cadena de valor se proponen:

- Criterios generales técnicos (de diseño), tecnológicos (mediante el uso de tecnologías específicas) y metodológicos (estudios básicos o metodologías).
- Medidas para RRD-ASICC, también clasificadas como técnicas, tecnológicas y metodológicas, relacionadas, en este caso, con el tipo de amenazas que suelen afectar a cada elemento de la cadena de valor.
- Soluciones basadas en la naturaleza que contribuyen a mitigar la exposición y reducir la vulnerabilidad de los proyectos en cada elemento de la cadena de valor.
- Referencias bibliográficas para el diseño de infraestructura de APyS y SbN.
- Referencias a normas o guías vigentes en los países del proyecto.

II. Fichas técnicas para suministro de agua potable

A. Captación y extracción

I. Captación de agua superficial

Captación de agua superficial								
Obra directa de toma, embalses o presa de almacenamiento, presa de derivación, lago, laguna, ollas de agua								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
Técnicos	En una obra de toma directa, considerar el volumen de agua por captar, las condiciones de la corriente, el escurrimiento (variable o permanente), el caudal en época de secas y durante avenidas, el nivel de aguas mínimo y máximo, la velocidad de la corriente, la pendiente que se presenta en el cauce, la topografía en la zona de captación, la geología del suelo, el material de arrastre y la naturaleza del lecho del río. El conducto de la toma se sitúa a un nivel inferior de las aguas mínimas de la corriente. A la entrada, colocar rejilla formada por barras y alambrión espaciado entre 3 a 5 cm. Velocidad de 0,1, 1,0 a 0,15 m/s. La velocidad en el conducto de 0,6 m/s para evitar azolve. Velocidad máxima, características del agua y material del conducto. Una presa derivadora interrumpe el flujo en corrientes de bajo tirante y permite la captación de agua. Cuenta con cortina vertedora, obra de toma y estructura de limpia. En el análisis hidráulico, considerar diversos componentes como la determinación de los niveles de operación mínimo y máximo en el sitio de la	Para la localización de la bocatoma se deberá analizar no solo el curso del río, sino también las erosiones o deslaves que puedan existir, para evitar la erosión y el azolve.	*	*		*	*	
	Colocar bocatoma aguas arriba de las descargas de aguas residuales.	*	*	*	*	*	*	*
	En la obra de captación, los elementos que permitan la operación, acceso, inspección y limpieza deben revisarse buscando la preservación del sitio ante posibles eventos extremos (escaleras, registros, compuertas, iluminación, señalamiento, elementos de seguridad como alarmas, para incendio, sistemas de comunicación, entre otros).	*	*	*				

Captación de agua superficial								
Obra directa de toma, embalses o presa de almacenamiento, presa de derivación, lago, laguna, ollas de agua								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
Técnicos	derivadora, a fin de establecer los niveles de operación y carga hidráulica para obtener el caudal necesario; dimensión del orificio; gasto máximo de las compuertas; capacidad del mecanismo elevador; desarenador, rejillas y diseño de la transición que une la salida de la toma con la descarga. La determinación de la presa de almacenamiento depende de la topografía, geología, clima, hidrología y de los materiales para construcción que se encuentren cercanos al lugar. Las partes que la componen son la cortina, obra de toma y obras de excedencia. La captación de aguas superficiales se realiza tanto para zonas urbanas como rurales. Depende del tipo de estructura y su dimensión.	Ante la posible disminución del caudal en el río, analizar la factibilidad y preparar la extracción de agua de varios niveles.				*		
	Para la selección de un sistema de tuberías y válvulas se debe tener en cuenta el caudal de agua a descargar, cargas efectivas estáticas y de operación en el vaso, lapsos de tiempo de operación durante un año, necesidades de control, número de unidades (tipo y ubicación), análisis de emergencias que se pueden presentar, factores climáticos, acceso a las válvulas y tuberías.	*	*	*	*	*	*	*
	Evitar la ejecución de obras de captación en zonas susceptibles a derrumbes o deslizamientos.	*			*			
	Reubicar las estructuras de toma y transporte ante la disminución de los niveles del agua.					*		
	En obras de toma, colocar equipos de bombeo portátiles (múltiples tomas de emergencia).	*	*	*	*	*	*	*
	Analizar la construcción de bordos longitudinales del río para protección de zonas urbanas.	*			*			
	Evaluar la viabilidad de elevar la cortina, para controlar mayores avenidas, y aumentar la capacidad del vertedor de excedencias.	*						
	Protección de estructuras de captación y sistemas de rejillas.	*	*	*				

Captación de agua superficial							
Obra directa de toma, embalses o presa de almacenamiento, presa de derivación, lago, laguna, ollas de agua							
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas					
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequias, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos
Técnicos	Construcción de presas rompepicos aguas arriba o ampliar la capacidad de la presa.	*					
	Generar programas de operación y mantenimiento, en los que se incluyan elementos para la prevención y protección de riesgos, así como elementos de seguridad para el personal.	*	*	*	*	*	*
	Generar simulacros de presencia de eventos extremos con la finalidad de preparar al personal para la rápida atención de estos.	*	*	*	*	*	*
Tecnológicos	Instalar membranas impermeables para la captación de agua.					*	
	Modelación estructural de los componentes de la presa.	*	*	*	*	*	*
	Realizar evaluaciones aéreas periódicas para monitorear la morfología cambiante del río.	*				*	
	Sistemas automatizados para limpieza de rejillas.	*			*		
	Uso de sistemas de información geográficos (GIS).	*	*	*	*	*	*
	Instalación de estaciones hidrométricas y su automatización.	*	*	*	*	*	*
	Sistemas automáticos para medición de caudales.	*	*	*	*	*	*
	Instalación de estaciones climatológicas.	*	*	*	*	*	*
	Modelos de pronóstico de crecientes y modelos de simulación numérica a mesoescala.	*	*	*	*	*	*

Captación de agua superficial							
Obra directa de toma, embalses o presa de almacenamiento, presa de derivación, lago, laguna, ollas de agua							
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas					
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos
Metodológicos	Programa de revisión, operación y mantenimiento de equipos mecánicos y eléctricos antes de un evento.	*	*	*	*	*	*
	Mantenimiento a cauces.	*	*			*	
	Control de sedimentos, para evitar daños a los equipos y uso excesivo de reactivos en la potabilización.	*				*	
	Considerar otras fuentes de agua si la toma de agua es amenazada por deslizamientos de tierra o cambios en la morfología del río.			*	*		*
	Reubicar las estructuras de toma de agua o construir una galería de infiltración para extraer agua debajo del lecho del río.					*	
	Reforzar el diseño estructural de los componentes para evitar asentamientos diferenciales.	*	*	*	*		*
	Revisar la construcción de muelles y otras estructuras en el mar que modifiquen los niveles del mar y su intrusión en el continente.	*	*				
	Considerar otros recursos hídricos como aguas subterráneas u otros sistemas fluviales sin explotar.	*		*	*	*	*
SbN	Analizar la captación en barraje (estructura provisional y rudimentaria para captar o mantener el nivel del agua) en caudales pequeños para épocas de estiaje.					*	
	Establecer planicies de inundación.	*					
	Rehabilitación, restauración de bosques, manejo de bosques nativos aguas arriba en la cuenca.	*		*	*	*	*
	Estabilizar áreas propensas a deslizamiento de tierra mediante la plantación de árboles.			*			
	Construcción de presas de gaviones aguas arriba para disminuir el transporte de azolves.	*				*	

Captación de agua superficial	
Material de consulta sugerido	
Bibliografía	Autoridad Nacional del Agua (ANA) (2010), <i>Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario</i> , Managua, Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado [en línea] http://www.inaa.gob.ni/node/225 .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019c), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 5. Estudios técnicos para proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento: topografía y mecánica de suelos</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro5.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019d), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 6. Estudios técnicos para proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento: diseño estructural</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro6.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019e), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 7. Obras de captación superficiales</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro7.pdf .
	F. Arreguín Cortés (2021), <i>Obras hidráulicas</i> , Ciudad de México, Instituto de Ingeniería-Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) [en línea] https://www.iingen.unam.mx/es-mx/AlmacenDigital/Libros/Documents/obras-hidraulicas-digital.pdf .
	W. Sandoval, <i>Tomas de agua</i> [en línea] [https://www.researchgate.net/profile/Washington-Sandoval-Erazo/publication/317946721_Tomas_de_Agua/links/59525919aca272a343db39ce/Tomas-de-Agua.pdf].
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2013), <i>Manual para el control de inundaciones</i> , Distrito Federal, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General Técnica [en línea] https://backend.aprende.sep.gob.mx/media/uploads/proedit/resources/manual_para_el_contr_d6bbce9f.pdf .
Normativa	Ecuador, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (2003), <i>Guías técnicas para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de agua potable y saneamiento</i> , Quito, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda/Subsecretaría de Agua Potable y Saneamiento Básico [en línea] http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Enero2004/pdf/spa/doc14793/doc14793.pdf .
	Costa Rica, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2017), "Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial", Alcance N° 227, <i>La Gaceta</i> , N° 180, y Alcance N° 39, <i>La Gaceta</i> , N° 38, 22 de septiembre de 2017, y 24 de febrero de 2021 [en línea] https://faolex.fao.org/docs/pdf/cos208343.pdf .
	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) (1997), <i>Normas técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negras</i> , San Salvador, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados.
	Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) (2018), <i>Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro-sanitario del INAPA (DIG-PO-001)</i> , Santo Domingo, República Dominicana, Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados-Dirección de Ingeniería [en línea] https://www.inapa.gob.do/phocadownload/Proyectos/Reglamentos_y_requerimientos_de_proyectos/ReglamentoTecnicoParaDisenoDeObrasElstalizacionesHidroSanitarias.pdf .
	Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica, (2011), <i>Código sísmico de Costa Rica 2010</i> , Cartago, Costa Rica, Editorial Tecnológica de Costa Rica [en línea] https://www.codigosismico.or.cr/descargas/CSCR2010.pdf .

2. Captación de aguas subterráneas

Captación de aguas subterráneas		Pozo a cielo abierto o pozo somero, galería filtrante, pozo Ranney, zanja							
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas							
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas	
Técnicos	Las aguas subterráneas, conocidas también como aguas freáticas o subterráneas, se caracterizan por estar a presión atmosférica y a poca profundidad. Los pozos someros se excavan en la zona permeable, donde se coloca un ademe con perforaciones (2,5 a 5,0 cm); se sugiere que tengan un mínimo de 1,5 m de diámetro o del lado más corto si es rectangular. Su profundidad comprende entre 10 y 20 m. Para su extracción, en la parte superior se coloca el equipo de bombeo y en el fondo se coloca material graduado de grueso a fino. Si las paredes del pozo son de mampostería de piedra o bloque, se dejan espacios sin "juntar" en el estrato permeable para permitir el paso del agua. En el procedimiento tipo "indio", la cimbra se forma en el exterior y en el sitio de la construcción, se arma el refuerzo y se va colocando el ademe a la pared (anillo de 1,00 a 1,50 y espesor de 0,30 m). La galería filtrante es construida en la parte inferior del lecho de un río, donde se acumula el agua por infiltración y se extrae por gravedad o bombeo. La zona de captación, en el lecho del río, debe tener una granulometría que haga trabajar la galería como un filtro lento. La selección de una galería que aproveche el espesor del acuífero depende de su espesor, de la permeabilidad del suelo, del equipo para hacer la excavación, de las condiciones naturales del	Instalación de materiales apropiados (filtro, revestimiento y sello sanitario).	*	*	*		*		
	Determinar la frecuencia de los monitoreos de calidad del agua ante la vulnerabilidad de la zona y lo expuesto a contaminantes.	*	*			*			
	Prever que las fuentes contaminantes estén alejadas de la zona de extracción de agua como zonas agrícolas o industriales y tuberías de drenaje sanitario. De igual forma se procede en las zonas rurales cuando se carece de sistemas de saneamiento básico, así como el saneamiento de los desarrollos pecuarios. Mínimo a una distancia de 25 m de su emplazamiento.	*	*	*		*	*	*	
	Verificar la protección sanitaria como: el entubamiento del pozo debe rebasar como mínimo 61 cm (24 pulgadas) de la plantilla del terreno; construir sobre la superficie una placa de concreto de 10 cm de espesor, de 60 x 60 cm, con ligera inclinación para drenar fugas del pozo; colocar dren alrededor de la placa de concreto y descarga a distancia del pozo; colocar un sello en la parte superior para evitar entrada de contaminantes.	*	*	*		*	*	*	
	Al terminar el pozo, la altura del ademe sobre la superficie del terreno tiene que estar 61 cm (24 pulgadas) encima del nivel máximo de inundación registrado durante los últimos 100 años y contar con pendiente hacia afuera del pozo.	*		*					
	El brocal del pozo, a una altura mínima de 0,50 m o a una altura mayor que el máximo nivel alcanzado por el agua.	*	*	*					

Captación de aguas subterráneas								
Pozo a cielo abierto o pozo somero, galería filtrante, pozo Ranney, zanja								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
<p>área disponible y de la demanda del agua. En los pozos Ranney, el sistema de captación consiste en la colocación de tubos en posición horizontal y de forma radial por donde se captan los volúmenes de agua.</p> <p>Las zanjas son excavaciones subterráneas con gran longitud, y se utilizan cuando se tienen niveles freáticos próximos a la superficie. Algunas estructuras se utilizan en el ámbito urbano, como el pozo Ranney, o para partes de una población o pequeñas poblaciones, como las galerías filtrantes. Asimismo, los pozos a cielo abierto o someros básicamente son utilizados en el ámbito rural o en zonas periurbanas.</p>	Construir muros de contención alrededor de las bombas centrífugas.	*	*	*				
	Adaptar las estructuras para que puedan soportar huracanes o terremotos más fuertes (casa de bombas de concreto reforzado, cobertizos para generadores y cobertizos para cloradores).	*	*	*	*		*	*
	La construcción de la galería no debe encontrarse expuesta a la acción erosiva de la corriente de agua en curso.	*	*	*	*		*	*
	Dar mantenimiento a las estructuras de las fuentes de captación, como drenajes perimetrales, techos, entre otros.	*		*				
	Evitar la construcción en zonas cercanas a derrumbes o propensas a deslizamientos por saturación de humedad del terreno.	*		*			*	*
	Verificar la calidad del agua.	*	*	*	*	*	*	*
	Verificar la calidad del agua ante el aumento de temperatura y mayor concentración de patógenos.					*		
	Vigilar que el mantenimiento de la infraestructura se realice de forma sistemática.	*	*	*	*	*	*	*
Tecnológicos	Excavación con maquinaria.	*	*	*	*	*	*	*
	Modelación de la zona (río, acuífero) para la construcción de estos sistemas.	*	*	*	*	*	*	*
Metodológicos	Estudios de permeabilidad del suelo. Para galerías filtrantes, se deben realizar estudios geotécnicos. Es importante conocer la hidráulica del río: permanencia de niveles freáticos en el subálveo, realizar balances hídricos superficiales y	*	*	*	*	*	*	*

Captación de aguas subterráneas									
Pozo a cielo abierto o pozo somero, galería filtrante, pozo Ranney, zanja									
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)		Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
			Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
Metodológicos	subterráneos, así como la determinación de la porosidad del subálveo, y obtener la curva granulométrica del lecho. Los lugares más convenientes para la construcción de galerías son las márgenes planas de los cursos y cuerpos de agua. Es necesario realizar la planificación de los trabajos para el buen funcionamiento y evitar accidentes.	Realizar estudio de calidad del agua como elemento para la selección de tubería.	*		*	*	*	*	*
		Programar la realización de monitoreos de calidad del agua de forma sistemática.	*		*	*	*	*	*
		Asignar fondos de emergencia para trabajos de reparación y adaptar el servicio después de un evento.	*		*	*	*	*	*
		Realizar estudios de geomorfología de la cuenca del flujo subterráneo.	*		*	*	*	*	*
		Incrementar el presupuesto para trabajar en mantenimiento.	*		*	*	*	*	*
		Considerar la estacionalidad de los ríos en el diseño de sistemas de captación subterránea.					*		
		Recopilación de la información para el diseño de la galería: plano topográfico de la zona y perfiles transversales, plano geológico y perfil estratigráfico; mapa de niveles de las aguas subterráneas y su variación en el año; determinación de parámetros hidrogeológicos por ensayos de bombeo; análisis físico-químico y bacteriológico del agua.	*		*	*	*	*	*
SbN	Cubiertas vegetadas aguas arriba.		*	*	*	*	*	*	
	Rehabilitación, restauración de bosques.		*	*	*	*	*	*	
	Construcción de presas de gaviones aguas arriba.		*		*		*	*	
	Almacenamiento de agua basado en lechos de ríos y corrientes estacionales en zonas de tierras áridas y semiáridas.						*		

Captación de aguas subterráneas	
Material de consulta sugerido	
Bibliografía	Organización Panamericana de la Salud (OPS) y otros (2011), <i>Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario</i> , Managua, Organización Panamericana de la Salud (OPS)/Office of U.S. Foreign Disaster Assistance (OFDA)/Department for International Development (DFID)/Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.
	Global Water Partnership (GWP)/Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) (2017), <i>Desarrollo resiliente al clima de los servicios de agua, saneamiento e higiene: relación entre los riesgos y las respuestas: opciones para el desarrollo resiliente al clima del agua, el saneamiento y la higiene</i> , Nota técnica, Luanda, Angola [en línea] https://www.gwp.org/globalassets/global/about-gwp/publications/unicef-gwp/gwp-unicef-linking-risk-with-response-sp.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019c), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 5. Estudios técnicos para proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento: topografía y mecánica de suelos</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro5.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019d), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 6. Estudios técnicos para proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento: diseño estructural</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro6.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019e), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 7. Obras de captación superficiales</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro7.pdf .
	Water Aid (2013), <i>Protection of spring sources</i> , Water Aid America [en línea] https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/WATERAID%202013.%20Protection%20of%20spring%20sources.pdf .
Normativa	World Water Assessment Programme (WWAP) (2018), <i>Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2018: soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua</i> , París, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) [en línea] https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261494 .
	Costa Rica, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2017), "Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial", <i>Alcance</i> , N° 227, <i>La Gaceta</i> , N° 180, y <i>Alcance</i> , N° 39, <i>La Gaceta</i> , N° 38, 22 de septiembre de 2017, y 24 de febrero de 2021 [en línea] https://faolex.fao.org/docs/pdf/cos208343.pdf .
	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) (1997), <i>Normas técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negras</i> , San Salvador, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados-Gerencia Técnica.
	Instituto de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) (2018), <i>Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro-sanitario del INAPA (DIG-PO-001)</i> , Santo Domingo, República Dominicana, Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados-Dirección de Ingeniería [en línea] https://www.inapa.gob.do/phocadownload/Proyectos/Reglamentos_y_requerimientos_de_proyectos/ReglamentoTecnicoParaDisenoDeObrasElstalizacionesHidroSanitarias.pdf .
	Ecuador, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (2003), <i>Guías técnicas para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de agua potable y saneamiento</i> , Quito, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda/Subsecretaría de Agua Potable y Saneamiento Básico [en línea] http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Enero2004/pdf/spa/doc14793/doc14793.pdf .

3. Extracción de aguas subterráneas

Extracción de aguas subterráneas		Pozos profundos, manantiales								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas								
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas		
Técnicos	Determinar el método de perforación para las condiciones específicas del lugar (geológicas, prácticas como profundidad, diámetro, tipo de formación del terreno, requerimientos sanitarios, uso del pozo. Iniciar con una perforación exploratoria (8" a 12") para recabar información de condiciones hidrogeológicas locales, realizar pruebas preliminares de productividad (de forma preliminar, determinar el caudal del que puede aportar). Para el diseño del pozo, determinar y dimensionar: profundidad del pozo, diámetro y material de ademe; diámetro, material y apertura del cedazo; tipo de filtro y su protección sanitaria.	Construcción de pozo exploratorio para aumentar la certidumbre del emplazamiento del pozo, con la información que se pueda obtener de las características del acuífero, la profundidad del nivel estático (determinar el costo del bombeo), la calidad del agua.	*		*		*			
	El pozo debe terminarse después de la fase exploratoria con el entubado (ademe), engravado, cementación, limpieza y remoción del sedimento, arena fina y otros materiales, así como la desinfección del mismo pozo. Realizar pruebas de aforo y de bombeo.	La perforación debe ser recta y tener la profundidad y el diámetro adecuados en función de las variaciones estacionales e interestacionales. Ambos factores influyen en el rendimiento y la eficiencia del bombeo y en la longevidad de los componentes de la bomba.	*		*		*			
	Instalación de materiales apropiados (filtro, revestimiento y sello sanitario).	Instalación de materiales apropiados (filtro, revestimiento y sello sanitario).	*		*		*			
	Perforación de pozos a distancias.	Perforación de pozos a distancias.								
	El pozo debe terminarse después de la fase exploratoria con el entubado (ademe), engravado, cementación, limpieza y remoción del sedimento, arena fina y otros materiales, así como la desinfección del mismo pozo. Realizar pruebas de aforo y de bombeo.	Determinar la frecuencia de los monitoreos de calidad del agua ante la vulnerabilidad de la zona.	*				*			
	Instalación de dispositivos para la medición directa del caudal instantáneo de un pozo profundo. Determinar el tipo de equipo de bombeo para el pozo en específico: considerar el rendimiento del pozo, el tipo de energía disponible, la profundidad al nivel de bombeo y la carga total, precio y costo de operación, disponibilidad de piezas de	Prever que las fuentes contaminantes estén alejadas de la zona de extracción de agua como zonas agrícolas o industriales y tuberías de drenaje sanitario. De igual forma proceder en las zonas rurales cuando se carece de sistemas de saneamiento básico, así como el saneamiento de los desarrollos pecuarios.	*		*		*			
		Analizar el diámetro, espesor y material del ademe que colocar, así como los filtros anexos para dar mayor vida útil al pozo.	*				*			

Extracción de aguas subterráneas								
Pozos profundos, manantiales								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
Técnicos	<p>repuesto y servicio de mantenimiento.</p> <p>Es relevante conocer el potencial de aprovechamiento del manantial. La medición del caudal se realiza mediante la instalación de vertedores en la salida de un depósito en el que descarga el manantial.</p> <p>Cuando existan varios manantiales en la zona, se captarán de forma individual y se dirigirán a un cárcamo.</p> <p>La caja de captación de un manantial no debe disminuir la eficiencia del manantial. Los manantiales son utilizados en las zonas rurales y, en su caso, en las zonas urbanas para dotar de agua a pequeñas áreas. Los pozos profundos son perforados tanto en las zonas rurales para dotar de agua a localidades como en las zonas urbanas. En una zona urbana, por lo general, se perfora una batería de pozos cuando es un proyecto grande de dotación de agua.</p>	<p>Verificar la protección sanitaria como: el entubamiento del pozo debe rebasar como mínimo 61 cm (24 pulgadas) de la plantilla del terreno; construir sobre la superficie una placa de concreto de 10 cm de espesor, de 60 x 60 cm, con ligera inclinación para drenar fugas del pozo; colocar dren alrededor de la placa de concreto, el cual debe descargar a distancia del pozo; colocar un sello en la parte superior para evitar entrada de contaminantes.</p>	*		*		*	
	<p>Al terminar el pozo, la altura del ademe sobre la superficie del terreno tiene que estar 61 cm (24 pulgadas) encima del nivel máximo de inundación registrado durante los últimos 100 años y contar con pendiente hacia afuera del pozo.</p>	*	*	*				
	<p>Colocar equipo electromecánico a una altura mínima de 1,20 m o a una altura mayor que el máximo nivel alcanzado por el agua.</p>	*	*	*				
	<p>Construir muros de contención alrededor de las bombas centrífugas.</p>	*	*	*				
	<p>Sustituir bombas centrífugas por bombas sumergibles.</p>	*	*	*				
	<p>El equipamiento adicional albergarlo en una sala de control eléctrico, en un cuarto de cemento aislado y con protección para evitar el ingreso de agua de inundación.</p>	*	*	*	*			
	<p>Adaptar las estructuras para que puedan soportar huracanes o terremotos más fuertes (casa de bombas de concreto reforzado, cobertizos para generadores y cobertizos para cloradores).</p>	*	*	*	*		*	*
	<p>Construir muros de contención alrededor de las bombas centrífugas y las salas de control eléctrico para evitar la entrada de aguas de inundación.</p>	*	*	*				

Extracción de aguas subterráneas		Pozos profundos, manantiales							
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas							
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequias, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas	
Técnicos	Incluir una planta de emergencia para sustituir el flujo de energía eléctrica en caso de pérdida.	*	*	*	*	*	*	*	
	Analizar la ubicación del manantial para evitar interrupciones en el flujo de agua hacia el manantial.	*		*			*	*	
	Adaptar las estructuras para que puedan soportar eventos mayores o catastróficos.	*	*	*	*		*	*	
	Ante manantiales a cielo abierto, construcción de estructura para evitar la contaminación del agua. Y la instalación de una bomba para la extracción de agua.	*	*	*	*		*	*	
	La caja de captación se puede estructurar basándose en materiales del lugar; para obtener el precio más económico, y considerando la resistencia de estos (muros de mampostería, piedra, tabique aplanado o concreto reforzado).	*	*			*			
	Dar mantenimiento a las estructuras de las fuentes de captación como drenajes perimetrales, techos, entre otros.	*	*	*					
	Las tapas deben ser desmontables para tener acceso a las válvulas (concreto reforzado, lámina, o de losas prefabricadas de concreto presforzado).	*	*	*					
	Evitar la construcción en zonas cercanas a derrumbes o susceptibles a deslizamientos por saturación de humedad del terreno.			*					
	Evitar la construcción de fuentes de aguas subterráneas cercanas a rellenos sanitarios. En caso de la existencia de manantiales cercanos, verificar la calidad del agua y la normatividad ambiental.	*	*	*	*	*	*	*	
	Elevar la infraestructura de protección para evitar la intrusión salina.	*	*						

Extracción de aguas subterráneas									
Pozos profundos, manantiales									
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)		Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
			Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
Tecnológicos	Análisis de la calidad del agua <i>in situ</i> . Realizar estudios geofísicos y geoeléctricos en perforaciones.	Modelación matemática de la zona para monitorear la calidad del agua en el acuífero.	*	*	*	*	*	*	*
		Verificación de la actividad antropogénica para prevenir la contaminación del acuífero (sobre todo en zonas cuya fuente de agua sea única y sean acuíferos libres).	*	*	*	*	*	*	*
		Nuevas tecnologías para la perforación de pozos.	*	*	*	*	*	*	*
		Aplicación de nuevas tecnologías para la rehabilitación de pozos.	*	*	*	*	*	*	*
		Instalación de dispositivos electrónicos para la medición del caudal instantáneo de un pozo.	*	*	*	*	*	*	*
		Sistemas de comunicación y control remoto o SCADA.	*	*	*	*	*	*	*
		Sistemas de alerta temprana.	*	*	*	*	*	*	*
Metodológicos	Recopilar la información existente de la hidrogeología de la zona, estudios geohidrológicos específicos de la zona, datos climatológicos, hidrométricos y de calidad del agua. Cartas geológicas, hidrológicas, topográficas y edafológicas de la región; planos hidrogeológicos. Mapas y fotografías aéreas disponibles. De mayor relevancia, mapas geológicos, hidrogeológicos y topográficos. Realizar técnicas directas de prospección geológica. Disponer del agua de manantial posterior al análisis bacteriológico; si está contaminada, realizar tratamiento previo a su consumo (filtración, desinfección).	La visita de campo se considera un elemento indispensable no solo para la recopilación de información hidrogeológica, sino también para la observación del sitio y de los pozos aledaños y el riesgo del sitio ante diferentes eventos en la construcción de un pozo.	*	*	*	*	*	*	*
		Realizar estudio de calidad del agua como elemento para la selección de tubería.	*	*	*	*	*	*	*
		Realizar monitoreos de calidad del agua.	*	*	*	*	*	*	*
		Asignar fondos de emergencia para trabajos de reparación y para adaptar el servicio después de un evento.	*	*	*	*	*	*	*
		Realizar estudio de mecánica de suelos que indique la capacidad del terreno, posibles fallas geológicas y la estructuración y tipo de cimentación más adecuadas.	*	*	*	*	*	*	*

Extracción de aguas subterráneas								
Pozos profundos, manantiales								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
Metodológicos	Incrementar el presupuesto para trabajar en mantenimiento.	*	*	*	*	*	*	*
	Mantener limpia la zona de afloramiento, realizar el deshierbe, no arrancar árboles ni realizar cortes, solamente limpiar a su alrededor. Construir una cerca para evitar el paso de los animales.	*	*	*	*	*	*	*
	La extracción de agua debe situarse en lugares en los que los recursos hídricos garanticen un suministro fluido y seguro, por lo que se tienen que realizar los estudios necesarios.	*	*	*	*	*	*	*
	Realizar pruebas antes de terminar la obra a fin de evaluar el desempeño de la fuente.	*	*	*	*	*	*	*
	Generar programas de operación y mantenimiento, en los que se incluyan elementos para la prevención y protección de riesgos, así como elementos de seguridad para el personal.	*	*	*	*	*	*	*
	Generar simulacros de presencia de eventos extremos con la finalidad de preparar al personal para la rápida atención de estos.	*	*	*	*	*	*	*
SBN	Cubiertas vegetadas aguas arriba.	*		*	*	*	*	*
	Rehabilitación, restauración de bosques.	*		*	*	*	*	*
	Realizar la construcción de presas de gaviones o zanjas de infiltración para evitar que sedimentos caigan en el manantial.	*		*				
Material de consulta sugerido								
Bibliografía	Organización Panamericana de la Salud (OPS) y otros (2011), <i>Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario</i> , Managua, Organización Panamericana de la Salud (OPS)/Office of U.S. Foreign Disaster Assistance (OFDA)/Department for International Development (DFID)/Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.							
	Autoridad Nacional del Agua (ANA) (2010), <i>Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario</i> , Managua, Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado [en línea] http://www.inaa.gob.ni/node/225 .							

Extracción de aguas subterráneas	
Material de consulta sugerido	
Bibliografía	Global Water Partnership (GWP)/Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) (2017), <i>Desarrollo resiliente al clima de los servicios de agua, saneamiento e higiene. Relación entre los riesgos y las respuestas: opciones para el desarrollo resiliente al clima del agua, el saneamiento y la higiene</i> , Nota técnica, Luanda, Angola [en línea] https://www.gwp.org/globalassets/global/about-gwp/publications/unicef-gwp/gwp-unicef-linking-risk-with-response-sp.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019c), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 5. Estudios técnicos para proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento: topografía y mecánica de suelos</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro5.pdf].
Normativa	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019d), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 6. Estudios técnicos para proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento: diseño estructural</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro6.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019e), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 7. Obras de captación superficiales</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro7.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019f), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 8. Captación por medio de pozos profundos</i> , Ciudad de México, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro8.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019cc), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 40. Rehabilitación de pozos</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro40.pdf .
	Costa Rica, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2017), “Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial”, Alcance, N° 227, <i>La Gaceta</i> , N° 180, y Alcance, N° 39, <i>La Gaceta</i> , N° 38, 22 de septiembre de 2017, y 24 de febrero de 2021 [en línea] https://faolex.fao.org/docs/pdf/cos208343.pdf .
	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) (1997), <i>Normas técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negras</i> , San Salvador, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados-Gerencia Técnica.
	Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) (2018), <i>Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro-sanitario del INAPA (DIG-PO-001)</i> , Santo Domingo, República Dominicana, Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados-Dirección de Ingeniería [en línea] https://www.inapa.gob.do/phocadownload/Proyectos/Reglamentos_y_requerimientos_de_proyectos/ReglamentoTecnicoParaDisenoDeObrasElstalacionesHidroSanitarias.pdf .
	Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica (2011), <i>Código sísmico de Costa Rica 2010</i> , Cartago, Costa Rica, Editorial Tecnológica de Costa Rica [en línea] https://www.codigosismico.or.cr/descargas/CSCR2010.pdf .
Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) (2009), <i>Norma técnica para la perforación de pozos profundos</i> , San Salvador, Plan Hidro 2009/Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados-Gerencia Técnica-Departamento de Normas Técnicas [en línea] https://www.transparencia.gob.sv/institutions/anda/documents/50514/dowload .	

B. Conducción y potabilización

I. Conducción de agua potable

Conducción de agua potable		Conducción por gravedad, conducción por bombeo							
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas							
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas	
Técnicos	Las líneas de conducción llevan el agua desde la captación hasta los tanques de regulación. Esta puede ser por bombeo y gravedad. El bombeo se requiere cuando la elevación del agua de la fuente de abastecimiento es menor que la altura piezométrica requerida en el punto de entrega. En una conducción por gravedad, la elevación del agua en la fuente de abastecimiento es mayor a la altura piezométrica precisada en el punto de entrega.	Las zanjas para la instalación de tuberías deben construirse de forma trapezoidal (taludes), de modo que se eviten al máximo los derrumbes y el riesgo para los trabajadores.	*	*	*				
	Los componentes que considerar son las tuberías, las piezas especiales, las válvulas. En el diseño hidráulico de conducciones a presión, se tiene que considerar las ecuaciones de conservación, las pérdidas de energía por fricción en la conducción y las pérdidas locales en piezas especiales y válvulas (dadas en libros especializados o establecidas por el fabricante). En la selección del material para la construcción de canal no erosionable, elegir elementos de la región que proporcionen mayor resistencia como el concreto, mampostería, acero, hierro fundido, o nuevas tecnologías en materiales plásticos. Colocar estructuras de control (compuertas y vertedores) hacia zonas de desfogue de azolves. Verificar en el diseño las zonas de turbulencias por saltos hidráulicos para reforzar la estructura	En zonas con terreno natural expuesto, una vez completado el relleno de las zanjas de instalación de tuberías, se deben proteger con grama u otro material vegetal.	*	*	*				
		Encofrado de las líneas de conducción en sitios con alta vulnerabilidad.	*	*	*	*		*	
		Usar tuberías de material resistente, en los tramos que deban pasar por áreas de influencia de fallas locales.						*	
		En laderas con mucha pendiente, colocar la tubería en suelo estable. Construir terrazas.	*		*	*		*	*
		Establecer las medidas de operación, mantenimiento y de riesgos antes de que constituyan una amenaza.	*	*	*	*	*	*	*
		Contar con redundancia: dos posibles sistemas de tubería.						*	
		Considerar enterrar la tubería, en lugar de estar expuesta y anclada.	*	*	*	*			
		Elevar las líneas de conducción arriba del nivel de inundación.	*	*					
		Ubicación y alineamiento de líneas de conducción en las márgenes estables de los ríos donde existan formaciones rocosas.	*		*			*	
	Usar tubos y accesorios de una clase mayor que soporten sin problema las presiones (positivas y negativas) que se producen en los transitorios.	*	*	*	*	*	*	*	

Conducción de agua potable									
Conducción por gravedad, conducción por bombeo									
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)		Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
			Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
Técnicos	o la colocación de un tanque amortiguador. Ubicación de la obra de toma calculando el nivel mínimo de la presa. Asegurar que las pendientes del canal proporcionen que el agua fluya de forma correcta, y para evitar azolves. Los sistemas de conducción de agua se aplican tanto en la zona urbana como en la rural. La variación básica es el diámetro de la tubería.	Aseguramiento de los bloques de anclaje y tramos susceptibles en la tubería.			*				
		Realizar el paro de las bombas o el cierre de válvulas lentamente para evitar o disminuir un transitorio.	*	*	*	*	*	*	*
		Instalar plantas de emergencia (combustible fósil) para mantener la operación de bombeo con un sistema eléctrico alterno.	*	*	*	*	*	*	*
		Verificar que los equipos eléctricos estén diseñados para caudales mínimos y no se sobrecalienten y presenten sobreesfuerzo.					*		
		Protección de los equipos de bombeo por incidencias forestales.					*		
		Proteger la línea de conducción en zonas factibles de penetración de raíces de árboles y ruptura de esta con la finalidad de buscar agua.					*		
		Limpieza del acueducto al dejar de funcionar la planta de tratamiento.	*	*	*				*
		Generar programas de operación y mantenimiento, en los que se incluyan elementos para la prevención y la protección de riesgos, así como elementos de seguridad para el personal.	*	*	*	*	*	*	*
		Generar simulacros de presencia de eventos extremos con la finalidad de preparar al personal para la rápida atención de estos.	*	*	*	*	*	*	*
Tecnológicos		Realizar modelación hidráulica del funcionamiento de la línea de conducción.	*		*	*	*	*	*
		Sistemas de comunicación y control remoto o SCADA.	*		*	*	*	*	*
		Instalar sistemas de alarma para evitar que los equipos se sobrecalienten.					*		
		Automatizar el manejo de las bombas.	*		*	*	*	*	*

Conducción de agua potable		Conducción por gravedad, conducción por bombeo							
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas							
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas	
Metodológicos	Diseño del proyecto conforme a la normatividad establecida en el país. En el diseño, considerar el relieve, los suelos y los estudios básicos. Considerar el tamaño de la población y su crecimiento proyectado, topografía, hidrología, mecánica de suelos.	Visitar el sitio para observar, revisar y considerar la ubicación según los flujos de drenaje y posibles afectaciones	*		*				
	En el diseño de la línea de conducción es importante considerar los fenómenos transitorios que puedan ocurrir en las líneas de conducción.	Evaluación de impactos ambientales.	*		*	*	*	*	*
	Considerar la construcción de una línea de conducción a gravedad. En caso de conducción a cielo abierto, analizar las precipitaciones si ocurriesen eventos extremos, para revisar las dimensiones del canal y dejar el bordo libre considerando aumento de volumen de agua, viento, oleaje, rugosidad, ondas de traslación, arrastre de aire, fallas en la operación, abrir y cerrar de compuertas. Revisar el diseño de la capacidad del canal para épocas en que se presenten niveles mínimos de volúmenes de agua en la fuente.	Verificar el mapa de riesgos de la región.	*		*	*	*	*	*
		Realizar estudios geológicos con la finalidad de detectar la existencia de fallas superficiales y especificar riesgos sísmicos y de licuefacción.	*		*	*	*	*	*
		Analizar los “períodos de retorno” para la zona por precipitaciones, áreas y frecuencia de inundación.	*		*	*	*	*	*
		Revisar la topografía de la línea de conducción.	*		*	*	*	*	*
		En el diseño, considerar diferentes accesos a las estructuras a las líneas de conducción.	*		*			*	
		Revisar el uso de juntas flexibles en los tramos en que las tuberías cruzan fallas geológicas, áreas inestables o en transiciones de suelos firmes a suelos inestables.			*			*	*
		Recurrir al uso de accesorios que permitan la flexibilidad de las tuberías al conectarse en elementos de acople rígido (por ejemplo, cajas de válvulas).						*	
		En el diseño del proyecto, hacer un análisis para la instalación correcta de válvulas de limpieza en los puntos bajos.	*		*	*	*	*	*
	Analizar la elección de la tubería para evitar la pérdida de rigidez por las altas temperaturas (tubería y accesorios).					*			
	Verificar las presiones internas para que el diseño permita que no estén por debajo de las permitidas y afecte la distribución.					*			

Conducción de agua potable							
Conducción por gravedad, conducción por bombeo							
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas					
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos
Metodológicos	Revisar el coeficiente sísmico por su influencia en la zona en que se construirá.						*
	En lugares propensos a sismos (alta presencia de sismos), proyectar tubos de material dúctil resistentes a los impactos y con juntas flexibles. En estas zonas, evitar tuberías de asbesto cemento, concreto reforzado o cualquier material con poca flexibilidad.						*
	En la instalación de líneas de conducción, con pendientes pronunciadas, se debe diseñar retenedor de aguas superficiales en las zanjas.			*			
SbN	Manejo de la cuenca para retener y detener el escurrimiento pluvial.	*		*	*	*	*
	Protección estratégica de terrenos.	*		*	*	*	*
	Revegetación (incluye reforestación y conversión forestal).	*				*	
	Restauración de riberas.	*		*			
	Considerar los factores físicos y ambientales, el tipo de cobertura y la ubicación en la microcuenca hidrográfica.	*		*	*	*	*
Material de consulta sugerido							
Bibliografía	Autoridad Nacional del Agua (ANA) (2011), <i>Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario</i> , Managua, Organización Panamericana de la Salud (OPS)/ Office of U.S. Foreign Disaster Assistance (OFDA)/Department for International Development (DFID)/Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.						
	Global Water Partnership (GWP)/Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) (2017), <i>Desarrollo resiliente al clima de los servicios de agua, saneamiento e higiene. Relación entre los riesgos y las respuestas: opciones para el desarrollo resiliente al clima del agua, el saneamiento y la higiene</i> , Nota técnica, Luanda, Angola [en línea] https://www.gwp.org/globalassets/global/about-gwp/publications/unicef-gwp/gwp-unicef-linking-risk-with-response-sp.pdf .						
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019c), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 5. Estudios técnicos para proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento: topografía y mecánica de suelos</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro5.pdf .						

Conducción de agua potable	
Material de consulta sugerido	
Bibliografía	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019d), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 6. Estudios técnicos para proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento: diseño estructural</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro6.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019h), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 10. Conducciones</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro10.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019i), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 11. Fenómenos transitorios en líneas de conducción</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro11.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2013), <i>Manual para el control de inundaciones</i> , Distrito Federal, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General Técnica [en línea] https://backend.aprende.sep.gob.mx/media/uploads/proedit/resources/manual_para_el_contr_d6bbce9f.pdf .
Normativa	Costa Rica, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2017), “Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial”, <i>Alcance</i> , N° 227, <i>La Gaceta</i> , N° 180, y <i>Alcance</i> N° 39, <i>La Gaceta</i> , N° 38, 22 de septiembre de 2017, y 24 de febrero de 2021 [en línea] https://faolex.fao.org/docs/pdf/cos208343.pdf .
	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANANDA) (1997), <i>Normas técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negras</i> , San Salvador, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados-Gerencia Técnica.
	Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) (2018), <i>Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro-sanitario del INAPA (DIG-PO-001)</i> , Santo Domingo, República Dominicana, Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados-Dirección de Ingeniería [en línea] https://www.inapa.gob.do/phocadownload/Proyectos/Reglamentos_y_requerimientos_de_proyectos/ReglamentoTecnicoParaDisenoDeObrasElstalizacionesHidroSanitarias.pdf .
	Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica (2011), <i>Código sísmico de Costa Rica 2010</i> , Cartago, Costa Rica, Editorial Tecnológica de Costa Rica [en línea] https://www.codigosismico.or.cr/descargas/CSCR2010.pdf .

2. Potabilización o desinfección

Potabilización o desinfección		Amenazas						
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor; incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
Técnicos	Ante el aumento de temperatura del agua, revisar las características del compuesto de desinfección para modificar la dosis o, en su caso, no aplicarlo.					*		

Potabilización o desinfección								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos Erupciones volcánicas	
Técnicos	La potabilización del agua depende de la calidad del agua que presenta la fuente de esta, ya sea superficial o subterránea. Para tener agua de calidad se puede requerir solamente desinfectarla o la construcción de una planta de tratamiento. La desinfección permite retirar los patógenos del agua para el consumo del agua, sin que sea tóxica para el ser humano y animales domésticos, y conservando sus propiedades organolépticas.	Aumentar el nivel de químicos ante la turbidez del agua después de fuertes tormentas.	*		*			
	Métodos físicos de desinfección: i) la filtración es la separación física de una mezcla combinada de líquidos y sólidos que pasa a través de un medio poroso en el cual se quedan los sólidos que no traspasan los poros del medio en el que se filtra; ii) la temperatura es un método efectivo para pequeñas cantidades de agua, al hervirla; iii) la radiación (solar y luz UV) es un buen método para desinfección de agua clara; su efectividad disminuye en agua turbia; iv) los procesos electrolíticos consisten en pasar el agua a través de cámaras equipadas con electrodos, donde se aplica una corriente eléctrica. En los procesos químicos se usan los siguientes elementos: yodo, bromo, plata, ozono, cloro. Se utilizan diferentes tipos de tratamiento dependiendo de la calidad del agua superficial. El tratamiento convencional se basa en la coagulación (separación y agregación de partículas en suspensión coloidal; se logra mediante adición de productos químicos), floculación (acumulación de partículas de la coagulación, algunas de estas tienden a precipitarse), sedimentación (retiro de	Construcción de bardas en el contorno para la protección de los equipos y componentes eléctricos y mecánicos.	*	*				
		Considerar la instalación de plantas de emergencia de energía (diésel) para el funcionamiento de la planta de tratamiento ante los daños por un evento extremo.	*	*	*			*
		Protección y elevación de filtros y equipos electromecánicos.	*	*				
		Puertas que obstruyan el paso del agua en edificios y espacios donde se encuentren los equipos electromecánicos.	*	*				
		Tratamiento adicional a la desinfección del agua.	*	*				*
		Impermeabilización de paredes, y sellado de puertas para entrada de agua.	*	*				
		Construir muros de protección.	*	*		*		
		Construir sistema de drenaje alrededor de la planta, canales de evacuación.			*			
		Ante posibles deslizamientos de tierra, construir muros de soporte, forestación de las laderas, apuntalamiento de estructuras existentes.			*	*		
		Protección de tanques de la ceniza con plásticos, estructuras de madera, entre otros.						*
		Colocar un bypass para evitar la entrada de agua con cenizas o de basura en exceso al tren de tratamiento.	*	*				*
		Revisión y protección de los componentes electromecánicos por abrasión ante el exceso de cenizas y/o sedimentos.	*	*	*			*
		Redundancia de componentes y/o procesos.	*	*	*			*

Potabilización o desinfección									
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)		Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
			Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
Técnicos	partículas, flóculos, y elementos en suspensión que por gravedad se precipitan en un tanque), filtración por medio granular (remoción de partículas a través de un medio poroso) y desinfección (eliminación de patógenos que se encuentran en el agua). Los lodos obtenidos del proceso se manejan para hacer su disposición final. Todos estos procesos son llevados a cabo en su transporte mediante bombas y su funcionamiento con equipos electromecánicos.	Instalación de equipos de bombeo de emergencia.	*	*	*			*	
		Prever abastecimiento alternativo en casos de no funcionar la planta ante la emergencia.	*	*	*	*		*	*
		Compra de productos químicos ante el aumento de sedimentos.	*	*	*	*			*
		Manejo y adaptación de los procesos ante el aumento de temperatura.					*		*
		Evitar la instalación de los equipos electromecánicos en sótanos o en niveles más debajo del nivel de aguas registrado en una inundación.	*	*					
		Construcción de casetas de cloración con materiales resistentes de la región (muros, techo).				*		*	*
		Elevar el nivel de la colocación de los equipos electromecánicos.	*	*					
		Generar programas de operación y mantenimiento, en los que se incluyan elementos para la prevención y protección de riesgos, así como elementos de seguridad para el personal de la planta.	*	*	*	*	*	*	*
Tecnológicos		Generar simulacros de presencia de eventos extremos con la finalidad de preparar al personal para la rápida atención de estos.	*	*	*	*	*	*	*
		Modelación de la planta de tratamiento.	*	*	*	*	*	*	*
		Uso de plantas de tratamiento prefabricadas (plantas paquete).	*	*	*	*	*	*	*
		Uso de nanotecnología.	*	*	*	*	*	*	*
		Monitoreo y control de aguas residuales: nuevos sensores, dispositivos de telemetría computarizados y herramientas de análisis de datos.	*	*	*	*	*	*	*
		Aplicaciones móviles para operar SCADA (Control de Supervisión y Adquisición de Datos) para el monitoreo remoto y control de los sistemas de aguas residuales.	*	*	*	*	*	*	

Potabilización o desinfección									
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)		Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
			Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
		Componentes prefabricados.	*	*	*	*	*	*	*
		Automatización de la planta de tratamiento.	*	*	*	*	*	*	*
Metodológicos	Los parámetros de calidad del agua están determinados en cada país conforme a su normatividad correspondiente. En su diseño, se tiene que determinar la vida útil de la planta, la población a la que se surtirá y gasto mínimo y máximo diarios, los límites a los que se ampliará en el futuro, el lugar donde se localizará la planta, los análisis e investigaciones, así como estudios preliminares para la selección del sitio y el tipo de procesos a los que se tiene que someter el agua cruda; además, el financiamiento tanto para su construcción como para su operación y mantenimiento.	Analizar la zona donde se ubicará la planta de tratamiento o sistema de desinfección para conocer las amenazas a las que será vulnerable.	*	*	*	*	*	*	*
		Elaboración de estudios topográficos, de mecánica de suelos, geológicos, de impacto ambiental.	*	*	*	*	*	*	*
		Análisis de los parámetros climáticos de la zona y su comportamiento (precipitación, temperatura, vientos).	*	*	*	*	*	*	*
		Diseñar los procesos para cargas excesivas de sedimentos y cenizas.	*	*	*		*		*
		Diseño de planta cercana a un río con un nivel más alto que las crecientes históricas en el mismo río. Instalar en la parte recta del río, o si se localiza en un trecho curvo, en la parte convexa.	*	*					
		De preferencia, contar con energía eléctrica y fácil acceso al sitio.	*	*	*	*	*	*	*
		Fortalecer el diseño de los filtros en zonas con alta precipitación.	*	*					
		Diseño de las estructuras con sistemas antisísmicos y con materiales propicios.							*
		En la siembra de árboles, colocarlos lejos de las estructuras a fin de evitar su caída sobre estas.					*		
SbN		Manejo de la cuenca para retener y detener el escurrimiento pluvial.	*		*		*		
		Protección estratégica de terrenos.	*		*		*		
		Revegetación (incluye reforestación y conversión forestal).	*		*		*		
		Considerar los factores físicos y ambientales, el tipo de cobertura y la ubicación en la microcuenca hidrográfica.	*		*		*		
		Restauración de riberas.	*		*		*		

Potabilización o desinfección	
Material de consulta sugerido	
Bibliografía	Organización Panamericana de la Salud (OPS) y otros (2011), <i>Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario</i> , Managua, Organización Panamericana de la Salud (OPS)/Office of U.S. Foreign Disaster Assistance (OFDA)/Department for International Development (DFID)/Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.
	Global Water Partnership (GWP)/Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) (2017), <i>Desarrollo resiliente al clima de los servicios de agua, saneamiento e higiene. Relación entre los riesgos y las respuestas: opciones para el desarrollo resiliente al clima del agua, el saneamiento y la higiene</i> , Nota técnica, Luanda, Angola [en línea] https://www.gwp.org/globalassets/global/about-gwp/publications/unicef-gwp/gwp-unicef-linking-risk-with-response-sp.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019c), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 5. Estudios técnicos para proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento: topografía y mecánica de suelos</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro5.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019d), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 6. Estudios técnicos para proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento: diseño estructural</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro6.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019o), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 23. Desinfección para sistemas de agua potable y saneamiento</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro23.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019p), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 24. Diseño de plantas potabilizadoras de tecnología simplificada</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro24.pdf .
A. Mubarak (2020), <i>Water Supply and Waste Water Engineering: Simple Designs</i> , Coimbatore, India, Sri Krishna Printers & Copiers [en línea] https://www.academia.edu/49552383/WATER_SUPPLY_AND_WASTE_WATER_ENGINEERING_Simple_designs .	
Normativa	Costa Rica, Poder Ejecutivo (2015), "Reglamento para la Calidad del Agua Potable", <i>La Gaceta Diario Oficial</i> , 1 de septiembre [en línea] https://aresep.go.cr/images/documentos/AGUA/4.Normativas/ALCA69_01_09_2015.pdf .
	Costa Rica (2018), <i>Reforma y Adición al Decreto Ejecutivo</i> , N° 38924-S del 12 de enero de 2015; Reglamento para la Calidad del Agua Potable, Decreto Ejecutivo, N° 41499-S, 29 de noviembre [en línea] https://aresep.go.cr/images/documentos/AGUA/4.Normativas/Reforma_y_adicion_al_reglamento_para_la_calidad_del_agua_potable.pdf .
	El Salvador, Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica (2018), "Reglamento Técnico Salvadoreño RTS.02.01:14. Agua. Agua de Consumo Humano Requisitos de Calidad e Inocuidad", <i>Diario Oficial</i> , N° 60, t. 419, 4 de abril [en línea] http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/reglamento/rts_calidad_e_inocuidad_del_agua_para_consumo_humano_v1.pdf .
	El Salvador, Ministerio de Salud (2009), "Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08, Agua, agua potable", <i>Diario Oficial</i> , t. 383, N° 109, 12 de junio [en línea] https://cidoc.marn.gob.sv/documentos/norma-salvadorena-obligatoria-nso-13-07-0108-agua-agua-potable-segunda-actualizacion/ .
	Guatemala, Ministerio de Economía (s/f), "Norma técnica guatemalteca (COGUANOR NTG 29001)", <i>Agua para consumo humano (agua potable): especificaciones</i> , Ciudad de Guatemala, Ministerio de Economía/Comisión Guatemalteca de Normas [en línea] http://www.copresam.gob.gt/wp-content/uploads/2021/01/Norma-Tecnica-Guatemalteca-NTG29001.pdf .
	Guatemala, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2009), <i>Manual de Normas Sanitarias que establecen los procesos y métodos de purificación de agua para consumo humano</i> , Acuerdo Ministerial, N° 1148-09, 30 de marzo [en línea] https://ecosistemas.com.gt/wp-content/uploads/2015/07/06-Acuerdo-ministerial-1148-09-Manual-normas-sanitarias.pdf .
Honduras, Ministerio de Salud (1995), <i>Norma Técnica Nacional para la Calidad del Agua Potable</i> , Acuerdo N° 084 del 31 de julio de 1995, Tegucigalpa, Ministerio de Salud/Organización Panamericana de la Salud (OPS)/Comité Técnico Nacional de Calidad del Agua (CTN-CALAGUA-CAPRE) [en línea] https://repositorio.credia.hn/bitstream/handle/123456789/82/Norma%20agua%20potable%20Honduras.pdf?sequence=1&isAllowed=y .	

Potabilización o desinfección	
Material de consulta sugerido	
Normativa	Nicaragua, Consejo de Dirección del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA) (2000), “Normativa General para la Regulación y Control de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitarios. Resolución N° CD-RT-01 I-00. Aprobada el 11 de diciembre de 2000”, <i>La Gaceta Diario Oficial</i> , N° 85, 8 de mayo [en línea] http://ana.gob.ni/sites/default/files/inline-files/RESOLU~I.PDF .
	Autoridad Nacional del Agua (ANA) (2019), <i>Normas de diseño de sistemas de abastecimiento y potabilización del agua</i> , Managua, Autoridad Nacional del Agua.
	Panamá, Ministerio de Comercio e Industrias (2000b), “Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000. Agua. Descarga de Efluentes Líquidos directamente a Cuerpos y Masas de Agua Superficiales y Subterráneas”, <i>Gaceta Oficial</i> , N° 24, I 15, Dirección General de Normas y Tecnología Industrial, 10 de agosto [en línea] https://www.asep.gob.pa/wp-content/uploads/agua/legislacion/dgnti_35-2000.pdf .
	Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL) (1979), <i>NORDOM 39-Agua para Uso Doméstico: muestreo</i> , Santo Domingo, República Dominicana [en línea] https://indocalnormas.gob.do/catalogo/ver/nordom-39-agua-para-uso-dom-stico-muestreo .
	Costa Rica, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2017), “Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial”, <i>Alcance</i> , N° 227, <i>La Gaceta</i> , N° 180, y <i>Alcance</i> , N° 39, <i>La Gaceta</i> , N° 38, 22 de septiembre de 2017, y 24 de febrero de 2021 [en línea] https://faolex.fao.org/docs/pdf/cos208343.pdf .
	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) (1997), <i>Normas técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negras</i> , San Salvador, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados-Gerencia Técnica.
	Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) (2018), <i>Reglamento Técnico para Diseño de Obras e Instalaciones Hidro-sanitario del INAPA (DIG-PO-001)</i> , Santo Domingo, República Dominicana, Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados-Dirección de Ingeniería [en línea] https://www.inapa.gob.do/phocadownload/Proyectos/Reglamentos_y_requerimientos_de_proyectos/ReglamentoTecnicoParaDisenoDeObrasElstalizacionesHidroSanitarias.pdf .
	Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica (2011), <i>Código Sísmico de Costa Rica 2010</i> , Cartago, Costa Rica, Editorial Tecnológica de Costa Rica [en línea] https://www.codigosismico.or.cr/descargas/CSCR2010.pdf .
	El Salvador, Ministerio de Obras Públicas (1997), <i>Norma técnica para diseño por sismo y sus comentarios</i> , San Salvador, Ministerio de Obras Públicas de la República de El Salvador/Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos [en línea] https://iisee.kenken.go.jp/worldlist/17_El_Salvador/El_Salvador_Norma_Tecnica_Para_el_Diseno_por_Sismo_1997.pdf .
	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES) (2018), <i>Normas de seguridad estructural para la República de Guatemala 2018. NSE 2: Demandas estructurales y condiciones de sitio</i> , Ciudad de Guatemala, Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica [en línea] https://conred.gob.gt/normas/NRD1/NSE_2_07112018.pdf .
	Nicaragua, Ministerio de Transporte e Infraestructura (2021), <i>Norma sismorresistente para la ciudad de Managua (ED-MTI 140622)</i> , Managua, Ministerio de Transporte e Infraestructura-Dirección General de Normas Construcción y Desarrollo Urbano [en línea] https://ingenierosestructuralesnicaragua.wordpress.com/tesis/ .
	Panamá, Ministerio de Obras Públicas (2022), “Reglamento para el Diseño Estructural en la República de Panamá”, <i>Gaceta Oficial Digital</i> , Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura, 5 de agosto [en línea] https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/29594_A/92903.pdf .
República Dominicana, Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (2011), <i>Reglamento para el Análisis y Diseño Sísmico de Estructuras (R-001. Decreto N° 201-11)</i> , Santo Domingo, Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones-Dirección General de Reglamentos y Sistemas [en línea] https://www.mopc.gob.do/media/1039/r-001-reglamento-sismico.pdf .	

C. Regulación, distribución y medición

I. Regularización y almacenamiento de agua potable

Regulación y almacenamiento de agua potable								
Tanques de almacenamiento								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
Técnicos	Los tanques son almacenamientos de agua potable en las redes de distribución para asegurar la cantidad y la presión del agua. Se pueden construir tanques enterrados, semienterrados, superficiales, elevados. Y su elección depende de la disponibilidad del terreno, las condiciones topográficas y del material que exista en la región. Tanto en la zona urbana como en la zona rural se utilizan tanques de almacenamiento y regulación. Las dimensiones varían según las necesidades de la zona.	Colocar drenajes pluviales en el perímetro en las áreas donde se ubiquen los tanques de almacenamiento, en especial en zonas de terrenos inestables o elevados.	*		*			
	Considerar obras de rebose, disipadores de energía, drenaje o limpieza para que las aguas no fluyan libremente.		*		*	*	*	*
	Contemplar más de un tanque de almacenamiento en el sistema, en caso de falla de uno de ellos.		*		*	*	*	*
	En la construcción de los techos de los tanques, tomar en cuenta la presencia de mayores cargas por cenizas, arenas, vientos, lluvias, a fin de mejorar su resistencia y evitar fracturas y colapsos.		*		*	*	*	*
	Instalación de tapas y compuertas que permitan el mantenimiento del tanque, ante el ingreso de sedimentos, material granular y líquidos.		*		*			
	En el diseño estructural, tomar en cuenta las técnicas antisísmicas, reforzando los apoyos en tanques elevados. Asegurar el comportamiento elástico (sin fisuras/grietas) en las estructuras que almacenan agua.						*	*
	Instalar conexión flexible/dúctil entre tanque y tubería.		*		*	*	*	*
	Considerar obras de rebose, disipadores de energía, drenaje o limpieza para que las aguas no fluyan libremente.		*		*	*	*	*

Regulación y almacenamiento de agua potable									
Tanques de almacenamiento									
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)		Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
			Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
Técnicos		Los accesos al interior de los tanques y sus respiradores, con cierres herméticos.	*		*	*	*	*	*
		Considerar medidas de seguridad como rejas, alumbrado, portones, alarmas, válvulas y escotillas cerradas.	*		*	*	*	*	*
		Programa de inspección y mantenimiento de tanques de concreto en busca de grietas o manchas de óxido, para realizar las reparaciones pertinentes.	*			*			
		En los tanques elevados, revisar con periodicidad la cimentación (verificar posibles asentamientos).	*		*	*		*	*
		En tanques de acero, cumplir con el mantenimiento preventivo de recubrimiento antióxido.	*		*		*		
Tecnológicos		Selección de tanques prefabricados con mayores elementos tecnológicos para la zona.	*		*	*	*	*	*
		Modelación de tanques para verificar su estructura.	*						
		Modelación de la operación del tanque en la red de distribución.	*		*	*	*	*	*
		Sistemas de comunicación y control remoto o SCADA.	*		*	*	*	*	*
Metodológicos	Los tanques de almacenamiento deberán diseñarse en número y volumen para que en todo tipo sean capaces de suplir las máximas demandas que se presenten durante todo el período de diseño. Deberán estar situados en los sitios más cercanos a la red de distribución, considerando la topografía del lugar y que produzca, en lo posible, presiones uniformes en todos y cada uno de los nudos componentes de la red.	Visita al sitio para observar el lugar donde se realizará la instalación de la red de agua potable y los posibles daños que se tienen que prever.	*		*	*	*	*	*
		Evaluación de impactos ambientales.	*		*	*	*	*	*
		Verificar el mapa de riesgos de la región.	*		*	*	*	*	*
		Realizar estudios geológicos, con la finalidad de observar la existencia de fallas superficiales y especificar riesgo sísmico y de licuefacción y evitar asentamientos diferenciales.	*		*	*	*	*	*

Regulación y almacenamiento de agua potable								
Tanques de almacenamiento								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
Metodológicos	La altura del fondo del tanque debe tener una elevación que, al determinar las pérdidas por fricción a lo largo de las tuberías entre el tanque y el punto más desfavorable en la red, resulte una altura disponible suficiente para entregar la presión requerida.	Reforzar diseño estructural de tanques en caso de sismo con objeto de evitar fallas en la cimentación o en el suelo; en el techo por chapoteo. Y colocación de conexiones flexibles con la tubería. (Considerar en el diseño los valores adecuados para las cargas vivas.)	*	*	*	*	*	*
	Establecer un bordo libre adecuado y considerar en el diseño la fuerza del chapoteo.			*				
	Reforzo en tanques de concreto reforzado, revisión en el cálculo del acero de refuerzo y en la posible separación de la losa de fondo con las paredes.		*	*	*	*	*	*
	En la colocación de tanques en laderas, generar barreras de protección (SbN) para evitar el deslizamiento o aplastamiento.		*	*	*	*	*	*
	Diseñar los elementos complementarios como conexiones, compuertas, tapas de forma hermética para evitar la entrada y contaminación del agua, así como el daño de los componentes electromecánicos.		*	*	*	*	*	*
	Reforzar el diseño estructural de los tanques elevados para evitar el colapso en los soportes o debilitamiento de la cimentación por asentamientos diferenciales.			*	*		*	*
	Protección de tanques en zonas con deslizamientos.						*	*
	Analizar la desconcentración de los tanques de almacenamiento en áreas de alto riesgo.			*			*	*
	En el desarrollo del proyecto, contemplar la instalación de plantas de emergencia de generadores de energía eléctrica con la capacidad necesaria para que pueda operar mientras se restituye el fluido.		*	*	*	*		

Regulación y almacenamiento de agua potable									
Tanques de almacenamiento									
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)		Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
			Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
Metodológicos		Asegurar que exista acceso disponible en caso de inundaciones u otros desastres.	*		*	*		*	*
		Proyectar conexiones flexibles entre bombas, bloques de anclaje, cámaras de succión y tuberías.	*		*	*	*	*	*
		Proteger las instalaciones con un cerco.	*		*				
SbN		Manejo de la cuenca para retener y detener el escurrimiento pluvial.	*		*		*		
		Protección estratégica de terrenos.	*		*		*		
		Revegetación (incluye reforestación y conversión forestal).	*		*		*		
		Considerar los factores físicos y ambientales, el tipo de cobertura y la ubicación en la microcuenca hidrográfica.	*		*		*		
		Reconectar ríos a llanuras de inundación.	*						
		Construcción de humedales.	*						
		Captación de agua.					*		
		Espacios verdes (biorretención e infiltración).	*		*				
	Pavimentos permeables.	*		*		*			
Material de consulta sugerido									
Bibliografía	Organización Panamericana de la Salud (OPS) y otros (2011), <i>Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario</i> , Managua, Organización Panamericana de la Salud (OPS)/Office of U.S. Foreign Disaster Assistance (OFDA)/Department for International Development (DFID)/Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.								
	Global Water Partnership (GWP)/Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) (2017), <i>Desarrollo resiliente al clima de los servicios de agua, saneamiento e higiene: relación entre los riesgos y las respuestas: opciones para el desarrollo resiliente al clima del agua, el saneamiento y la higiene</i> , Nota técnica, Luanda, Angola [en línea] https://www.gwp.org/globalassets/global/about-gwp/publications/unicef-gwp/gwp-unicef-linking-risk-with-response-sp.pdf .								
	World Water Assessment Programme (WWAP) (2018), <i>Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2018: Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua</i> , París, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) [en línea] https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261494 .								

Regulación y almacenamiento de agua potable	
Material de consulta sugerido	
Bibliografía	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019c), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 5. Estudios técnicos para proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento: topografía y mecánica de suelos</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro5.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019d), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 6. Estudios técnicos para proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento: diseño estructural</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro6.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019j), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 12. Diseño de redes de distribución de agua potable</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro12.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2013), <i>Manual para el control de inundaciones</i> , Distrito Federal, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General Técnica [en línea] https://backend.aprende.sep.gob.mx/media/uploads/proedit/resources/manual_para_el_contr_d6bbce9f.pdf .
Normativa	Costa Rica, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2017), “Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial”, <i>Alcance</i> , N° 227, <i>La Gaceta</i> , N° 180, y <i>Alcance</i> , N° 39, <i>La Gaceta</i> , N° 38, 22 de septiembre de 2017, y 24 de febrero de 2021 [en línea] https://faolex.fao.org/docs/pdf/cos208343.pdf .
	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) (1997), <i>Normas técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negras</i> , San Salvador, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados-Gerencia Técnica.
	Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) (2018), <i>Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro-sanitario del INAPA (DIG-PO-001)</i> , Santo Domingo, República Dominicana, Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados-Dirección de Ingeniería [en línea] https://www.inapa.gob.do/phocadownload/Proyectos/Reglamentos_y_requerimientos_de_proyectos/ReglamentoTecnicoParaDisenoDeObrasElstalizacionesHidroSanitarias.pdf .
	Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica (2011), <i>Código sísmico de Costa Rica 2010</i> , Cartago, Costa Rica, Editorial Tecnológica de Costa Rica [en línea] https://www.codigosismico.or.cr/descargas/CSCR2010.pdf .

Distribución de agua potable									
Redes de distribución									
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)		Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
			Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
Técnicos	La red se divide en red primaria y secundaria. La primaria conduce el agua por líneas principales y alimenta a la red secundaria, que distribuye el agua hasta las tomas domiciliarias. Las redes de distribución se colocan tanto en zonas urbanas como rurales.	Utilizar accesorios que permitan la flexibilidad de las tuberías al conectarse en aquellos elementos rígidos tales como caja de válvulas.					*	*	
		En áreas propensas a sismos, colocar tubos de material dúctil, resistentes a los impactos y con juntas flexibles.					*		
		Proteger con grama u otro material vegetal las tuberías enterradas en áreas con terreno natural expuesto.	*		*				
Tecnológicos	Modelación hidráulica.	Modelación hidráulica.	*		*	*	*	*	*
		Delimitación de sectores, zonas o distrito hidrométricos para la mejor operación del sistema.	*		*	*	*	*	*
		Sistemas de comunicación y control remoto o SCADA.	*		*	*	*	*	*
		Detección de fugas con aparatos especializados.	*		*	*	*	*	*
Metodológicos	En el diseño de una red de distribución, deben considerarse los datos básicos de la población que se atenderá, los gastos de diseño (para redes de distribución, se considera el diseño con el gasto máximo horario), los consumos, la proyección de la demanda, las pérdidas físicas del sistema; plano topográfico de la zona en que se realizará la red de distribución, con sus calles, perfiles o cotas de las calles y las características topográficas de la localidad.	Visitar el sitio para observar el lugar donde se realizará la instalación de la red de agua potable y los posibles daños que se tienen que prever.	*		*	*	*	*	*
		Evaluación de impactos ambientales.	*		*	*	*	*	*
		Verificar el mapa de riesgos de la región.	*		*	*	*	*	*
		Realizar estudios geológicos con la finalidad de detectar la existencia de fallas superficiales y especificar riesgos sísmicos y de licuefacción.	*		*	*	*	*	*
		Considerar en el diseño diferentes accesos a las redes de distribución.	*		*	*	*	*	*
		Proponer la ejecución del proyecto de forma modular.	*		*	*	*	*	*
		Revisar el uso de juntas flexibles en los tramos donde las tuberías cruzan fallas geológicas, áreas inestables o en transiciones de suelos firmes a suelos inestables.						*	*

Distribución de agua potable							
Redes de distribución							
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas					
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos
Metodológicos	En el diseño del proyecto, hacer un análisis para la instalación correcta de válvulas de limpieza en los puntos bajos de la red.	*		*			
	Incluir válvulas distribuidas de modo estratégico (conforme a normas aceptadas), de tal forma que las áreas más dañadas puedan ser aisladas con facilidad.	*		*	*	*	*
	En zonas sísmicas, evitar el uso de tuberías de asbesto cemento, concreto reforzado o cualquier otro material de poca flexibilidad.						*
SbN	Manejo de la cuenca para retener y detener el escurrimiento pluvial.	*		*		*	
	Protección estratégica de terrenos.	*		*		*	
	Revegetación (incluye reforestación y conversión forestal).	*		*		*	
	Considerar los factores físicos y ambientales, el tipo de cobertura y la ubicación en la microcuenca hidrográfica.	*		*		*	
	Restauración de riberas.	*		*		*	
Material de consulta sugerido							
Bibliografía	Organización Panamericana de la Salud (OPS) y otros (2011), <i>Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario</i> , Managua, Organización Panamericana de la Salud (OPS)/Office of U.S. Foreign Disaster Assistance (OFDA)/Department for International Development (DFID)/Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.						
	Global Water Partnership (GWP)/Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) (2017), <i>Desarrollo resiliente al clima de los servicios de agua, saneamiento e higiene. Relación entre los riesgos y las respuestas: opciones para el desarrollo resiliente al clima del agua, el saneamiento y la higiene</i> , Nota técnica, Luanda, Angola [en línea] https://www.gwp.org/globalassets/global/about-gwp/publications/unicef-gwp/gwp-unicef-linking-risk-with-response-sp.pdf .						
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019c), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 5. Estudios técnicos para proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento: topografía y mecánica de suelos</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro5.pdf .						

Distribución de agua potable	
Redes de distribución	
Material de consulta sugerido	
Bibliografía	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019d), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 6. Estudios técnicos para proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento: diseño estructural</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro6.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019e), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 7. Obras de captación superficiales</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro7.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019j), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 12. Diseño de redes de distribución de agua potable</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro12.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019k), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 13. Modelación hidráulica y de calidad del agua en redes de distribución</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro13.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019dd), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 42. Mantenimiento y reparación de tuberías y piezas especiales</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro42.pdf].
Normativa	Costa Rica, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2017), “Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial”, <i>Alcance</i> , N° 227, <i>La Gaceta</i> , N° 180, y <i>Alcance</i> , N° 39, <i>La Gaceta</i> , N° 38, 22 de septiembre de 2017, y 24 de febrero de 2021 [en línea] https://faolex.fao.org/docs/pdf/cos208343.pdf .
	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) (1997), <i>Normas técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negras</i> , San Salvador, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados-Gerencia Técnica.
	Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) (2018), <i>Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro-sanitario del INAPA (DIG-PO-001)</i> , Santo Domingo, República Dominicana, Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados-Dirección de Ingeniería [en línea] https://www.inapa.gob.do/phocadownload/Proyectos/Reglamentos_y_requerimientos_de_proyectos/ReglamentoTecnicoParaDisenoDeObrasElstalizacionesHidroSanitarias.pdf .
	Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica (2011), <i>Código sísmico de Costa Rica 2010</i> , Cartago, Costa Rica, Editorial Tecnológica de Costa Rica [en línea] https://www.codigosismico.or.cr/descargas/CSCR2010.pdf .

3. Medición de consumos

		Medición								
		Macromedidores, micromedidores								
		Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						Erupciones volcánicas	
			Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos		
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)										
Técnicos	La medición de los volúmenes tanto de agua potable como de agua residual es de vital importancia tanto para el diseño de la infraestructura como para la administración del agua en los sistemas. La macromedición mide el volumen de agua que se obtiene de una fuente de abastecimiento tanto superficial como subterránea (río, lago, presa, pozos, manantiales, entre otros). La micromedición mide los consumos de los usuarios.	Instaurar la medición de agua y control de tarifas para la reducción del consumo.					*			
		Ante el aumento de temperatura, revisar y, en su caso, reinstalar los sistemas de medición dañados.					*			
		Muros protectores de los sistemas de medición de producción para evitar su daño o arrastre.	*	*	*					
		Protección de los macromedidores en sus conexiones con la tubería.	*	*						
		Verificación de los micromedidores ante el aumento de temperatura.					*			
		Generar programas de operación y mantenimiento, en los que se incluyan elementos para la prevención de riesgos y la protección ante estos, así como elementos de seguridad para el personal.	*	*	*	*	*	*	*	*
		Generar simulacros de presencia de eventos extremos con la finalidad de preparar al personal para la rápida atención de estos.	*	*	*	*	*	*	*	*
Tecnológicos	Diversidad de elementos tecnológicos en el uso de los medidores.	Sistemas de agua inteligentes.	*	*	*	*	*	*	*	
		Medidores digitales.	*	*	*	*	*	*	*	
		Medición automatizada.	*	*	*	*	*	*	*	
Metodológicos	Algunos elementos para la definición del medidor de agua correcto son: i) el costo de acuerdo con la precisión requerida (costo del aparato, instalación, calibración; es importante amortizar el costo del medidor durante la vida útil de este); ii) características del fluido que se medirá, y iii) ubicación del medidor conforme a la distancia de bombas, válvulas, codos y tuberías. Todo esto, con la finalidad de tener flujo en condiciones de estabilidad que posibiliten la medición de este de modo correcto.	Considerar el número de eventos extremos para la instalación del medidor adecuado en la zona.								
		Análisis de la calidad del agua para la selección del medidor.	*	*	*	*	*	*	*	

Medición							
Macromedidores, micromedidores							
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas					
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos
SbN	Manejo de la cuenca para retener y detener el escurrimiento pluvial.	*		*		*	
	Protección estratégica de terrenos.	*		*		*	
	Revegetación (incluye reforestación y conversión forestal).	*		*		*	
	Considerar los factores físicos y ambientales, el tipo de cobertura y la ubicación en la microcuenca hidrográfica.	*		*		*	
	Restauración de riberas.	*		*		*	
Material de consulta sugerido							
Bibliografía	Organización Panamericana de la Salud (OPS) y otros (2011), <i>Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario</i> , Managua, Organización Panamericana de la Salud (OPS)/Office of U.S. Foreign Disaster Assistance (OFDA)/Department for International Development (DFID)/Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.						
	Global Water Partnership (GWP) y Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) (2017), <i>Desarrollo resiliente al clima de los servicios de agua, saneamiento e higiene. Relación entre los riesgos y las respuestas: opciones para el desarrollo resiliente al clima del agua, el saneamiento y la higiene</i> , Nota técnica, Luanda, Angola [en línea] https://www.gwp.org/globalassets/global/about-gwp/publications/unicef-gwp/gwp-unicef-linking-risk-with-response-sp.pdf .						
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019e), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 7. Obras de captación superficiales</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro7.pdf .						
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019g), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 9. Sistemas de medición del agua: producción, operación y consumo</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro9.pdf .						
Normativa	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) (1997), <i>Normas técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negras</i> , San Salvador, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados-Gerencia Técnica.						
	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) (2007), <i>Propuesta de medidores individuales en condominios</i> , aprobada por la Junta de Gobierno en Acta N° 2095, Punto XI, del 6 de junio de 2007, San Salvador, Dirección Técnica [en línea] https://www.transparencia.gob.sv/institutions/anda/documents/50517/download .						
	Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica (2011), <i>Código sísmico de Costa Rica 2010</i> , Cartago, Costa Rica, Editorial Tecnológica de Costa Rica [en línea] https://www.codigosismico.or.cr/descargas/CSCR2010.pdf .						

Medición	
Macromedidores, micromedidores	
Material de consulta sugerido	
Normativa	Costa Rica, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2017), "Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial", <i>Alcance</i> , N° 227, <i>La Gaceta</i> , N° 180, y <i>Alcance</i> , N° 39, <i>La Gaceta</i> , N° 38, 22 de septiembre de 2017, y 24 de febrero de 2021 [en línea] https://faolex.fao.org/docs/pdf/cos208343.pdf .
	Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) (2018), <i>Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro-sanitario del INAPA</i> (DIG-PO-001), Santo Domingo, República Dominicana, Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados-Dirección de Ingeniería [en línea] https://www.inapa.gob.do/phocadownload/Proyectos/Reglamentos_y_requerimientos_de_proyectos/ReglamentoTecnicoParaDisenoDeObrasElstalacionesHidroSanitarias.pdf .

4. Gestión comercial

Gestión comercial		Amenazas						
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
		Técnicos	Los procesos en la gestión comercial como son el balance de agua, el padrón de usuarios, los sistemas de medición de consumos, el sistema de pago y la tarificación, así como el resguardo de herramientas, equipo y materiales, se realizan en edificaciones. Estas edificaciones son las oficinas de administración, las áreas para control de operación y mantenimiento, así como bodegas para equipo, suministros, entre otros. De igual forma, se tienen los espacios para el resguardo de vehículos de trabajo y algún tipo de maquinaria especializada. Se aplica tanto para zonas rurales como urbanas.	En caso de edificaciones existentes, construir muros de contención que las protejan de inundaciones o deslizamientos de tierras.	*		*	
Promover el ahorro energético, uso de energías renovables.						*		
Uso eficiente del agua, reciclaje de aguas grises y negras tratadas.						*		
Revisar las condiciones de los materiales utilizados en la construcción por posible deterioro ante eventos extremos.			*		*	*	*	*
Considerar tener plantas de emergencia para los cortes de luz, para la infraestructura de agua y saneamiento y para las edificaciones.								
Construir nuevas instalaciones resilientes al clima.			*		*	*	*	*
Considerar otras instalaciones si el reacondicionamiento no es posible.			*		*	*	*	*
Tecnológicos	Soportes informáticos de toda la información del organismo operador.	*		*			*	*
	Licencias de <i>software</i> soportados en la nube para su instalación en caso de pérdida.	*		*			*	*

Gestión comercial									
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas							
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor; incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas	
Metodológicos	En la construcción de edificios y bodegas, así como estacionamientos, se considera la normatividad del país.	Considerar las recomendaciones establecidas en las normas por país para la construcción de nuevas edificaciones en lugares vulnerables ante amenazas de eventos extremos.	*		*	*	*	*	*
	Revisar las condiciones actuales de los predios para observar posibles amenazas en la zona ante eventos extremos.		*		*	*	*	*	*
	Considerar el diseño de edificaciones verdes, sostenibles o bioclimáticas.					*			
	Realizar los estudios de mecánica de suelos, topografía donde se construirá la infraestructura.		*		*	*	*	*	*
	Considerar la elevación de las edificaciones en zonas de inundación.		*						
	Realizar los proyectos de las edificaciones de acuerdo con las normas para sismos.					*		*	*
	Supervisar la construcción de las obras conforme al diseño autorizado.		*		*	*	*	*	*
	Elaborar un plan de prevención de riesgos para todo el sistema de agua, alcantarillado y saneamiento (urbano y rural). Considerar las edificaciones a su cargo y la infraestructura.		*		*	*	*	*	*
SbN	Protección estratégica de terrenos.		*			*	*	*	*
	Revegetación (incluye reforestación y conversión forestal).		*		*				
	Retardadores pluviales en edificios, recolección de agua de lluvia.		*			*			
	Jardines de lluvia.		*						
	Canalización, camellones verdes.		*			*			
	Techos verdes, muros vegetales.		*			*			
	Recolección de agua para riego de áreas comunes.					*			
	Adoquines para infiltración.		*						
	Alcorques estructurales.		*						

Gestión comercial							
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas					
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor; incendios forestales	Sismos
	Considerar los factores físicos y ambientales, el tipo de cobertura y la ubicación en la microcuenca hidrográfica.	*		*		*	
Material de consulta sugerido							
Bibliografía	Organización Panamericana de la Salud (OPS) y otros (2011), <i>Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario</i> , Managua, Organización Panamericana de la Salud (OPS)/Office of U.S. Foreign Disaster Assistance (OFDA)/Department for International Development (DFID)/Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.						
	M. Winograd y otros (s/f), <i>Soluciones basadas en la naturaleza para ciudades de América Latina y el Caribe: guía metodológica. Guía práctica para la identificación, diseño, implementación y monitoreo de las soluciones basadas en la naturaleza (SbN) para las ciudades de América Latina y el Caribe</i> , City Adapt/ONU Programa para el Medio Ambiente/GEF [en línea] https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2021/06/CityAdapt-Guias-Sbn-Completas.pdf .						
	Global Water Partnership (GWP)/Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) (2017), <i>Desarrollo resiliente al clima de los servicios de agua, saneamiento e higiene. Relación entre los riesgos y las respuestas: opciones para el desarrollo resiliente al clima del agua, el saneamiento y la higiene</i> , Nota técnica, Luanda, Angola [en línea] https://www.gwp.org/globalassets/global/about-gwp/publications/unicef-gwp/gwp-unicef-linking-risk-with-response-sp.pdf .						
Normativa	Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica (2011), <i>Código sísmico de Costa Rica 2010</i> , Cartago, Costa Rica, Editorial Tecnológica de Costa Rica [en línea] https://www.codigosismico.or.cr/descargas/CSCR2010.pdf .						
	El Salvador, Ministerio de Obras Públicas (1997), <i>Norma técnica para diseño por sismo y sus comentarios</i> , San Salvador, Ministerio de Obras Públicas de la República de El Salvador/Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos [en línea] https://iisee.kenken.go.jp/worldlist/17_El_Salvador/El_Salvador_Norma_Tecnica_Para_el_Diseño_por_Sismo_1997.pdf .						
	El Salvador, Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano (1996), "Decreto N° 105, Reglamento para la Seguridad Estructural de las Construcciones", <i>Diario Oficial</i> , N° 204, t. 333, 30 octubre [en línea] https://www.jurisprudencia.gob.sv/DocumentosBodega/D/2/1990-1999/1996/10/89243.PDF .						
	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES) (2018), <i>Normas de seguridad estructural para la República de Guatemala 2018, NSE 2: Demandas estructurales y condiciones de sitio</i> , Ciudad de Guatemala, Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica [en línea] https://conred.gob.gt/normas/NRD1/NSE_2_07112018.pdf .						
	Colegio de Ingenieros Civiles de Honduras (2008), <i>Código Hondureño de Construcción: normas técnicas (CHOC-08)</i> , Tegucigalpa [en línea] https://www.udocz.com/apuntes/36320/codigo-hondureno-de-construccion-choc .						
	Nicaragua, Ministerio de Transporte e Infraestructura (2007), <i>Reglamento Nacional de Construcción RNC-07</i> , Dirección General de Normas de Construcción y Desarrollo Urbano [en línea] https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/rnc-2007.pdf .						
	Nicaragua, Ministerio de Transporte e Infraestructura (2021), <i>Norma sismorresistente para la ciudad de Managua (ED-MTI 140622)</i> , Managua, Ministerio de Transporte e Infraestructura-Dirección General de Normas Construcción y Desarrollo Urbano [en línea] https://ingenieriosestructuralesnicaragua.wordpress.com/tesis/ .						

Gestión comercial	
Material de consulta sugerido	
Normativa	Panamá, Ministerio de Obras Públicas (2022), “Reglamento para el Diseño Estructural en la República de Panamá”, Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura, <i>Gaceta Oficial Digital</i> , 5 de agosto 5 [en línea] https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/29594_A/92903.pdf .
	República Dominicana, Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (2011), <i>Reglamento para el Análisis y Diseño Sísmico de Estructuras</i> (R-001. Decreto N° 201-11), Santo Domingo, Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones-Dirección General de Reglamentos y Sistemas [en línea] https://www.mopc.gob.do/media/1039/r-001-reglamento-sismico.pdf .

III. Fichas técnicas para alcantarillado, tratamiento y reúso de aguas residuales

A. Captación, conducción y tratamiento

I. Captación de aguas residuales

Captación de aguas residuales								
Alcantarillado convencional, alcantarillado simplificado, alcantarillado condominal, alcantarillado no convencional								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
Técnicos	El sistema de alcantarillado está compuesto por una serie de tuberías y sus estructuras complementarias para incorporar, transportar y llevar las aguas residuales y los escurrimientos de las lluvias a plantas de tratamiento de aguas residuales para su depuración. Los alcantarillados pueden ser sanitarios, pluviales o mixtos. Los sistemas de alcantarillado están compuestos por atarjeas, pozos de visita, sifones; en la conducción, los colectores, interceptores y emisores, hasta la planta de tratamiento.	En zonas expuestas a desastres naturales conocidos, reforzar la construcción de los sistemas de alcantarillado.	*		*	*	*	*
	Las atarjeas recogen el agua de los inmuebles a través del albañal y la llevan a colectores y emisores; los pozos de visita se construyen para el reconocimiento de la tubería, su aireación, limpieza y mantenimiento. Es importante su colocación en los cruceros, en sitios donde exista cambio de dirección y pendiente, así como para la separación de tramos que superen los largos permitidos; los sifones se colocan para franquear estructuras limitantes como cauces, líneas férreas, entre otras.	En la instalación, verificar la hermeticidad de la tubería mediante pruebas. Supervisar las pruebas.	*		*	*	*	*
		Incrementar el mantenimiento de los sistemas de alcantarillado.						
		Elevar y proteger con estructuras los equipos mecánicos y eléctricos en instalaciones de rebombeo.	*		*			
		Aumentar la capacidad del sistema de drenaje en zonas vulnerables.	*					
		Utilizar materiales resistentes a la corrosión e impermeables.	*					
		Programa permanente de operación y mantenimiento de sistema de alcantarillado.	*		*	*	*	*
	Verificar la ubicación de las redes de alcantarillado con las líneas de agua potable para asegurar que no exista posibilidad de contaminación de agua potable en cruces y pozos de visita.	*		*	*	*	*	

Captación de aguas residuales								
Alcantarillado convencional, alcantarillado simplificado, alcantarillado condominal, alcantarillado no convencional								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
Técnicos	Es indispensable tener el certificado de hermeticidad de las tuberías, así como verificar esta después de su instalación.	Todas las tuberías de alcantarillado deben pasar por debajo de la red de agua potable.						
	Entre los sistemas convencionales, se contempla el alcantarillado sanitario y pluvial o el combinado cuando se considera el transporte de agua residual doméstica, comercial e industrial, así como la de lluvia. Existe el sistema de alcantarillado simplificado, en el que, al disponer de mejores equipos de mantenimiento, se pueden reducir los diámetros y el número de pozos de visita. El alcantarillado condominal toma el agua residual de un grupo de viviendas y lo conduce a un sistema de alcantarillado convencional.	Reforzar las juntas y las uniones de las tuberías de alcantarillado y evitar que con fugas se contamine el agua potable.	*		*	*	*	*
	Los sistemas no convencionales consideran solamente la conducción del agua residual, y se diferencian según su tecnología. Entre los sistemas no convencionales, se pueden mencionar las redes de alcantarillado sin arrastre de sólidos (RASAS), el alcantarillado por vacío (SAV), el alcantarillado por presión (SAP). Se recomienda este tipo de alternativas cuando en el alcantarillado convencional los costos de construcción superan los costos de construcción y mantenimiento de un sistema alternativo, cuando la topografía del terreno no permite otro tipo de alcantarillado, cuando las condiciones del suelo no permitan la estabilidad de la red por hundimientos, cuando se pueda cobrar por el saneamiento en la zona donde se va instalar. Verificar la hermeticidad de las tuberías instaladas.	Uso de sistemas de medición específicos para la detección de gases que se modifiquen por los eventos extremos.	*			*		
	La captación de aguas residuales se utiliza tanto en zonas urbanas como en comunidades rurales.	Evitar que los escurrimientos superficiales pasen donde se ubique un pozo de visita. Si este fuese el caso, colocar tapas sanitarias herméticas.	*					
		Verificar los materiales de construcción de los pozos de visita. Al estar semienterrados en zonas sísmicas pueden sufrir grietas en los muros, piso o en la entrada y salida de las tuberías.					*	*
		No abrir los pozos de visita durante una inundación o deslizamiento de tierra para evitar azolvamiento y obstrucciones en las tuberías.	*		*			

Captación de aguas residuales									
Alcantarillado convencional, alcantarillado simplificado, alcantarillado condominal, alcantarillado no convencional									
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas							
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas	
Tecnológicos	Modelación para diseño y operación de sistemas de alcantarillado.	*		*	*	*	*	*	
	Modelación de la cuenca y modelos hidrológicos para conocer el pronóstico de captación de lluvia y estimación de caudales máximos para eventos extremos de la zona en caso de alcantarillado combinado.	*							
	Nuevas estructuras previamente construidas en fábrica.	*		*	*	*	*	*	
	Instrumentos automatizados que puedan detectar la presencia de gases.	*		*	*	*	*	*	
	Uso de cámaras de inspección.						*	*	
	Bombeo con sistemas con tecnología de punta.	*		*	*	*	*	*	
	Sistemas de comunicación y control remoto o SCADA.	*		*	*	*	*	*	
	Instalación de sistemas de alerta temprana.	*		*	*		*	*	
Metodológicos	En función de la topografía del sitio, del tamaño del sistema y de las condiciones económicas se hace la elección del sistema de alcantarillado. Un sistema combinado (aguas residuales y aguas pluviales) puede ser económico en su momento; sin embargo, el manejo y el costo del tratamiento pueden aumentar. En el diseño de la red de alcantarillado se debe verificar que la tubería sea resistente a diferentes cargas como el relleno del terreno, las cargas temporales, así como el tránsito vehicular.	Realizar los estudios previos de topografía y mecánica de suelos para conocer el sitio.	*		*	*	*	*	*
	Conocer los mapas de amenazas y riesgos de la zona ante eventos extremos.	*		*	*	*	*	*	*
	Conocer la geología de la zona.	*		*	*	*	*	*	*
	Si se realiza alcantarillado mixto, conocer el área de captación y la proyección de lluvias en la zona.	*							
	En el diseño, verificar las velocidades máximas y mínimas en el interior de la tubería.					*			
	Proyectar alcantarillados sanitarios solamente para la recolección de aguas residuales, y no agua pluvial.	*							
	Las tuberías tendrán que contar con un certificado que asegure su hermeticidad de acuerdo con el material utilizado.	*		*	*	*	*	*	*

Captación de aguas residuales								
Alcantarillado convencional, alcantarillado simplificado, alcantarillado condominal, alcantarillado no convencional								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
Metodológicos	En zonas inundables, considerar el uso de tuberías de otros materiales debido a la corrosión del metal y al debilitamiento de las estructuras con el tiempo.	*						
	Considerar el aprovisionamiento de equipos, herramientas y materiales para mantenimiento preventivo y correctivo.	*		*	*		*	*
	Tomar en consideración la colocación de mecanismos (válvulas de derivación) que permitan la derivación de flujos en exceso en los colectores principales del alcantarillado sanitario.	*						
	Realizar estudios que permitan incorporar rutas alternas para llegar a los componentes del sistema de alcantarillado sanitario como tuberías de bombeo o aducción.	*		*	*		*	*
	Diseñar sistemas modulares con objeto de aumentar la carga de las unidades por cortos períodos.	*				*		
	En caso de caudales infiltrados a las redes de drenaje, proyectar las mismas redes para tener suficiente margen de seguridad.	*						
	En zonas con frecuentes sequías, trazar las tuberías con pendientes tales que no disminuya la velocidad permitida al interior de la tubería.					*		
	Cuando las tuberías de alcantarillado (drenajes, colectores, emisores) se dispondrán donde el terreno tenga pendientes muy pronunciadas, verificar que se instalen soportes y medidas que resguarden la tubería.	*		*	*	*	*	*

Captación de aguas residuales								
Alcantarillado convencional, alcantarillado simplificado, alcantarillado condominal, alcantarillado no convencional								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)		Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas					
			Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos
Metodológicos	Garantizar que el diseño cumple con todas las normas de hermeticidad para evitar contaminación de fuentes.	*		*	*	*	*	*
	Usar tuberías de material con resistencias a los chorros de agua que se utilicen en su limpieza.	*		*	*	*	*	*
	Contemplar la existencia mínima de equipos, herramientas y materiales que faciliten la reparación en caso de eventos extremos.	*		*	*	*	*	*
SbN	Para tener menor cantidad de agua pluvial que conducir: pavimentos permeables, jardines de lluvia, jardines de cuenca, pozos y zanjas de infiltración, celdas y cajas reticulares, cunetas vegetadas, humedales urbanos, techos verdes.					*		
	Establecer planicies de inundación.	*						
	Rehabilitación, restauración de bosques, manejo de bosques nativos aguas arriba en la cuenca.	*		*	*	*	*	*
	Estabilizar áreas propensas a deslizamiento de tierra mediante la plantación de árboles.			*				
	Construcción de presas de gaviones aguas arriba para disminuir el transporte de azolves.	*				*		
Material de consulta sugerido								
Bibliografía	Organización Panamericana de la Salud (OPS) y otros (2011), <i>Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario</i> , Managua, Organización Panamericana de la Salud (OPS)/Office of U.S. Foreign Disaster Assistance (OFDA)/Department for International Development (DFID)/Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.							
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019c), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 5. Estudios técnicos para proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento: topografía y mecánica de suelos</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro5.pdf .							

Captación de aguas residuales	
Alcantarillado convencional, alcantarillado simplificado, alcantarillado condominal, alcantarillado no convencional	
Material de consulta sugerido	
Bibliografía	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019d), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 6. Estudios técnicos para proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento: diseño estructural</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro6.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019m), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 20. Alcantarillado sanitario</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro20.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019n), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 21. Sistemas alternativos de alcantarillado sanitario</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro21.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2013), <i>Manual para el control de inundaciones</i> , Distrito Federal, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General Técnica [en línea] https://backend.aprende.sep.gob.mx/media/uploads/proedit/resources/manual_para_el_contr_d6bbce9f.pdf .
Normativa	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) (2014), <i>Normativa para proyectos de alcantarillado condominal</i> , San Salvador, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados [en línea] https://www.transparencia.gob.sv/institutions/anda/documents/I14589/download .
	Costa Rica, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2017), “Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial”, <i>Alcance</i> , N° 227, <i>La Gaceta</i> , N° 180, y <i>Alcance</i> , N° 39, <i>La Gaceta</i> , N° 38, 22 de septiembre de 2017, y 24 de febrero de 2021 [en línea] https://faolex.fao.org/docs/pdf/cos208343.pdf .
	Costa Rica (2007), “Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales N° 33601”, <i>La Gaceta</i> , N° 55, <i>Alcance</i> , N° 8, 19 de marzo [en línea] http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=59524&nValor3=83250 .
	Costa Rica (2021), “Reforma Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales N° 4870-S-MINAE”, <i>La Gaceta</i> , enero 21 [en línea] http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=94734&nValor3=126253&strTipM=TC .
	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) (2004), <i>Norma para regular calidad de aguas residuales de tipo especial descargadas al alcantarillado sanitario</i> , San Salvador, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados-Gerencia Técnica-Departamento de Normas Técnicas [en línea] https://www.anda.gob.sv/index.php/descargas/ .
	El Salvador, Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica (2019), “Reglamento Técnico Salvadoreño RTS13.05.01:18. Aguas residuales. Parámetros de Calidad de Aguas Residuales para Descarga y Manejo de Lodos Residuales”, <i>Diario Oficial</i> , t. 423, N° 79, 2 de mayo [en línea] https://cidoc.marn.gob.sv/documentos/reglamento-tecnico-salvadoreno-aguas-residuales-parametros-de-calidad-de-aguas-residuales-para-descarga-y-manejo-de-lodos-residuales/ .
	Guatemala (2006), <i>Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos</i> , Acuerdo Gubernativo, N° 236-2006, 5 de mayo [en línea] https://www.ecosistemas.com.gt/wp-content/uploads/2015/07/07-Acuerdo-gubernativo-236-2006-Reglamento-descargas-y-reuso.pdf .
	Guatemala, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2016), “Reforma al Acuerdo Gubernativo Número 236-2006 de fecha cinco de mayo del año dos mil seis, Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos (Acuerdo Gubernativo N° 110-2016)”, <i>Diario de Centroamérica</i> , N° 76, 3 de junio [en línea] http://www.infom.gob.gt/archivos/Docs-Pdf/Anexo-Legal/ANEXO_2_Acuerdo%20Gubernativo_110-2016.pdf .
	Honduras, Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (2021a), “Reglamento Nacional de Descargas y Reutilización de Aguas Residuales”, <i>La Gaceta Diario Oficial de la República de Honduras</i> , N° 35,598, 13 de mayo [en línea] https://www.tsc.gob.hn/web/leyes/Acuerdo_Ejecutivo-003-2020.pdf .
Nicaragua (2017), “Reglamento en el que se establecen las disposiciones para el vertido de aguas residuales. Decreto N° 21-2017”, <i>La Gaceta Diario Oficial</i> , N° 229, noviembre 30 [http://legislacion.asamblea.gob.ni/gacetas/2017/11/g229.pdf].	

Captación de aguas residuales	
Alcantarillado convencional, alcantarillado simplificado, alcantarillado condominal, alcantarillado no convencional	
Material de consulta sugerido	
Normativa	Panamá, Ministerio de Comercio e Industrias (2000b), "Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000. Agua. Descarga de Efluentes Líquidos directamente a Cuerpos y Masas de Agua Superficiales y Subterráneas", Dirección General de Normas y Tecnología Industrial, <i>Gaceta Oficial</i> , N° 24,115, 10 de agosto [en línea] https://www.asep.gob.pa/wp-content/uploads/agua/legislacion/dgnti_35-2000.pdf .
	Panamá, Ministerio de Comercio e Industrias (2000c), "Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 39-2000. Agua. Descarga de Efluentes Líquidos directamente a Sistemas de Recolección de Aguas Residuales", <i>Gaceta Oficial</i> , N° 24,115, Dirección General de Normas y Tecnología Industrial (DGNTI)/Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas (COPANIT), 10 de agosto [en línea] https://www.asep.gob.pa/wp-content/uploads/agua/legislacion/dgnti_39-2000.pdf .
	Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL) (1990), <i>NORDOM 436-Aguas Residuales. Requisitos para la prevención y control de la contaminación</i> , Santo Domingo, República Dominicana, Instituto Dominicano para la Calidad [en línea] https://indocalnormas.gob.do/catalogo/ver/nordom-436-aguas-residuales-requisitos-para-la-prevenci-n-y-control-de-la-contaminaci-n .
	Costa Rica, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2017), "Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial", <i>Alcance</i> , N° 227, <i>La Gaceta</i> , N° 180, y <i>Alcance</i> , N° 39, <i>La Gaceta</i> , N° 38, 22 de septiembre de 2017, y 24 de febrero de 2021 [en línea] https://faolex.fao.org/docs/pdf/cos208343.pdf .
	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) (1997), <i>Normas técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negras</i> , San Salvador, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados-Gerencia Técnica.
	Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) (2018), <i>Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro-sanitario del INAPA (DIG-PO-001)</i> , Santo Domingo, República Dominicana, Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados-Dirección de Ingeniería [https://www.inapa.gob.do/phocadownload/Proyectos/Reglamentos_y_requerimientos_de_proyectos/ReglamentoTecnicoParaDisenoDeObrasElstalacionesHidroSanitarias.pdf].

2. Conducción de aguas residuales

Conducción de aguas residuales								
Colectores, interceptores, emisores								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor; incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
Técnicos	Los subcolectores reciben las aguas negras de las atarjeas y se conectan a un colector. Los colectores admiten las aguas residuales de las atarjeas y de los subcolectores, y transportan el agua residual a un interceptor, otro colector, emisor o a la misma planta de tratamiento. Acción de la planta de tratamiento.	En zonas expuestas a desastres naturales conocidos, reforzar la construcción de la conducción de aguas residuales.	*		*	*	*	*

Conducción de aguas residuales								
Colectores, interceptores, emisores								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
Técnicos	Los emisores transportan las aguas residuales provenientes de un colector o de un interceptor a la planta de tratamiento para su depuración. Son diseñados los emisores con el gasto máximo extraordinario, desde el colector a la planta de tratamiento y de esta hasta donde se verterá el agua tratada. Esta infraestructura deberá diseñarse básicamente por gravedad, salvo en espacios donde se requiera bombeo (construcción de estaciones de bombeo; los equipos permitirán aumentar la presión del agua, para subirla de niveles inferiores a niveles con mayor altitud, por ejemplo, emisores a presión). Tal es el caso de subir el agua de un conducto más profundo a otro más superficial, con la finalidad de no construir a profundidades que no sean económicamente viables; trasvasar aguas residuales de una cuenca a otra, y en caso de llevar las aguas residuales a la planta de tratamiento o a otro punto y que la topografía y condiciones específicas lo ameriten. La colocación de los colectores, interceptores y emisores depende básicamente de: la topografía, la configuración de las calles y de los sitios de vertido, y de la ubicación de la planta de tratamiento. La determinación de la tubería que se ha de elegir en el diseño depende de las características de la zona y de las dimensiones de la tubería. Los colectores se construyen tanto en el ámbito urbano como en comunidades rurales cuando se dirigen a una planta de tratamiento o hacia su disposición final cuando no es tratada el agua residual.	En la instalación, verificar la hermeticidad de la tubería mediante pruebas. Supervisar las pruebas.	*		*	*	*	*
	Incrementar el mantenimiento de los sistemas de los colectores y emisores.	*		*	*	*	*	*
	Elevar equipos mecánicos y eléctricos en instalaciones de rebombeo.	*						
	Proteger los equipos mecánicos y eléctricos con estructuras en instalaciones de rebombeo.			*	*		*	*
	Aumentar la capacidad de los colectores y emisores en zonas vulnerables.	*						
	Utilizar materiales resistentes a la corrosión e impermeables.							
	En casos particulares, para fortalecer colectores o emisores, encapsular (o encofrar) la tubería con hormigón armado. Estudios específicos del sitio.	*		*	*		*	*
	Programa permanente de operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado.	*		*	*	*	*	*
	Verificar la ubicación de las redes de alcantarillado con las líneas de agua potable para asegurar que no haya posibilidad de contaminación de agua potable en cruces y pozos de visita.	*		*	*		*	*
	Construcción de cárcamos de bombeo sismorresistentes.			*	*		*	*
	Reforzar las tuberías en pasos como pueden ser cruces de ríos, puentes, cañadas.			*	*		*	*
	Uso de sistemas de medición específicos para la detección de gases en caso de que el personal necesite ingresar a las tuberías.					*		

Conducción de aguas residuales								
Colectores, interceptores, emisores								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
Tecnológicos	Modelación para diseño y operación de sistemas de los colectores junto con el sistema de alcantarillado bajo condiciones de posible presencia de eventos extremos.	*		*	*	*	*	*
	Modelación de la cuenca y modelos hidrológicos para conocer el pronóstico de captación de lluvia y estimación de caudales máximos para eventos extremos de la zona en caso de alcantarillado combinado.	*						
	En la modelación, verificar los impactos que tendrían en el sistema de conducción de aguas residuales lluvias más intensas. Dependiendo de las afectaciones, modificar el diseño.	*						
	Nuevas estructuras previamente construidas en fábrica.	*		*	*	*	*	*
	Instrumentos automatizados que puedan detectar la presencia de gases.	*		*	*	*	*	*
	Uso de cámaras de inspección para verificar el estado de las tuberías de conducción.	*		*				
	Bombeo con sistemas con tecnología de punta.	*				*		
	Sistemas de comunicación y control remoto o SCADA.	*		*	*	*	*	*
	Instalación de sistemas de alerta temprana.	*		*	*		*	*
Metodológicos	En función de la topografía del sitio, del tamaño del sistema y de las condiciones económicas se hace la elección del sistema de alcantarillado y, con ello, el diseño de colectores y emisores hacia la planta de tratamiento. En el diseño de los	Realizar estudios hidrológicos para la cuenca de captación.						
		Realizar los estudios previos de topografía y mecánica de suelos para conocer el sitio.						
		En el diseño, verificar las velocidades.						

Conducción de aguas residuales									
Colectores, interceptores, emisores									
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas							
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas	
Metodológicos	colectores se debe considerar no solo que las tuberías sean resistentes a diferentes cargas como el relleno del terreno, las cargas temporales, así como el tránsito vehicular y confirmar las certificaciones de calidad de las tuberías, sino también que los procesos constructivos sean los adecuados. Los estudios de topografía, mecánica de suelos, hidrológicos son fundamentales para el diseño de estos sistemas.	Proyectar alcantarillados sanitarios solamente para la recolección de aguas residuales, y no agua pluvial.							
	Las tuberías tendrán que contar con un certificado que asegure su hermeticidad de acuerdo con el material utilizado.								
	En zonas inundables, considerar el uso de tuberías de otros materiales debido a la corrosión del metal y el debilitamiento de las estructuras con el tiempo.								
	Considerar el aprovisionamiento de equipos, herramientas y materiales para mantenimiento preventivo y correctivo.								
	Tomar en consideración la colocación de mecanismos (válvulas de derivación) que permitan la derivación de flujos en exceso en los colectores principales del alcantarillado sanitario.								
	Realizar estudios que permitan incorporar rutas alternas para llegar a los componentes del sistema de alcantarillado sanitario como tuberías de bombeo o aducción.								
	Diseñar sistemas modulares con objeto de aumentar la carga de las unidades por cortos periodos.								
	En caso de caudales infiltrados a las redes de drenaje, proyectar las mismas redes para tener suficiente margen de seguridad.								
	En zonas con frecuentes sequías, trazar las tuberías con pendientes tales que se disminuya la velocidad.								

Conducción de aguas residuales								
Colectores, interceptores, emisores								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)		Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas					
			Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos
Metodológicos		Cuando las tuberías de alcantarillado (drenajes, colectores, emisores) serán dispuestas donde el terreno tenga pendientes muy pronunciadas, verificar que se instalen soportes y medidas que resguarden la tubería.						
		Garantizar que el diseño cumple con todas las normas de hermeticidad para evitar contaminación de fuentes.						
		Usar tuberías de material con resistencias a los chorros de agua que se utilicen en su limpieza.						
		Contemplar la existencia mínima de equipos, herramientas y materiales que faciliten la reparación en caso de eventos extremos.						
SbN		Para tener menor cantidad de agua pluvial que conducir: pavimentos permeables, jardines de lluvia, jardines de cuenca, pozos y zanjas de infiltración, celdas y cajas reticulares, cunetas vegetadas, humedales urbanos, techos verdes.	*					
		Establecer planicies de inundación.	*					
		Rehabilitación, restauración de bosques, manejo de bosques nativos aguas arriba en la cuenca.	*		*	*	*	*
		Estabilizar áreas propensas a deslizamiento de tierra mediante la plantación de árboles.			*			
	Construcción de presas de gaviones aguas arriba para disminuir el transporte de azolves.	*				*		

Conducción de aguas residuales	
Colectores, interceptores, emisores	
Material de consulta sugerido	
Bibliografía	Organización Panamericana de la Salud (OPS) y otros (2011), <i>Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario</i> , Managua, Organización Panamericana de la Salud (OPS)/Office of U.S. Foreign Disaster Assistance (OFDA)/Department for International Development (DFID)/Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019c), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 5. Estudios técnicos para proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento: topografía y mecánica de suelos</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro5.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019d), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 6. Estudios técnicos para proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento: diseño estructural</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro6.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019m), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 20. Alcantarillado sanitario</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro20.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2013), <i>Manual para el control de inundaciones</i> , Distrito Federal, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General Técnica [en línea] https://backend.aprende.sep.gob.mx/media/uploads/proedit/resources/manual_para_el_contr_d6bbce9f.pdf .
Normativa	Costa Rica (2007), “Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales N° 33601”, <i>La Gaceta</i> , N° 55, Alcance, N° 8, 19 de marzo 19 [en línea] http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=59524&nValor3=83250 .
	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) (2004), <i>Norma para regular calidad de aguas residuales de tipo especial descargadas al alcantarillado sanitario</i> , San Salvador, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados-Gerencia Técnica-Departamento de Normas Técnicas [en línea] https://www.anda.gob.sv/index.php/descargas/ .
	El Salvador, Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica (2019), “Reglamento Técnico Salvadoreño RTS13.05.01:18. Aguas residuales. Parámetros de Calidad de Aguas Residuales para Descarga y Manejo de Lodos Residuales”, <i>Diario Oficial</i> , t. 423, N° 79, 2 de mayo [en línea] https://cidoc.marn.gob.sv/documentos/reglamento-tecnico-salvadoreno-aguas-residuales-parametros-de-calidad-de-aguas-residuales-para-descarga-y-manejo-de-lodos-residuales/ .
	Guatemala (2006), <i>Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos (Acuerdo Gubernativo N° 236-2006)</i> , 5 de mayo [en línea] https://www.ecosistemas.com.gt/wp-content/uploads/2015/07/07-Acuerdo-gubernativo-236-2006-Reglamento-descargas-y-reuso.pdf .
	Guatemala, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2016), “Reforma al Acuerdo Gubernativo Número 236-2006 de fecha cinco de mayo del año dos mil seis, Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos (Acuerdo Gubernativo N° 110-2016)”, <i>Diario de Centroamérica</i> , N° 76, 3 de junio [en línea] http://www.infom.gob.gt/archivos/Docs-Pdf/Anexo-Legal/ANEXO_2_Acuerdo%20Gubernativo_110-2016.pdf .
	Honduras, Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (2021a), “Reglamento Nacional de Descargas y Reutilización de Aguas Residuales”, <i>La Gaceta Diario Oficial de la República de Honduras</i> , N° 35,598, 13 de mayo [en línea] https://www.tsc.gob.hn/web/leyes/Acuerdo_Ejecutivo-003-2020.pdf .
	Nicaragua (2017), “Reglamento en el que se establecen las disposiciones para el vertido de aguas residuales. Decreto N° 21-2017”, <i>La Gaceta Diario Oficial</i> , N° 229, 30 de noviembre [en línea] http://legislacion.asamblea.gob.ni/gacetitas/2017/11/g229.pdf .
Panamá, Ministerio de Comercio e Industrias (2000b), “Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000. Agua. Descarga de Efluentes Líquidos directamente a Cuerpos y Masas de Agua Superficiales y Subterráneas”, <i>Gaceta Oficial</i> , N° 24,115, Dirección General de Normas y Tecnología Industrial, 10 de agosto [en línea] https://www.asep.gob.pa/wp-content/uploads/agua/legislacion/dgnti_35-2000.pdf .	

Conducción de aguas residuales	
Colectores, interceptores, emisores	
Material de consulta sugerido	
Normativa	Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL) (1990), <i>NORDOM 436-Aguas Residuales. Requisitos para la prevención y control de la contaminación</i> , Santo Domingo, República Dominicana, Instituto Dominicano para la Calidad [en línea] https://indocalnormas.gob.do/catalogo/ver/nordom-436-aguas-residuales-requisitos-para-la-prevenci-n-y-control-de-la-contaminaci-n .
	Costa Rica, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2017), “Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial”, <i>Alcance</i> , N° 227, <i>La Gaceta</i> , N° 180, y <i>Alcance</i> , N° 39, <i>La Gaceta</i> , N° 38, 22 de septiembre de 2017, y 24 de febrero de 2021 [en línea] https://faolex.fao.org/docs/pdf/cos208343.pdf .
	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANANDA) (1997), <i>Normas técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negras</i> , San Salvador, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados-Gerencia Técnica.
	Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) (2018), <i>Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro-sanitario del INAPA (DIG-PO-001)</i> , Santo Domingo, República Dominicana, Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados-Dirección de Ingeniería [en línea] https://www.inapa.gob.do/phocadownload/Proyectos/Reglamentos_y_requerimientos_de_proyectos/ReglamentoTecnicoParaDisenoDeObrasElstalacionesHidroSanitarias.pdf .

3. Tratamiento de aguas residuales

Tratamiento de aguas residuales																						
Tratamiento primario, tratamiento secundario, tratamiento terciario																						
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	<p>Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="7">Amenazas</th> </tr> <tr> <th>Precipitaciones extremas e inundaciones</th> <th>Nivel del mar</th> <th>Movimientos en masa</th> <th>Ráfagas de viento</th> <th>Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales</th> <th>Sismos</th> <th>Erupciones volcánicas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>*</td> <td>*</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Amenazas							Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas	*	*					
Amenazas																						
Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas																
*	*																					
Técnicos	<p>Los principales procesos en el tratamiento de aguas residuales (PTAR) son: i) El tratamiento primario, que consiste en rejillas, desarenadores y la sedimentación (infiltración rápida, infiltración lenta). En esta primera etapa se retienen del agua residual las arenas, las partículas gruesas, los sólidos suspendidos. ii) En el tratamiento secundario se remueve la materia orgánica, y consiste en sistemas de tratamiento biológicos, bioquímicos (biomasa fija: filtro rociador, discos biológicos, filtros anaerobios de flujo</p> <p>Construcción de bardas en el contorno para la protección de los equipos y componentes eléctricos y mecánicos.</p>																					

Tratamiento de aguas residuales								
Tratamiento primario, tratamiento secundario, tratamiento terciario								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
Técnicos	ascendente; biomasa suspendida: lodos activados, zanjas de oxidación, reactores biológicos secuenciales, biorreactores con membrana, reactores anaeróbicos de flujo ascendente, conversión biológica de nutrientes), sedimentación secundaria, procesos fisicoquímicos (filtración de efluentes secundarios, precipitación química de fosfatos, carbón activado), tratamientos extensivos (lagunas aireadas, lagunas facultativas, lagunas anaerobias, humedales artificiales). iii) En el tratamiento terciario se consideran procesos como la desnitrificación-nitrificación, la remoción de fósforo, la coagulación-floculación; con ello se retiran el nitroso, fósforo, materia coloidal. iv) En el tratamiento avanzado, mediante la desinfección (cloración, luz ultravioleta, ozonación) y la oxidación forzada se remueven los patógenos y microcontaminantes. Las plantas de tratamiento de aguas residuales se construyen en las zonas urbanas. Para ámbitos rurales se construyen lagunas de estabilización, humedales artificiales, biofiltración sobre materiales filtrantes orgánicos, biodigestores.	Considerar la instalación de plantas de emergencia de energía (diésel) para el funcionamiento de la PTAR ante los daños por un evento extremo.	*	*	*			*
	Protección y elevación de filtros y equipos electromecánicos.	*	*					
	Puertas que obstruyan el paso del agua en edificios y espacios donde se encuentren los equipos electromecánicos.	*	*					
	Impermeabilización de paredes y sellado de puertas para entrada de agua.	*	*					
	Muros y barreras de contención local.	*	*					
	Construir diques de protección.	*	*	*	*			
	Construir un bypass antes de la entrada al PTAR (y entre los procesos) si existe una gran cantidad de basura y sedimentos que no puede manejar y, por ello, dañe sus componentes al rebasar la capacidad máxima de la planta.	*		*				
	Redundancia de componentes y/o procesos.	*	*	*				*
	Compra de productos químicos ante el aumento de sedimentos.	*	*	*	*			*
	Manejo y adaptación de los procesos biológicos ante el aumento de temperatura.					*		*
	Evitar la instalación de los equipos electromecánicos en sótanos o en niveles más debajo del nivel de aguas registrado en una inundación.	*	*					
	Generar programas de operación y mantenimiento, en los que se incluyan elementos para la prevención y protección de riesgos, así como elementos de seguridad para el personal de la PTAR.	*	*	*	*	*	*	*

Tratamiento de aguas residuales								
Tratamiento primario, tratamiento secundario, tratamiento terciario								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)		Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas					
			Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos
Técnicos		Generar simulacros de presencia de eventos extremos con la finalidad de preparar al personal para la rápida atención de estos.	*	*	*	*	*	*
Tecnológicos		Modelación de PTAR.	*	*	*	*	*	*
		Uso de plantas de tratamiento prefabricadas (plantas paquete).	*	*	*	*	*	*
		Uso de nanotecnología.	*	*	*	*	*	*
		Nuevos desarrollos en los procesos de tratamiento biológico.	*	*	*	*	*	*
		Filtraciones por membrana y biorreactores de membrana.	*	*	*	*	*	*
		Monitoreo y control de aguas residuales: nuevos sensores, dispositivos de telemetría computarizados y herramientas de análisis de datos.	*	*	*	*	*	*
		Aplicaciones móviles para operar SCADA (Control de Supervisión y Adquisición de Datos) para el monitoreo remoto y control de los sistemas de aguas residuales.	*	*	*	*	*	*
		Componentes prefabricados.	*	*	*	*	*	*
Metodológicos	En el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales es importante la consideración de diferentes factores: el agua residual que se tratará, la cantidad y la calidad, el nivel de depuración a obtener, la energía eléctrica que necesita y su disponibilidad en la zona, el terreno disponible para su instalación, la compatibilidad con otros elementos alrededor de su construcción, la huella ambiental en la zona, el manejo de lodos residuales que se produzcan, reúso del agua tratada, y los costos tanto de inversión como de operación y mantenimiento.	Analizar la vulnerabilidad de la PTAR que se decida elegir ante las amenazas que sistemáticamente se presentan en la zona.						
		Considerar estudios topográficos, geológicos y de mecánicas de suelos en detalle. Estudios de impacto ambiental.						
		Realizar análisis hidrológico de la cuenca.						
		Análisis de variables climatológicas de la zona (precipitaciones, temperatura, vientos).						

Tratamiento de aguas residuales							
Tratamiento primario, tratamiento secundario, tratamiento terciario							
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas					
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos
Metodológicos	Ubicar la PTAR con facilidad de acceso a esta y que pueda protegerse de eventos extremos.						
	Considerar las dimensiones del terreno para crecimiento modular.						
	Determinar el rango de temperaturas para evitar dañar los procesos biológicos.						
	En el diseño de la PTAR, garantizar que elementos como puertas enrollables, puertas y ventanas, túneles, pasillos, rejillas, conductos eléctricos y bocas de acceso no sean un acceso de agua en caso de inundaciones a casas de máquinas o espacios donde se localice equipo electromecánico.						
	Proyectar la necesidad de recursos económicos para garantizar el diseño durante su operación y mantenimiento, de forma continua.						
	Diseño de las estructuras con sistemas antisísmicos y con materiales propicios.						
	Revisar el nivel máximo de aguas en el río si se instala una PTAR cerca de él.						
	Integrar, con base en las dimensiones de la planta, comunicación telefónica o por radio entre los diferentes procesos.						
	Diseño estructural de los tanques para evitar asentamientos diferenciales.						
	En zonas de inundación, buscar la instalación de la PTAR en terrenos elevados. En caso contrario, instalarla por lo menos a 30 cm del valor del nivel máximo registrado del río.						
	Ante la siembra de árboles, colocarlos lejos de las estructuras para evitar su caída sobre estas.						

Tratamiento de aguas residuales							
Tratamiento primario, tratamiento secundario, tratamiento terciario							
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas					
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos
SbN	Pavimentos permeables, zanjas de infiltración.	*	*				
	Humedales artificiales.	*	*	*	*	*	*
	Establecer planicies de inundación.	*					
	Rehabilitación, restauración de bosques, manejo de bosques nativos aguas arriba en la cuenca.	*		*	*	*	*
	Estabilizar áreas propensas a deslizamiento de tierra mediante la plantación de árboles.			*			
	Construcción de presas de gaviones aguas arriba para disminuir el transporte de azolves.	*				*	
Material de consulta sugerido							
Bibliografía	Organización Panamericana de la Salud (OPS) y otros (2011), <i>Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario</i> , Managua, Organización Panamericana de la Salud (OPS)/Office of U.S. Foreign Disaster Assistance (OFDA)/Department for International Development (DFID)/Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.						
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019ñ), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 22. Aplicación de fuentes de energía renovable en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro22.pdf .						
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019q), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 25. Introducción al tratamiento de aguas residuales municipales</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro25.pdf .						
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019r), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 26. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: pretratamiento y tratamiento primario</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro26.pdf .						
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019s), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 27. Diseños de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: lagunas de estabilización</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro27.pdf .						
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019t), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 28. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: reactores anaerobios de flujo ascendente</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro28.pdf .						
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019u), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 29. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: filtros anaerobios de flujo ascendente</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro29.pdf .						

Tratamiento de aguas residuales	
Tratamiento primario, tratamiento secundario, tratamiento terciario	
Material de consulta sugerido	
Bibliografía	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019v), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 30. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: humedales artificiales</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro30.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019w), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 31. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: zonas rurales, periurbanas y desarrollos ecoturísticos</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro31.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019y), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 33. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: procesos de oxidación bioquímica con biomasa suspendida</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro33.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019z), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 34. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: procesos de oxidación bioquímica con biomasa fija</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro34.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019ee), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 46. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: pretratamiento y tratamiento primario</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro46.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019ff), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 47. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: lagunas de estabilización</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro47.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019gg), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 48. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: lagunas aireadas</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro48.pdf].
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019hh), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 49. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: procesos anaerobios</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro49.pdf .
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019jj), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 51. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: lodos activados</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro51.pdf .
Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019kk), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 52. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: filtros rociadores</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro52.pdf .	

Tratamiento de aguas residuales	
Tratamiento primario, tratamiento secundario, tratamiento terciario	
Material de consulta sugerido	
Normativa	Costa Rica, Ministerio de Salud y Ministerio de Medio Ambiente y Energía (2016), <i>Reglamento de Aprobación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales</i> , N° 39887-S-MINAE, Poder Ejecutivo, 18 de abril [en línea] http://www.digeca.go.cr/legislacion-vigente?keys=&field_categoria_legislacion_tid=50 .
	Costa Rica, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2022), <i>Reglamento de Aprobación y Recepción de Sistemas de Saneamiento por parte del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados</i> , 3 de agosto [en línea] http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/normas/nrm_texto_completo.aspx?param2=1&nValor1=1&nValor2=97568&nValor3=131896&nValor4=NO&strTipM=TC .
	Instituto de Fomento Municipal (INFOM) (s/f), <i>Guía técnica para implementar plantas de tratamiento de aguas residuales en Guatemala</i> , Ciudad de Guatemala, Instituto de Fomento Municipal [en línea] https://www.infom.gob.gt/index.php/servicios-infom/plantas-de-tratamiento-infom .
	Nicaragua, Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (2006), "Norma Técnica Ambiental para Regular los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales y su Reúso", <i>La Gaceta Diario Oficial</i> , N° 90, 10 de mayo [en línea] http://legislacion.asamblea.gob.ni/gacetitas/2006/5/g90.pdf .
	El Salvador, Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica (2019), "Reglamento Técnico Salvadoreño RTS13.05.01:18. Aguas residuales. Parámetros de Calidad de Aguas Residuales para Descarga y Manejo de Lodos Residuales", <i>Diario Oficial</i> , t. 423, N° 79, 2 de mayo [en línea] https://cidoc.marn.gob.sv/documentos/reglamento-tecnico-salvadoreno-aguas-residuales-parametros-de-calidad-de-aguas-residuales-para-descarga-y-manejo-de-lodos-residuales/ .

B. Recuperación, reúso y disposición final

I. Recuperación o aprovechamiento energético de biosólidos

Recuperación o aprovechamiento energético de biosólidos									
Estabilización de lodos residuales									
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas							
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas	
Técnicos	Los lodos provienen de los sedimentadores primario y secundario. Se inicia el tratamiento con el espesamiento del lodo proveniente de la sedimentación secundaria. Antes de entrar al sedimentador primario, se realiza el cribado y el retiro de la arena en el desarenador.	Prever alternativas adicionales para la disposición de lodos.	*		*				*

Recuperación o aprovechamiento energético de biosólidos								
Estabilización de lodos residuales								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)		Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas					
			Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos
Técnicos	El producto de lo cribado y desarenador se dispone, en ocasiones, con una compactación previa, en un relleno sanitario o se incinera (conforme a normatividad ambiental en la región). En el sedimentador primario, se incluyen el agua proveniente del lavado de los lodos, de la concentración de los lodos, los elementos flotantes de los reactores y los remanentes de los lodos, así como los residuos de cualquier producto utilizado en esta etapa. Estos lodos se trasladan, mediante bombas, a espesar y estabilizar. Los lodos secundarios provienen de diferentes tratamientos como lodos activados, filtros biológicos, filtros percoladores. Estos lodos se transportan, mediante transportadoras (de banda, de tornillo), al proceso de espesamiento (por gravedad, por flotación con aire disuelto, bandas por gravedad, centrífugas, espesadores rotatorios y por gravedad), estabilización (anaerobia, aerobia, por composteo, vermicomposteo, alcalina) y deshidratación (lechos de secado, centrífugas, filtros prensa de bandas, filtros prensa de placas, secado solar de lodos). En todo el sistema, para transportar los lodos se hace uso de bombas. Posteriormente, los lodos se llevan al relleno sanitario (relleno de lodos) o se disponen en el suelo. El nivel de tratamiento depende del uso final de los lodos. En el proceso de manejo de los lodos se recupera, en ocasiones, el biogás, que se produce cuando la materia orgánica de los biosólidos en el agua residual tiene una descomposición biológica.	Contemplar los recursos para incrementar el transporte por el aumento de volúmenes de lodos y/o las distancias para su disposición.	*		*			*
	Considerar vías alternas para la disposición de los lodos ante la presencia de árboles caídos, postes o algún tipo de infraestructura en la ruta habitual.					*		
	Considerar la instalación de plantas de emergencia de energía (diésel) para el funcionamiento de la PTAR ante los daños por un evento extremo.	*	*	*	*	*	*	*
	Construcción de bardas en el contorno para la protección de los equipos y componentes eléctricos y mecánicos.	*	*					
	Protección de filtros y equipos electromecánicos.	*	*					
	Construir diques de protección.	*	*	*	*			
	Construir un bypass antes de la entrada al PTAR (y entre los procesos) si existe una gran cantidad de basura y sedimentos que no puede manejar y, por ello, dañe sus componentes al rebasar la capacidad máxima de la planta.	*		*				
	Redundancia de componentes y/o procesos.	*		*				*
	Compra de productos químicos ante el aumento de sedimentos.	*	*	*	*			*
	Generar programas de operación y mantenimiento, en los que se incluyan elementos para la prevención y protección de riesgos, así como elementos de seguridad para el personal.	*	*	*	*	*	*	*

Recuperación o aprovechamiento energético de biosólidos								
Estabilización de lodos residuales								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
Técnicos	Estos se producen en la estabilización anaerobia de lodos y en los rellenos de lodos. El biogás recuperado se puede utilizar en la generación de electricidad, combustible para motores de la planta, procesos de calentamiento, secado de lodos, o para la venta de este o de sus componentes, entre otros. La disponibilidad de lodos básicamente proviene de plantas de tratamiento de agua residual de zonas urbanas.	Generar simulacros de presencia de eventos extremos con la finalidad de preparar al personal para la rápida atención de estos.	*	*	*	*	*	*
Tecnológicos	Modelación de los sistemas de generación de lodos.		*	*	*	*	*	*
	Instalación de nuevas tecnologías para la disposición de lodos.		*	*	*	*	*	*
Metodológicos	Para el manejo de los lodos (sólidos generados en los procesos de tratamiento de agua residual) y/o biosólidos (posterior al proceso de estabilización por medios biológicos o químicos) es importante su caracterización y realizar las pruebas de corrosividad, reactividad, inflamabilidad y toxicidad ambiental. Debe cumplir con la normatividad establecida en el país. De igual forma, se tiene que analizar para qué serán utilizados los lodos.	Analizar la vulnerabilidad de la PTAR que se decida elegir ante las amenazas que sistemáticamente se presentan en la zona.	*	*	*	*	*	*
	En el diseño del proceso para el manejo y disposición de lodos, estimar el aumento de lodos para su tratamiento al aumentar su cantidad.		*	*				*
	Analizar las afectaciones en los procesos al aumentar la temperatura.					*		
	Considerar estudios topográficos, geológicos y de mecánicas de suelos en detalle.		*	*	*	*	*	*
	Realizar análisis hidrológico de la cuenca.		*	*				
	Análisis de variables climatológicas de la zona (precipitaciones, temperatura, vientos).		*	*	*	*	*	*
	Proyectar la necesidad de recursos económicos para garantizar el diseño durante su operación y mantenimiento, de forma continua.		*	*	*	*	*	*

Recuperación o aprovechamiento energético de biosólidos								
Estabilización de lodos residuales								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)		Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas					
			Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos
SbN	La estabilización de los lodos residuales, por lo general, es utilizada en plantas de tratamiento de origen urbano.	Rehabilitación, restauración de bosques, manejo de bosques nativos aguas arriba en la cuenca.	*		*	*	*	*
		Estabilizar áreas propensas a deslizamiento de tierra mediante la plantación de árboles.			*			
		Construcción de presas de gaviones aguas arriba para disminuir el transporte de azolves.	*				*	
Material de consulta sugerido								
Bibliografía	Organización Panamericana de la Salud (OPS) y otros (2011), <i>Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario</i> , Managua, Organización Panamericana de la Salud (OPS)/Office of U.S. Foreign Disaster Assistance (OFDA)/Department for International Development (DFID)/Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.							
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019x), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 32. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: tratamiento y disposición de lodos</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro32.pdf .							
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019ii), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 50. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: tratamiento y disposición de lodos</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro50.pdf .							
Normativa	Costa Rica, Ministerio de Salud (2015), <i>Reglamento para el Manejo y Disposición Final de Lodos y Biosólidos</i> , N° 39316-S, Poder Ejecutivo, 10 de agosto [en línea] http://www.digeca.go.cr/legislacion-vigente?keys=&field_categoria_legislacion_tid=50 .							
	Costa Rica, Ministerio de Salud (2019), <i>Reforma Reglamento para el Manejo y Disposición final de Lodos y Biosólidos</i> , N° 42110-S, Poder Ejecutivo, 11 de diciembre [en línea] http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/normas/nrm_texto_completo.aspx?param2=1&nValor1=1&nValor2=90244&nValor3=118788&nValor4=NO&strTipM=TC .							
	El Salvador, Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica (2019), "Reglamento Técnico Salvadoreño RTS13.05.01:18. Aguas residuales. Parámetros de Calidad de Aguas Residuales para Descarga y Manejo de Lodos Residuales", <i>Diario Oficial</i> , t. 423, N° 79, 2 de mayo [en línea] https://cidoc.marn.gob.sv/documentos/reglamento-tecnico-salvadoreno-aguas-residuales-parametros-de-calidad-de-aguas-residuales-para-descarga-y-manejo-de-lodos-residuales/ .							
	Guatemala (2006), <i>Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos (Acuerdo Gubernativo N° 236-2006)</i> , 5 de mayo [en línea] https://www.ecosistemas.com.gt/wp-content/uploads/2015/07/07-Acuerdo-gubernativo-236-2006-Reglamento-descargas-y-reuso.pdf .							
	Guatemala, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2016), "Reforma al Acuerdo Gubernativo Número 236-2006 de fecha cinco de mayo del año dos mil seis, Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos (Acuerdo Gubernativo N° 110-2016)", <i>Diario de Centroamérica</i> , N° 76, 3 de junio [en línea] http://www.infom.gob.gt/archivos/Docs-Pdf/Anexo-Legal/ANEXO_2_Acuerdo%20Gubernativo_110-2016.pdf .							

Recuperación o aprovechamiento energético de biosólidos	
Estabilización de lodos residuales	
Material de consulta sugerido	
	Honduras, Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (2021a), "Reglamento Nacional de Descargas y Reutilización de Aguas Residuales", <i>La Gaceta Diario Oficial de la República de Honduras</i> , N° 35,598, 13 de mayo [en línea] https://www.tsc.gob.hn/web/leyes/Acuerdo_Ejecutivo-003-2020.pdf .
	Nicaragua, Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (2006), "Norma Técnica Ambiental para Regular los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales y su Reúso", <i>La Gaceta Diario Oficial</i> , N° 90, 10 de mayo [en línea] http://legislacion.asamblea.gob.ni/gacetas/2006/5/g90.pdf .
	Panamá, Ministerio de Comercio e Industrias (2004), "Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 47-2000. Agua. Usos y Disposición Final de Lodos, con actualización", <i>Gaceta Oficial</i> , N° 25,059, Dirección General de Normas y Tecnología Industrial, 27 de mayo [en línea] https://mici.gob.pa/wp-content/uploads/2021/12/47rt-dgnti-copanit-47-2000-1.pdf .

2. Reúso de agua tratada

Reúso de agua tratada									
Agrícola, industrial, recreativos, municipal, acuicultura, recarga de acuíferos									
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas							
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas	
Técnicos	Algunas formas de reúso de aguas residuales tratadas son en la agricultura, (alimentos crudos o que se cuecen o procesan), en la industria (enfriamiento, procesos y servicios), recreativos (contacto directo o no), municipal (riego de áreas verdes, limpieza de calles), acuicultura (diferentes especies), recarga de acuíferos (infiltración superficial, inyección directa), en la construcción (compactación de suelos, control del polvo, lavado de materiales, producción de concreto).	Uso de <i>bypass</i> para desvío de agua tratada a cuerpos de agua y ríos por falta de almacenamiento para su uso.	*	*	*				
	Establecer protocolos, por arrojar agua residual sin tratar aguas abajo.		*	*	*				
	No colocar árboles cerca de cabezales de salida, equipos electromecánicos y otros componentes.					*			
	Contar con planta de emergencia de servicios eléctricos.		*			*			
	Generar programas de operación y mantenimiento, en los que se incluyan elementos para la prevención y protección de riesgos, así como elementos de seguridad para el personal de la PTAR.		*	*	*	*	*	*	*

Reúso de agua tratada							
Agrícola, industrial, recreativos, municipal, acuicultura, recarga de acuíferos							
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas					
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos
Tecnológicos	Generar simulacros de presencia de eventos extremos con la finalidad de preparar al personal para la rápida atención de estos.	*	*	*	*	*	*
	Modelado de calidad de agua.	*	*	*	*	*	*
	Aplicaciones móviles para operar SCADA (Control de Supervisión y Adquisición de Datos) para el monitoreo remoto y control de los sistemas de aguas residuales.	*	*	*	*	*	*
	Componentes prefabricados.	*	*	*	*	*	*
Metodológicos	Para establecer el reúso de las aguas residuales tratadas es menester revisar la normatividad del país con la finalidad de diseñar el tipo de tratamiento. Conocer la cantidad y calidad de las aguas tratadas que se obtendrán para reúso.	*	*	*	*	*	*
	Conocimiento de los procesos para establecer la calidad con la que se puede obtener el agua.	*	*	*	*	*	*
	Determinación previa del destino del agua residual tratada.	*	*	*	*	*	*
	Establecer, dentro del proyecto y diseño de la planta de tratamiento, las formas en las que se conducirá el agua tratada al sitio de interés (tubería, bombeo, camiones, entre otros).	*	*	*	*	*	*
SbN	Selección alterna del uso del agua residual tratada por el aumento de volumen.	*	*				
	Para tener menor cantidad de agua pluvial que conducir hacia la PTAR: pavimentos permeables, jardines de lluvia, jardines de cuenca, pozos y zanjas de infiltración, celdas y cajas reticulares, cunetas vegetadas, humedales urbanos, techos verdes.	*					
	Humedales artificiales.	*	*	*	*	*	*
	Establecer planicies de inundación.	*					
	Rehabilitación, restauración de bosques, manejo de bosques nativos aguas arriba en la cuenca.	*		*	*	*	*
Estabilizar áreas propensas a deslizamiento de tierra mediante la plantación de árboles.			*				
Construcción de presas de gaviones aguas arriba para disminuir el transporte de azolves.	*				*		

Reúso de agua tratada	
Material de consulta sugerido	
Bibliografía	Organización Panamericana de la Salud (OPS) y otros (2011), <i>Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario</i> , Managua, Organización Panamericana de la Salud (OPS)/Office of U.S. Foreign Disaster Assistance (OFDA)/Department for International Development (DFID)/Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019q), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 25. Introducción al tratamiento de aguas residuales municipales</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro25.pdf .
Normativa	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) (2004), <i>Norma para regular calidad de aguas residuales de tipo especial descargadas al alcantarillado sanitario</i> , San Salvador, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados-Gerencia Técnica-Departamento de Normas Técnicas [en línea] https://www.anda.gob.sv/index.php/descargas/ .
	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) (1997), <i>Normas técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negras</i> , San Salvador, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados-Gerencia Técnica.
	Costa Rica (2007), "Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales N° 33601", <i>La Gaceta</i> , N° 55, Alcance, N° 8, 19 de marzo [en línea] http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=59524&nValor3=83250 .
	Costa Rica (2021), "Reforma Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales N° 4870-S-MINAE", <i>La Gaceta</i> , 21 de enero [en línea] http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=94734&nValor3=126253&strTipM=TC .
	Costa Rica, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2017), "Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial", <i>Alcance</i> , N° 227, <i>La Gaceta</i> , N° 180, y Alcance, N° 39, <i>La Gaceta</i> , N° 38, 22 de septiembre de 2017, y 24 de febrero de 2021 [en línea] https://faolex.fao.org/docs/pdf/cos208343.pdf .
	El Salvador, Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica (2019), "Reglamento Técnico Salvadoreño RTS13.05.01:18. Aguas residuales. Parámetros de Calidad de Aguas Residuales para Descarga y Manejo de Lodos Residuales", <i>Diario Oficial</i> , t. 423, N° 79, 2 de mayo [en línea] https://cidoc.marn.gob.sv/documentos/reglamento-tecnico-salvadoreno-aguas-residuales-parametros-de-calidad-de-aguas-residuales-para-descarga-y-manejo-de-lodos-residuales/ .
	Guatemala, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2016), "Reforma al Acuerdo Gubernativo Número 236-2006 de fecha cinco de mayo del año dos mil seis, Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos (Acuerdo Gubernativo N° 110-2016)", <i>Diario de Centroamérica</i> , N° 76, 3 de junio [en línea] http://www.infom.gob.gt/archivos/Docs-Pdf/Anexo-Legal/ANEXO_2_Acuerdo%20Gubernativo_110-2016.pdf .
	Guatemala (2006), "Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos", <i>Acuerdo Gubernativo</i> , N° 236-2006, 5 de mayo [en línea] https://www.ecosistemas.com.gt/wp-content/uploads/2015/07/07-Acuerdo-gubernativo-236-2006-Reglamento-descargas-y-reuso.pdf .
	Honduras, Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (2021a), "Reglamento Nacional de Descargas y Reutilización de Aguas Residuales", <i>La Gaceta Diario Oficial de la República de Honduras</i> , N° 35,598, 13 de mayo [en línea] https://www.tsc.gob.hn/web/leyes/Acuerdo_Ejecutivo-003-2020.pdf .
	Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL) (1990), <i>NORDOM 436-Aguas Residuales. Requisitos para la prevención y control de la contaminación</i> , Santo Domingo, República Dominicana, Instituto Dominicano para la Calidad [en línea] https://indocalnormas.gob.do/catalogo/ver/nordom-436-aguas-residuales-requisitos-para-la-prevenci-n-y-control-de-la-contaminaci-n .
	Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) (2018), <i>Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro-sanitario del INAPA (DIG-PO-001)</i> , Santo Domingo, República Dominicana, Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados-Dirección de Ingeniería [en línea] https://www.inapa.gob.do/phocadownload/Proyectos/Reglamentos_y_requerimientos_de_proyectos/ReglamentoTecnicoParaDisenoDeObrasElstalizacionesHidroSanitarias.pdf .
	Nicaragua (2017), "Reglamento en el que se establecen las disposiciones para el vertido de aguas residuales. Decreto N° 21-2017", <i>La Gaceta Diario Oficial</i> , N° 229, 30 de noviembre [en línea] http://legislacion.asamblea.gob.ni/gacetas/2017/11/g229.pdf .
Panamá, Ministerio de Comercio e Industrias (2000b), "Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000. Agua. Descarga de Efluentes Líquidos directamente a Cuerpos y Masas de Agua Superficiales y Subterráneas", <i>Gaceta Oficial</i> , N° 24,115, Dirección General de Normas y Tecnología Industrial, 10 de agosto [en línea] https://www.asep.gob.pa/wp-content/uploads/agua/legislacion/dgnti_35-2000.pdf .	

3. Disposición final del agua tratada

Disposición final								
Vertido en corrientes superficiales, en terrenos, en el mar, en lagos y lagunas, recarga de aguas subterráneas por medio de pozos de absorción								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
Técnicos	Del último proceso de tratamiento, el agua tratada pasa al reúso o la disposición en cuerpos de agua, terreno, o recarga de acuíferos. Esta disposición se realiza mediante canales, tuberías y por sistemas de bombeo o gravedad dependiendo de la ubicación de la PTAR y de los lugares receptores del agua tratada. El efluente depurado de las plantas de tratamiento se utiliza tanto en la zona urbana como en la rural.	Uso de <i>bypass</i> para desvío de agua tratada a espacios alternos.	*	*	*			
	Establecer protocolos, por arrojar agua residual sin tratar aguas abajo.		*	*	*			
	No colocar árboles cerca de cabezales de salida, equipos electromecánicos y otros componentes.					*		
	Contar con planta de emergencia de servicios eléctricos.		*	*	*	*	*	*
	Asegurar que el agua residual tratada tenga las características de la normatividad antes de realizar recarga artificial.		*	*				*
	Verificar la compatibilidad de la temperatura del efluente con el cuerpo receptor para evitar mortandad de flora y fauna.					*		
	Generar programas de operación y mantenimiento, en los que se incluyan elementos para la prevención y protección de riesgos, así como elementos de seguridad para el personal de la PTAR.		*	*	*	*	*	*
	Generar simulacros de presencia de eventos extremos con la finalidad de preparar al personal para la rápida atención de estos.		*	*	*	*	*	*
Tecnológicos	Modelado comparativo de la calidad del agua del efluente con el cuerpo receptor.	*	*	*	*	*	*	
	Componentes prefabricados.	*	*	*	*	*	*	
Metodológicos	Las aguas residuales reciben tratamiento para evitar la contaminación física, química, biológica de los ríos, lagos y lagunas y del mar. Aunque estos cuerpos receptores tienen capacidad para la autodepuración, esta capacidad ha sido rebasada en muchos lugares.	Conocimiento de la zona y de la mejor disposición del agua tratada.	*	*	*	*	*	*
	Conocimiento de las características de los cuerpos de agua para la recepción de agua tratada y los procesos de tratamiento y desinfección del		*	*	*	*	*	*

		Disposición final							
		Vertido en corrientes superficiales, en terrenos, en el mar, en lagos y lagunas, recarga de aguas subterráneas por medio de pozos de absorción							
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)		Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						Erupciones volcánicas
			Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	
Metodológicos	En el caso de los terrenos, es importante considerar la profundidad y permeabilidad del suelo, su pendiente y drenaje, los pozos cercanos al terreno, la vegetación y paisaje de la zona. Es menester seguir la normatividad de cada país en la que se establecen los límites máximos permisibles para los contaminantes en ríos, embalses naturales y artificiales, aguas costeras, suelo y humedales naturales. Los valores varían según el cuerpo de agua, terreno o recarga de acuíferos.	agua (revisar que la calidad del agua del efluente no afecte al cuerpo receptor).							
		Establecer dentro del proyecto y diseño de la planta de tratamiento las formas en que se conducirá el agua tratada al sitio de interés (tubería, bombeo, camiones, entre otros).	*	*	*	*	*	*	*
		Verificar las características del acuífero y los pozos que se encuentran cercanos al terreno para evitar contaminación.	*	*			*		
SbN		Pavimentos permeables, jardines de lluvia, jardines de cuenca, pozos y zanjas de infiltración, celdas y cajas reticulares, cunetas vegetadas, humedales urbanos.	*						
		Humedales artificiales.	*	*	*	*	*	*	*
		Establecer planicies de inundación.	*						
		Rehabilitación, restauración de bosques, manejo de bosques nativos aguas arriba en la cuenca.	*		*	*	*	*	*
		Estabilizar áreas propensas a deslizamiento de tierra mediante la plantación de árboles.			*				
		Construcción de presas de gaviones aguas arriba para disminuir el transporte de azolves.	*				*		
Material de consulta sugerido									
Bibliografía	Organización Panamericana de la Salud (OPS) y otros (2011), Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario, Managua, Organización Panamericana de la Salud (OPS)/Office of U.S. Foreign Disaster Assistance (OFDA)/Department for International Development (DFID)/Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.								
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019q), Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 25. Introducción al tratamiento de aguas residuales municipales, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro25.pdf].								
Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019bb), Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 38. Alternativas tecnológicas de tratamiento de aguas residuales para la recarga artificial de acuíferos, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro38.pdf].									

Normativa	Costa Rica (2007), "Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales N° 33601", <i>La Gaceta</i> , N° 55, Alcance, N° 8, 19 de marzo [en línea] http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=59524&nValor3=83250 .
	Costa Rica (2021), "Reforma Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales N° 4870-S-MINAE", <i>La Gaceta</i> , 21 de enero [en línea] http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=94734&nValor3=126253&strTipM=TC .
	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) (2004), Norma para regular calidad de aguas residuales de tipo especial descargadas al alcantarillado sanitario, San Salvador, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados-Gerencia Técnica-Departamento de Normas Técnicas [https://www.anda.gov.sv/index.php/descargas/].
	El Salvador, Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica (2019), "Reglamento Técnico Salvadoreño RTS13.05.01:18. Aguas residuales. Parámetros de Calidad de Aguas Residuales para Descarga y Manejo de Lodos Residuales", <i>Diario Oficial</i> , t. 423, N° 79, 2 de mayo [en línea] https://cidoc.marn.gob.sv/documentos/reglamento-tecnico-salvadoreno-aguas-residuales-parametros-de-calidad-de-aguas-residuales-para-descarga-y-manejo-de-lodos-residuales/ .
	Guatemala (2006), "Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos", <i>Acuerdo Gubernativo</i> , N° 236-2006, 5 de mayo [en línea] https://www.ecosistemas.com.gt/wp-content/uploads/2015/07/07-Acuerdo-gubernativo-236-2006-Reglamento-descargas-y-reuso.pdf .
	Guatemala, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2016), "Reforma al Acuerdo Gubernativo Número 236-2006 de fecha cinco de mayo del año dos mil seis, Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos (Acuerdo Gubernativo N° 110-2016)", <i>Diario de Centroamérica</i> , N° 76, 3 de junio [en línea] http://www.infom.gob.gt/archivos/Docs-Pdf/Anexo-Legal/ANEXO_2_Acuerdo%20Gubernativo_110-2016.pdf .
	Honduras, Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (2021a), "Reglamento Nacional de Descargas y Reutilización de Aguas Residuales", <i>La Gaceta Diario Oficial de la República de Honduras</i> , N° 35,598, 13 de mayo [en línea] https://www.tsc.gob.hn/web/leyes/Acuerdo_Ejecutivo-003-2020.pdf .
	Nicaragua (2017), "Reglamento en el que se establecen las disposiciones para el vertido de aguas residuales, Decreto N° 21-2017", <i>La Gaceta Diario Oficial</i> , N° 229, 30 de noviembre [en línea] http://legislacion.asamblea.gob.ni/gacetas/2017/11/g229.pdf .
	Panamá, Ministerio de Comercio e Industrias (2000b), "Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000: agua. Descarga de efluentes líquidos directamente a cuerpos y masas de agua superficiales y subterráneas", <i>Gaceta Oficial</i> , N° 24,115, Dirección General de Normas y Tecnología Industrial, 10 de agosto [en línea] https://www.asep.gob.pa/wp-content/uploads/agua/legislacion/dgnti_35-2000.pdf .
	Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL) (1990), <i>NORDOM 436-Aguas Residuales. Requisitos para la prevención y control de la contaminación</i> , Santo Domingo, República Dominicana, Instituto Dominicano para la Calidad [en línea] https://indocalnormas.gob.do/catalogo/ver/nordom-436-aguas-residuales-requisitos-para-la-prevenci-n-y-control-de-la-contaminaci-n .
	Costa Rica, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2017), "Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial", <i>Alcance</i> , N° 227, <i>La Gaceta</i> , N° 180, y <i>Alcance</i> , N° 39, <i>La Gaceta</i> , N° 38, 22 de septiembre de 2017, y 24 de febrero de 2021 [en línea] https://faolex.fao.org/docs/pdf/cos208343.pdf .
Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) (1997), <i>Normas técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negras</i> , San Salvador, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados-Gerencia Técnica.	
Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) (2018), <i>Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro-sanitario del INAPA (DIG-PO-001)</i> , Santo Domingo, República Dominicana, Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados-Dirección de Ingeniería [en línea] https://www.inapa.gob.do/phocadownload/Proyectos/Reglamentos_y_requerimientos_de_proyectos/ReglamentoTecnicoParaDisenoDeObrasElstalizacionesHidroSanitarias.pdf .	

IV. Fichas técnicas para aguas pluviales

A. Captación de aguas pluviales

Captación de aguas pluviales								
Sistema de drenaje pluvial								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)		Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas					
			Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos
Técnicos	Red de tuberías o estructuras de conducción de agua (abiertas o cerradas) y elementos complementarios que conducen el agua de lluvia de la subcuenca o cuenca a espacios naturales de disposición.	En zonas expuestas a desastres naturales conocidos, reforzar la construcción de los sistemas de alcantarillado pluvial.	*		*	*		*
	Los componentes del sistema de drenaje pluvial se pueden enumerar como: i) estructuras de captación (bocas de tormenta como coladeras de piso y banqueta, ranuras, circulares, lavadoras); ii) estructuras de conducción (transportan el agua pluvial por canales y tuberías, ya sea pluvial o mixto, atarjeas, subcolectores, colectores); iii) estructuras de conexión y mantenimiento (pozos de visita, tipo caja, caída libre, especiales, entre otros); iv) estructuras de vertido; v) obras complementarias (bombeos, cruces), y vi) estructuras en la disposición final.	Aumentar la capacidad del sistema de drenaje pluvial en zonas vulnerables.	*					
		Programa permanente de operación y mantenimiento de sistema de drenaje pluvial urbano.	*		*	*	*	*
		Incorporar rutas alternas para llegar a los componentes del sistema de drenaje pluvial.	*					
		Verificar los materiales de construcción de los pozos de visita. Al estar semienterrados en zonas sísmicas pueden sufrir grietas en los muros, piso, o en la entrada y salida de las tuberías.					*	*
		Mantenimiento y limpieza de infraestructura para el drenaje pluvial antes de lluvia, así como ríos y arroyos dentro las ciudades.	*					
Tecnológicos		Modelación para diseño y operación de sistemas de alcantarillado pluvial.	*		*	*	*	*
		Modelación de la cuenca y modelos hidrológicos para conocer el pronóstico de captación de lluvia y estimación de caudales máximos para eventos extremos.	*					

Captación de aguas pluviales									
Sistema de drenaje pluvial									
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)		Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
			Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
Tecnológicos		Nuevas estructuras previamente construidas en fábrica.	*		*	*	*	*	
		Sistemas de comunicación y control remoto o SCADA.	*		*	*	*	*	
		Instalación de sistemas de alerta temprana.	*		*	*		*	
		Bombeo con sistemas con tecnología de punta, en caso de que se requiera.	*		*	*	*	*	
Metodológicos	El alcantarillado pluvial se debe diseñar como sistema independiente de las aguas residuales. Deben considerarse estudios topográficos, hidrológicos y de mecánica de suelo para conocer los tipos de suelo del proyecto. Los estudios hidrológicos son parte esencial del análisis de la precipitación y escurrimiento en la zona urbana. Conocer la información de otro tipo de infraestructura de otros servicios como agua potable, telefonía, electricidad, entre otros. En la concepción del diseño del alcantarillado pluvial es importante disminuir los cambios de régimen del flujo natural del agua tanto en la cuenca como la llegada hacia los cuerpos receptores. En las consideraciones para el diseño deben contemplarse la topografía, las calles y la hidrografía de la ciudad. En el diseño de drenaje pluvial es menester revisar de forma conjunta el diseño de soluciones basadas en la naturaleza que puedan coadyuvar o suplir el uso de drenaje pluvial en una ciudad. Y se tiene que buscar la eficiencia-economía de la infraestructura que se realizará. La captación de agua pluvial se utiliza básicamente en zonas urbanas.	Realizar estudios hidrológicos como elemento principal anterior al diseño para el conocimiento de la zona.	*		*	*	*	*	
		Aplicar diferentes períodos de retorno al diseño de infraestructura, para zona susceptibles a inundación.	*						
		Realizar un análisis integrado entre la construcción de obras con períodos de retorno mayor a 10 años (se incrementa el costo) y, de forma complementaria, la construcción de infraestructura con SbN.	*						
		Realizar los estudios previos de topografía (de la zona y de la cuenca) y mecánica de suelos para conocer el sitio.	*		*	*	*	*	*
		Considerar las rasantes y el estudio de vialidades si existiesen.	*		*	*	*	*	*
		Conocer los mapas de amenazas y riesgos de la zona a eventos extremos.	*		*	*	*	*	*
		Conocer la geología de la zona.	*		*	*	*	*	*
	Determinación correcta del área de drenaje y su período de retorno para la protección de la zona urbana.	*							

Captación de aguas pluviales								
Sistema de drenaje pluvial								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
Metodológicos	Diseñar elementos como SbN para recuperar la infiltración del terreno natural antes de la urbanización y la lluvia-escurrimiento.	*		*	*	*	*	*
	Considerar el aprovisionamiento de equipos, herramientas y materiales para mantenimiento preventivo y correctivo.	*		*	*		*	*
	Tomar en consideración la colocación de mecanismos (válvulas de derivación) que permitan la derivación de flujos en exceso en los colectores principales del alcantarillado sanitario.	*						
	Diseñar sistemas modulares con objeto de aumentar la carga de las unidades por cortos períodos.	*				*		
	Cuando las tuberías de alcantarillado (drenajes, colectores, emisores) se dispondrán donde el terreno tenga pendientes muy pronunciadas, verificar que se instalen soportes y medidas que resguarden la tubería.	*		*	*	*	*	*
	Contemplar la existencia mínima de equipos, herramientas y materiales que faciliten la reparación en caso de eventos extremos.	*		*	*	*	*	*
SbN	Análisis local de la SbN a construir.	*		*	*	*	*	*
	Para tener menor cantidad de agua pluvial que conducir: pavimentos y banquetas permeables, jardines de lluvia, jardines de cuenca, pozos y zanjas de infiltración, celdas y cajas reticulares, cunetas vegetadas, humedales urbanos, biocanales de drenaje.	*				*		

Captación de aguas pluviales								
Sistema de drenaje pluvial								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
SbN	Azoteas verdes.					*		
	Construcción de humedales.	*						
	Parques, parques con lagunas de captación de lluvia, parques lineales.	*		*	*	*	*	*
	Ciudades esponja.							
	Establecer planicies de inundación.	*		*	*	*	*	*
	Rehabilitación, restauración de bosques, manejo de bosques nativos aguas arriba en la cuenca.	*		*	*	*	*	*
	Estabilizar áreas propensas a deslizamiento de tierra mediante la plantación de árboles.			*				
	Construcción de presas de gaviones aguas arriba para disminuir el transporte de azolves.	*				*		
Material de consulta sugerido								
Bibliografía	Organización Panamericana de la Salud (OPS) y otros (2011), <i>Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario</i> , Managua, Organización Panamericana de la Salud (OPS)/Office of U.S. Foreign Disaster Assistance (OFDA)/Department for International Development (DFID)/Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.							
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019c), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 5. Estudios técnicos para proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento: topo-grafía y mecánica de suelos</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro5.pdf .							
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019d), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 6. Estudios técnicos para proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento: diseño estructural</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro6.pdf .							
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019l), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 19. Drenaje pluvial urbano</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro19.pdf .							
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2013), <i>Manual para el control de inundaciones</i> , Distrito Federal, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General Técnica [en línea] https://backend.aprende.sep.gob.mx/media/uploads/proedit/resources/manual_para_el_contr_d6bbce9f.pdf .							

Captación de aguas pluviales	
Sistema de drenaje pluvial	
Material de consulta sugerido	
Normativa	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) 2013), <i>Introducción a las cuencas urbanas</i> , Distrito Federal, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Instituto Mexicano de Tecnología del Agua [en línea] http://repositorio.imta.mx/handle/20.500.12013/707 .
	Costa Rica, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2017), “Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial”, <i>Alcance</i> , N° 227, <i>La Gaceta</i> , N° 180, y <i>Alcance</i> , N° 39, <i>La Gaceta</i> , N° 38, 22 de septiembre de 2017, y 24 de febrero de 2021 [en línea] https://faolex.fao.org/docs/pdf/cos208343.pdf .
	Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) (2018), <i>Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidrosanitarias del INAPA (DIG-PO-001)</i> , Santo Domingo, República Dominicana, Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados-Dirección de Ingeniería [en línea] https://www.inapa.gob.do/phocadownload/Proyectos/Reglamentos_y_requerimientos_de_proyectos/ReglamentoTecnicoParaDisenoDeObrasElstalizacionesHidroSanitarias.pdf .

B. Regulación y control de aguas pluviales

Regulación de aguas pluviales								
Bordos, desvíos, rectificaciones, presas de almacenamiento, presas rompepicos, desazolve, presas de gaviones								
	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)								
Técnicos	Existen diferentes estructuras que sirven para la regulación y el control de las aguas pluviales. De estas, podemos mencionar: los bordos perimetrales (para protección específica de una zona), los bordos y/o muros longitudinales (protección para evitar desbordamiento de ríos), desvíos (dirigir el agua con estructuras hacia otros ríos, lagunas, al mar), rectificaciones (se realizan modificaciones al cauce para acrecentar su capacidad hidráulica), presas de almacenamiento (cumplen una doble función, para agua potable o riego, y tienen capacidad para regular volúmenes de agua), presas rompepicos (rompe con el gasto.	Reforzar la estabilidad de las orillas en los ríos.	*					
	Reforzar muros y cimentaciones para evitar fisuras y filtraciones.			*			*	
	Instalar sistemas de bombeo para extracción de agua en lugares críticos.		*					
	Uso de materiales modificables y a cielo abierto, en lugar de muros y tuberías muy rígidas.			*			*	
	Elevar la cortina para controlar mayores avenidas y aumentar la capacidad del vertedor de excedencias.		*					

Regulación de aguas pluviales									
Bordos, desvíos, rectificaciones, presas de almacenamiento, presas rompepicos, desazolve, presas de gaviones									
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)		Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
			Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
Técnicos		Para protección de presas de almacenamiento y control de ríos, construcción de presas rompepicos aguas arriba o capacidad en la presa.	*						
Tecnológicos		Realizar evaluaciones aéreas periódicas para monitorear la morfología cambiante del río.	*				*		
		Uso de sistemas de información geográficos (GIS).	*		*	*	*	*	
		Instalación de estaciones hidrométricas y la automatización de estas.	*		*	*	*	*	
		Instalación de estaciones climatológicas.	*		*	*	*	*	
		Modelos de pronóstico de crecientes y modelos de simulación numérica a mesoescala.	*		*	*	*	*	
		Modelación hidrológica de la cuenca.	*						
		Modelos de predicción de lluvia-escurrimiento.	*						
		Incorporar sistemas de comunicación y control remoto o SCADA.	*		*	*	*	*	
		Instalación de sistemas de alerta temprana.	*		*	*		*	
		Gestión automatizada de presas.	*		*	*	*	*	
Metodológicos	En el diseño de una obra de regulación o control de avenida es importante considerar los beneficios que traerá para la población que habita la zona. Con ello, para la selección de una obra específica, es importante considerar, ante desperfectos en una obra, los posibles impactos en la población, el tiempo de vida real de la infraestructura, los costos que implica aumentar la seguridad	Diseño de la infraestructura para las condiciones más críticas.	*		*		*	*	
		Realizar los estudios básicos para tener la mejor información: hidrológico, topográfico, mecánica de suelos, geotécnicos.	*		*	*	*	*	*
		Realizar estudios de calidad del agua, demanda de agua para caudal de diseño en caso de presas de almacenamiento para diferentes usos.	*		*	*	*	*	*

Regulación de aguas pluviales								
Bordos, desvíos, rectificaciones, presas de almacenamiento, presas rompepicos, desazolve, presas de gaviones								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)		Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas					
			Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos
Metodológicos	en la obra. Aumentar el período de retorno incrementa el gasto de diseño y el costo; sin embargo, esto es menor que el impacto de no hacerlo, sobre todo ante eventos extremos.	Estudio previo de análisis hidráulico: volumen de operación, gasto de ingreso, gasto de salida, elevación del terreno, altura máxima, altura mínima, operación, entre otros.	*		*	*	*	*
	Para la realización de cualquiera de estos proyectos, es indispensable recopilar información para la realización de los estudios necesarios.	Proyecto electromecánico: arreglo de equipos de bombeo, arreglo de sistemas electromecánicos (sopladores, agitadores, bombas, moledoras, rejillas automáticas, entre otros; instalaciones eléctricas, válvulas y piezas especiales).	*		*	*	*	*
		Proyecto arquitectónico: plano topográfico, plano funcional, plano de arreglo arquitectónico, plano de cortes y elevaciones, plano de detalles, elementos y consideraciones especiales.	*		*	*	*	*
		Estudio de mecánica de suelos: capacidad de carga, estratigrafía del suelo, permeabilidad, nivel freático, estabilidad de taludes.	*		*	*	*	*
		Programa de revisión, operación y mantenimiento de equipos mecánicos y eléctricos antes de un evento.	*		*	*	*	*
		Mantenimiento a cauces.	*			*		
		Análisis local de la SbN a construir.	*		*	*	*	*
SbN		Para tener menor cantidad de agua pluvial que conducir: pavimentos y banquetas permeables, jardines de lluvia, jardines de cuenca, pozos y zanjas de infiltración, celdas y cajas reticulares, cunetas vegetadas, humedales urbanos, biocanales de drenaje.	*				*	
		Azoteas verdes.					*	
		Construcción de humedales.	*					
		Parques, parques con lagunas de captación de lluvia, parques lineales.	*		*	*	*	*

Regulación de aguas pluviales								
Bordos, desvíos, rectificaciones, presas de almacenamiento, presas rompepicos, desazolve, presas de gaviones								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
SbN	Ciudades esponja.							
	Establecer planicies de inundación.	*		*	*	*	*	*
	Rehabilitación, restauración de bosques, manejo de bosques nativos aguas arriba en la cuenca.	*		*	*	*	*	*
	Estabilizar áreas propensas a deslizamiento de tierra mediante la plantación de árboles.			*				
	Construcción de presas de gaviones aguas arriba para disminuir el transporte de azolves.	*				*		
	Rehabilitación, restauración de bosques, manejo de bosques nativos aguas arriba en la cuenca.	*		*	*	*	*	*
	Estabilizar áreas propensas a deslizamiento de tierra mediante la plantación de árboles.			*				
Material de consulta sugerido								
Bibliografía	Organización Panamericana de la Salud (OPS) y otros (2011), <i>Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario</i> , Managua, Organización Panamericana de la Salud (OPS)/Office of U.S. Foreign Disaster Assistance (OFDA)/Department for International Development (DFID)/Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.							
	E.Arreguín Cortés (2021), <i>Obras hidráulicas</i> , Ciudad de México, Instituto de Ingeniería-Universidad Nacional Autónoma de México [en línea] https://www.iingen.unam.mx/es-mx/AlmacenDigital/Libros/Documents/obras-hidraulicas-digital.pdf .							
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2013), <i>Manual para el control de inundaciones</i> , Distrito Federal, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General Técnica [en línea] https://backend.aprende.sep.gob.mx/media/uploads/proedit/resources/manual_para_el_contr_d6bbce9f.pdf .							
Normativa	Costa Rica, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2017), "Norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial", <i>Alcance</i> , N° 227, <i>La Gaceta</i> , N° 180, y <i>Alcance</i> , N° 39, <i>La Gaceta</i> , N° 38, 22 de septiembre de 2017, y 24 de febrero de 2021 [en línea] https://faolex.fao.org/docs/pdf/cos208343.pdf .							
	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) (1997), <i>Normas técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negras</i> , San Salvador, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados-Gerencia Técnica.							
	Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) (2018), <i>Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidrosanitarias del INAPA (DIG-PO-001)</i> , Santo Domingo, República Dominicana, Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados-Dirección de Ingeniería [en línea] https://www.inapa.gob.do/phocadownload/Proyectos/Reglamentos_y_requerimientos_de_proyectos/ReglamentoTecnicoParaDisenoDeObrasElstalizacionesHidroSanitarias.pdf .							

V. Fichas técnicas para uso doméstico, rural o periurbano

A. Captación de agua de lluvia

Captación de agua de lluvia								
Captación de agua de lluvia en techumbre, atrapaniebla								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
Técnicos	Captura agua de lluvia que se recoge de los techos de las casas o de otro tipo de construcciones dentro del predio como bodegas, talleres, edificios, entre otros. Estos volúmenes de agua son depositados en tanques de almacenamiento. Básicamente, el sistema está compuesto por el techo, las canaletas, las uniones del tubo de conducción, los sistemas de limpieza, conducción y el tanque de almacenamiento. El mantenimiento debe ser constante, sobre todo al iniciar las lluvias, y permitir que las primeras lluvias hagan limpieza del techo. El agua captada puede necesitar tratamiento.	Reforzar los componentes en las techumbres y al conectar al tanque.				*	*	
	Usar conexiones flexibles en la colocación de tuberías.				*	*		
	Limpieza de las techumbres antes de las lluvias o en presencia de cenizas.	*		*	*	*	*	*
	Instalación de filtro retenedor de basura a la salida de la tubería, antes del tanque.	*		*	*	*	*	*
	Incluir sistemas de purificación de agua.	*				*		
	Duplicar el número de tanques de almacenamiento de agua.					*		
	Fortalecer la construcción de los atrapanieblas en zonas con perturbaciones por viento.			*	*			
	Generar brechas cortafuego a distancia para evitar el incendio de la malla.						*	
El sistema de obtención de agua de niebla se basa en la colocación de mallas plásticas que interceptan la niebla. Al topar las gotas de agua en la malla, se acumulan y caen por efecto de la gravedad dirigidas por un canal hasta el depósito. Se instalan desde los 300 m sobre el nivel del mar. Las condiciones para la colocación son que exista una niebla densa y constante al ras de la superficie durante largos períodos en el año. La captación de aguas de lluvia se hace tanto en zonas rurales como urbanas.								

Captación de agua de lluvia							
Captación de agua de lluvia en techumbre, atrapaniebla							
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas					
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos
Tecnológicos	Uso de tecnologías prefabricadas que mejoren el sistema.	*		*	*	*	*
	Uso de materiales resistentes a los eventos extremos.	*		*	*	*	*
Metodológicos	El volumen que se puede capturar depende tanto de la precipitación de la zona como del tamaño del techo y de la demanda del usuario. El diseño requiere apoyo inicial de un técnico, y la operación y el mantenimiento (este debe ejecutarse de forma continua) pueden realizarlos el usuario. Existen diferentes diseños y métodos para instalar un sistema de captación de agua de lluvia y almacenamiento de esta, dependiendo del material existente en la zona, métodos de construcción y mantenimiento, de acuerdo con la calidad y cantidad, así como sus adaptaciones.	Identificar correctamente la necesidad del usuario.	*		*	*	*
		Selección de sitios con baja vulnerabilidad.	*				
SbN	La captación de agua de lluvia en techumbres y el atrapaniebla son, en sí, soluciones basadas en la naturaleza.	Aprovechamiento de agua en parcelas.				*	
Material de consulta sugerido							
Bibliografía	Global Water Partnership Central America (2013), <i>Tecnologías para el uso sostenible del agua: una contribución a la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático</i> , Tegucigalpa, Asociación Mundial para el Agua, Capítulo Centroamérica/Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) [en línea] https://www.fao.org/3/i3442s/i3442s.pdf .						
	M. Prieto Celi y M. Vieira (2013), <i>Captación y almacenamiento de agua de lluvia: opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe</i> , Santiago de Chile, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) [en línea] https://www.fao.org/3/i3247s/i3247s.pdf .						
	E. O. Cervantes Gutiérrez y otros (2017-2018), <i>Tecnologías apropiadas para el acceso sostenible al agua en el medio rural marginado</i> , Jiutepec, Morelos, México, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) [en línea] https://www.gob.mx/imta/documentos/tecnologias-apropiadas-para-el-acceso-sostenible-al-agua-en-el-medio-rural-marginado .						
	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) (2021), <i>Sistema de captación de agua de lluvia SCALL: manual de instalación</i> , Jiutepec, Morelos, México, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales/Instituto Mexicano de Tecnología del Agua [en línea] https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/646900/Sistema_de_Captacion_de_Agua_de_Lluvia_SCALL_2.pdf .						
	Organización Panamericana de la Salud (OPS) y otros (2011), <i>Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario</i> , Managua, Organización Panamericana de la Salud (OPS)/Office of U.S. Foreign Disaster Assistance (OFDA)/Department for International Development (DFID)/Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.						

B. Almacenamiento doméstico de agua potable

Almacenamiento de agua potable								
Tanques, cisternas, pilas								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor; incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
Técnicos	Para el almacenamiento doméstico del agua se utilizan tanques, cisternas, pilas o estanques. Este tipo de infraestructura permite guardar agua por un tiempo, tanto de extracción de agua subterránea, de manantiales, ríos, como de techumbres. Antes de ingresar el agua a este tipo de almacenamientos es importante colocar coladeras y filtro para evitar la entrada de basura.	Contar con personal calificado local (o, en su caso, capacitarlo) para la construcción de tanques y cisternas.						
	Las cisternas son construcciones enterradas en el suelo. En ocasiones, se opta por enterrar tanques ya contruidos de diferentes materiales. Los tanques pueden ser contruidos de diferentes materiales, entre los cuales se puede citar el ferrocemento, tabique, metálicos o plástico. El almacenamiento se realiza tanto en zonas urbanas como rurales. Muchas viviendas de las zonas urbanas tienen cisterna y un tinaco; en otras, solamente el tinaco.	Colocar drenajes pluviales en el perímetro del área donde se ubique el tanque de almacenamiento, cisterna, en especial en zonas de terrenos inestables.	*		*			*
		Reforzar la resistencia estructural en zonas sísmicas.			*			*
		En la construcción de los techos de los tanques se debe tomar en cuenta la presencia de mayores cargas por cenizas, arenas, vientos, lluvias, a fin de mejorar la resistencia de estos y evitar fracturas y colapsos.	*		*	*		*
		Pintar los tanques por fuera.				*		
		Instalar conexión flexible/dúctil entre tanque y tubería.			*	*		*
		Elevación o protección de tanques de almacenamiento.	*					
		Los accesos al interior de los tanques y sus respiradores, con cierres herméticos.	*		*	*	*	*
		Evitar que la llave de salida y, en su caso, de desfogue estén expuestas al paso de personas, animales.	*		*	*	*	*
		Mantener el tanque y la cisterna tapados para evitar la entrada de basura, polvo y el crecimiento de algas.	*		*	*	*	*
	Limpieza del interior de la cisterna o tanque de almacenamiento una vez al año.	*		*	*	*	*	

Almacenamiento de agua potable								
Tanques, cisternas, pilas								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas						
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas
Tecnológicos	Selección de tanques, cisternas, aljibes prefabricados con mayores elementos tecnológicos de resistencia para la zona.	*		*	*	*	*	
	Diseño de tanques de otras latitudes. Analizar la factibilidad de colocación en la zona de acuerdo con las condiciones del clima y la continuidad y presión del servicio.	*		*	*	*	*	
Metodológicos	Para el diseño y posterior construcción de las cisternas, aljibes y tanques se debe contar con el apoyo técnico local. La selección de la infraestructura que se colocará depende del espacio que se tenga para su ubicación, la disponibilidad de materiales y el costo.	Identificar correctamente la necesidad del usuario.	*		*	*	*	*
	Verificar que se considere si ocurren eventos extremos en la zona para incluir los refuerzos en el diseño.	*		*	*	*	*	*
	Construir los tanques sobre una infraestructura que los eleve del nivel del suelo en zonas inundables. En cisternas, verificar que la tapa impida la entrada del agua.	*						
	Capacitación del usuario en la operación y mantenimiento del tanque.	*		*	*	*	*	*
	En el diseño o conceptualización de tanques y cisternas de una zona, verificar el mapa de riesgos de la región para la mejor selección y/o instalación de tanques, cisternas o aljibes en esa zona.	*		*	*	*	*	*
	El tanque o cisterna debe estar cerca de la casa y en suelo firme.	*		*	*	*	*	*
	En zonas con mucha pendiente, buscar suelo firme.			*				
	En la colocación de tanques en laderas, hacer barreras de protección (SbN) para evitar el deslizamiento o aplastamiento.			*			*	*
	Proteger las instalaciones con un cerco protector.	*		*				

Almacenamiento de agua potable							
Tanques, cisternas, pilas							
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas					
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor; incendios forestales	Sismos
SbN	Zanjas de infiltración.	*					
	Estabilizar áreas propensas a deslizamientos de tierra mediante la plantación de árboles.			*			
	Revegetación (incluye reforestación y conversión forestal).	*		*		*	
	Retención de azolves.	*		*			
	Espacios verdes (biorretención e infiltración).	*		*			
Material de consulta sugerido							
Bibliografía	Organización Panamericana de la Salud (OPS) y otros (2011), <i>Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario</i> , Managua, Organización Panamericana de la Salud (OPS)/Office of U.S. Foreign Disaster Assistance (OFDA)/Department for International Development (DFID)/Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.						
	Global Water Partnership Central America (2013), <i>Tecnologías para el uso sostenible del agua: una contribución a la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático</i> , Tegucigalpa, Asociación Mundial para el Agua, Capítulo Centroamérica/Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) [en línea] https://www.fao.org/3/i3442s/i3442s.pdf .						
	M. Prieto Celi y M. Vieira (2013), <i>Captación y almacenamiento de agua de lluvia: opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe</i> , Santiago de Chile, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) [en línea] https://www.fao.org/3/i3247s/i3247s.pdf .						
	E. O. Cervantes Gutiérrez y otros (2017-2018), <i>Tecnologías apropiadas para el acceso sostenible al agua en el medio rural marginado</i> , Jiutepec, Morelos, México, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) [en línea] https://www.gob.mx/imta/documentos/tecnologias-apropiadas-para-el-acceso-sostenible-al-agua-en-el-medio-rural-marginado .						
	D. Corina (2018), <i>Tanques de ferrocemento: una opción tecnológica para cosechar agua en tiempos de cambio climático, para poblaciones vulnerables en contextos dispersos</i> , La Paz, Bolivia, Promoción de la Sustentabilidad de Conocimientos Compartidos (PROSUCO) [en línea] https://prosuco.org/wp-content/uploads/2020/10/CartillaTanques-ferrocemneto.pdf .						
	T. Caballero Aquino (2006), <i>Captación de agua de lluvia y almacenamiento en tanques de ferrocemento: manual técnico</i> , Distrito Federal, México, Instituto Politécnico Nacional (IPN) [en línea] https://ecotec.unam.mx/wp-content/uploads/Captacion-de-Agua-de-lluvia-y-almacenamiento-en-Tanques-de-Ferrocemento.pdf .						
Normativa	Costa Rica, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2017), "Norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial", <i>Alcance</i> , N° 227, <i>La Gaceta</i> , N° 180, y <i>Alcance</i> , N° 39, <i>La Gaceta</i> , N° 38, 22 de septiembre de 2017, y 24 de febrero de 2021 [en línea] https://faolex.fao.org/docs/pdf/cos208343.pdf .						
	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) (1997), <i>Normas técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negras</i> , San Salvador, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados-Gerencia Técnica.						
	Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) (2018), <i>Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro-sanitario del INAPA (DIG-PO-001)</i> , Santo Domingo, República Dominicana, Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados-Dirección de Ingeniería [en línea] https://www.inapa.gob.do/phocadownload/Proyectos/Reglamentos_y_requerimientos_de_proyectos/ReglamentoTecnicoParaDisenoDeObrasElstalizacionesHidroSanitarias.pdf .						

C. Extracción de aguas subterráneas (doméstica)

Extracción de aguas subterráneas		Pozos someros (norias, pozos a cielo abierto o pozos artesanales), pozos punta							
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas							
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas	
Técnicos	En los pozos someros (pozos a cielo abierto, pozos freáticos artesanales, norias), el agua se extrae de la parte superior de la zona freática, y normalmente se perforan de modo manual. Su diámetro, regularmente, es de 1,0 a 1,5 m, y se perfora hasta tener por lo menos 1,0 m de la capa freática. La profundidad no debe ir más allá de los 10 m. En ocasiones, estas perforaciones llegan a los 20 m. El ademe puede ser construido de diferentes materiales de la región; para el tipo indio, se dejan perforaciones en la zona permeable; para los ademes, con mampostería de piedra o tabique en la misma zona se dejarán espacios sin “juntear”.	Prever que no haya fuentes de contaminación, como saneamiento básico, ni resguardo de animales junto a la construcción del pozo.	*		*		*		
	La extracción del agua se realiza de forma manual o con bombas manuales.	Al terminar el pozo, la altura del ademe sobre la superficie del terreno tiene que estar 61 cm (24 pulgadas) arriba del nivel máximo de inundación registrado durante los últimos 100 años, y contar con pendiente hacia afuera del pozo.	*		*				
	En ocasiones, se hacen pozos someros con una broca manual hasta localizar la zona freática, colocando tubería y conectando una bomba sumergible.	En caso de utilizar equipo electromecánico, colocar a una altura mínima de 1,20 m o a una altura mayor que el máximo nivel alcanzado por el agua.	*		*				
	Por lo general, este tipo de pozos es utilizado en las zonas rurales o, en ocasiones, en las zonas periurbanas.	Construir muros de contención alrededor de las bombas centrífugas.	*		*				
		Adaptar las estructuras para que puedan soportar eventos mayores o catastróficos.	*		*	*		*	*
		Ante manantiales a cielo abierto, construir una estructura para evitar la contaminación del agua. E instalar una bomba para la extracción de agua.	*		*	*		*	*
		Evitar la construcción en zonas cercanas a derrumbes o susceptibles a deslizamientos por saturación de humedad del terreno.	*		*				
		Evitar la construcción del pozo cercana a donde se realiza el depósito de basura, a la zona de animales o baños secos o fosas sépticas.	*		*	*	*	*	*

Extracción de aguas subterráneas								
Pozos someros (norias, pozos a cielo abierto o pozos artesanales), pozos punta								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)		Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas					
			Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor; incendios forestales	Sismos
Técnicos		Construcción del pozo con personal local capacitado.						
		Elevar la infraestructura de protección para evitar la intrusión salina.	*					
Tecnológicos		Verificación de la actividad antropogénica para prevenir la contaminación del manto freático.	*		*	*	*	*
		Utilizar maquinaria para facilitar la construcción del pozo.	*		*	*	*	*
		Nuevas tecnologías para la perforación de pozos.	*		*	*	*	*
Metodológicos	En el diseño de un pozo somero es importante conocer la estabilidad del terreno y recomendar, en su caso, la colocación de taludes. Debido a la vulnerabilidad para la contaminación del agua, es importante el trabajo con los usuarios para la filtración y depuración del agua, así como el mantenimiento que debe tener el pozo. En algunos países es necesario hacer la inscripción de la construcción del pozo somero.	La visita de campo se considera un elemento indispensable no solo para la recopilación de información hidrogeológica, sino también para la observación del sitio y de los pozos aledaños y el riesgo del sitio ante diferentes eventos en la construcción de un pozo.	*		*	*	*	*
		Conocer la geomorfología de la zona para la ubicación de los puntos y la extracción del agua.	*		*	*	*	*
		Mantener limpia la zona de afloramiento, realizar el deshierbe, no arrancar árboles ni realizar cortes; solamente limpiar a su alrededor. Construir una cerca para evitar el paso de los animales.	*		*	*	*	*
SbN		Cubiertas vegetadas aguas arriba.	*		*	*	*	*
		Zanjas de infiltración.	*					
		Estabilizar áreas propensas a deslizamientos de tierra mediante la plantación de árboles.			*			
		Retención de azolves.	*		*	*	*	*

Extracción de aguas subterráneas	
Pozos someros (norias, pozos a cielo abierto o pozos artesanales), pozos punta	
Material de consulta sugerido	
Bibliografía	Organización Panamericana de la Salud (OPS) y otros (2011), <i>Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario</i> , Managua, Organización Panamericana de la Salud (OPS)/Office of U.S. Foreign Disaster Assistance (OFDA)/Department for International Development (DFID)/Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019e), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 7. Obras de captación superficiales</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro7.pdf .
	E. O. Cervantes Gutiérrez y otros (2017-2018), <i>Tecnologías apropiadas para el acceso sostenible al agua en el medio rural marginado</i> , Jiutepec, Morelos, México, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) [en línea] https://www.gob.mx/imta/documentos/tecnologias-apropiadas-para-el-acceso-sostenible-al-agua-en-el-medio-rural-marginado .
	T. Caballero Aquino (2006), <i>Captación de agua de lluvia y almacenamiento en tanques de ferrocemento: manual técnico</i> , Distrito Federal, México, Instituto Politécnico Nacional (IPN) [en línea] https://ecotec.unam.mx/wp-content/uploads/Captacion-de-Agua-de-lluvia-y-almacenamiento-en-Tanques-de-Ferrocemento.pdf .
Normativa	Costa Rica, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2017), “Norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial”, <i>Alcance</i> , N° 227, <i>La Gaceta</i> , N° 180, y <i>Alcance</i> , N° 39, <i>La Gaceta</i> , N° 38, 22 de septiembre de 2017, y 24 de febrero de 2021 [en línea] https://faolex.fao.org/docs/pdf/cos208343.pdf .
	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) (1997), <i>Normas técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negras</i> , San Salvador, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados-Gerencia Técnica.
	Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) (2018), <i>Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro-sanitario del INAPA (DIG-PO-001)</i> , Santo Domingo, República Dominicana, Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados-Dirección de Ingeniería [en línea] https://www.inapa.gob.do/phocadownload/Proyectos/Reglamentos_y_requerimientos_de_proyectos/ReglamentoTecnicoParaDisenoDeObrasElstalacionesHidroSanitarias.pdf .

D. Manejo de excretas y aguas grises

Manejo de excretas y aguas grises		Sanitario ecológico seco, sanitario ecológico húmedo, lavaderos ecológicos, huertos familiares							
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)	Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas							
		Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos	Erupciones volcánicas	
Técnicos	En diferentes regiones, por la falta de alcantarillado sanitario, en unidades familiares, sobre todo en el medio rural y en las periferias de las ciudades, se ha optado por el uso de letrinas para la disposición de excretas. Existen diferentes opciones de letrinas como: letrina de fosa simple (se construye una fosa en tierra), letrina de fosa simple ventilada (se coloca una salida de los gases), letrina abonera seca familiar (consta de dos cámaras; al llenarse y sellarse la primera, se habilita la siguiente; se construye a partir del nivel del suelo y se separa la orina), letrina abonera sola (una sola cámara con plancha de fibra de vidrio como secador), letrina con sello hidráulico (cada que se usa se limpia con un balde de agua, y está conectada a una fosa séptica). Las aguas grises (provenientes del lavado de ropa, cocina [colocar trampa de grasas], baño [sin considerar el agua de los inodoros]) pueden enviarse a: una zanja de absorción, biofiltros, jardineras con filtro y huertos familiares. Básicamente, se utiliza en las zonas rurales y en zonas periurbanas.	Verificar que las cámaras de las letrinas sean impermeables y existan los desagües necesarios. Considerar si hay inundaciones en la zona.	*						
	Construcción de casetas con materiales más resistentes (tabique, ferrocemento, entre otros).			*			*		
	En nivel freático debe estar a más de 3 m de profundidad.		*		*	*	*	*	
	Distancia entre la letrina y el pozo de agua entre 10 m y 30 m preferentemente esta última distancia).		*		*	*	*	*	
	En pendientes, instalar las letrinas en la parte baja.			*					
	Establecer distancias entre diferentes estructuras como pozos, viviendas, tanques de agua, tubería de agua potable, terrenos de vecinos.		*		*	*	*	*	
	Verificar el tipo de separación de excretas que elegir en suelos arcillosos y donde el nivel freático es alto.		*						
	Mantenimiento periódico indispensable para el buen funcionamiento.		*		*	*	*	*	
	Construir terraplenes para evitar que el agua de escorrentía entre a las fosas y cámaras.		*						
Tecnológicos	Letrinas prefabricadas.	*							
	Fosas sépticas prefabricadas.			*	*	*	*		
	Pozos de absorción prefabricados.			*	*	*	*		
	Verificar las características de las estructuras prefabricadas para evitar que se aplasten o sufran otro tipo de deterioro.	*		*	*	*	*	*	

Manejo de excretas y aguas grises								
Sanitario ecológico seco, sanitario ecológico húmedo, lavaderos ecológicos, huertos familiares								
Aspectos generales que considerar (criterios generales de diseño)		Medidas para la RRD-ASICC (reducción del riesgo de desastres y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático) y soluciones basadas en la naturaleza (SbN)	Amenazas					
			Precipitaciones extremas e inundaciones	Nivel del mar	Movimientos en masa	Ráfagas de viento	Sequías, altas temperaturas, olas de calor, incendios forestales	Sismos
Tecnológicos	Para determinar el mejor sistema de saneamiento individual, se consideran elementos como la existencia y cantidad de agua, el espacio aprovechable, los costos (construcción, operación y mantenimiento), cuestiones culturales, aptitud para operar el sistema.	Diseñar y ubicar las letrinas en terreno seco.	*		*	*	*	*
		Reforzar la construcción de la caseta con materiales más resistentes.	*		*	*	*	*
SbN		Zanjas de infiltración.	*					
		Estabilizar áreas propensas a deslizamientos de tierra mediante la plantación de árboles.			*			
		Revegetación (incluye reforestación y conversión forestal).	*		*	*		
		Retención de azolves.	*		*			
		Espacios verdes (biorretención e infiltración).	*		*			
Material de consulta sugerido								
Bibliografía	Organización Panamericana de la Salud (OPS) y otros (2011), <i>Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario</i> , Managua, Organización Panamericana de la Salud (OPS)/Office of U.S. Foreign Disaster Assistance (OFDA)/Department for International Development (DFID)/Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.							
	Global Water Partnership Central America (2013), <i>Tecnologías para el uso sostenible del agua: una contribución a la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático</i> , Tegucigalpa, Asociación Mundial para el Agua, Capítulo Centroamérica/Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) [en línea] https://www.fao.org/3/i3442s/i3442s.pdf .							
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019a), <i>Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 37. Saneamiento básico</i> , Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro37.pdf .							
	E. O. Cervantes Gutiérrez y otros (2017-2018), <i>Tecnologías apropiadas para el acceso sostenible al agua en el medio rural marginado</i> , Jiutepec, Morelos, México, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) [en línea] https://www.gob.mx/imta/documentos/tecnologias-apropiadas-para-el-acceso-sostenible-al-agua-en-el-medio-rural-marginado .							
	B. Antúnez (2019), <i>Manual de construcción y mantenimiento de letrinas en barrios populares de Tegucigalpa</i> , Tegucigalpa, Banco Interamericano de Desarrollo (BID) [en línea] https://publications.iadb.org/es/manual-de-construccion-y-mantenimiento-de-letrinas .							

Manejo de excretas y aguas grises	
Sanitario ecológico seco, sanitario ecológico húmedo, lavaderos ecológicos, huertos familiares	
Material de consulta sugerido	
Normativa	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2009), <i>Guía técnica sanitaria para la instalación y funcionamiento de sistemas de tratamiento individuales de aguas negras y grises</i> , San Salvador; Ministerio de Salud-Dirección de Regulación General de Salud-Unidad de Atención al Ambiente [en línea] http://usam.salud.gob.sv/archivos/pdf/guias/GAR_2009.pdf .
	Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica (2017), <i>Código de instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificaciones</i> , San José, Costa Rica [en línea] http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=83561&nValor3=107558&strTipM=TC .
	El Salvador, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2004), <i>Norma técnica sanitaria para la instalación, uso y mantenimiento de letrinas secas sin arrastre de agua</i> , San Salvador [en línea] http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/norma/Norma_letrinas_secas.pdf .
	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social e Instituto de Fomento Municipal (2011), <i>Guía de normas para la disposición final de excretas y aguas residuales en zonas rurales de Guatemala</i> , Ciudad de Guatemala, Ministerio de Salud Pública/Instituto de Fomento Municipal [en línea] http://desastres.medicina.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0287/doc0287.pdf .
	Honduras, Servicio Nacional de Acueductos y Alcantarillado (2011), <i>Programa de Agua Potable y Saneamiento Rural: Reglamento Operativo</i> , Tegucigalpa [en línea] https://1793ho.files.wordpress.com/2012/05/manual-operativo-1793-para-no-objecion-v-3-10-21-07-11.pdf .
	Nicaragua, Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (2001), "Normas técnicas para diseños de sistemas de abastecimientos de agua potable en el medio rural y saneamiento básico rural", <i>Gaceta Diario Oficial</i> , N° 46 al 48, 6 al 8 de marzo [en línea] http://legislacion.asamblea.gob.ni/gacetas/2001/3/g46.pdf .
	Panamá, Ministerio de Salud (2020), "Manual de buenas prácticas ambientales para acueductos y sistemas de saneamiento rural. Resolución N° 713, de jueves 30 de julio de 2020", <i>Gaceta Oficial Digital</i> , N° 29093-A, Dirección del Subsector de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, 18 de agosto [en línea] https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/29093_A/GacetaNo_29093a_20200818.pdf .
	Costa Rica, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2017), "Norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial", <i>Alcance</i> , N° 227, <i>La Gaceta</i> , N° 180, y <i>Alcance</i> , N° 39, <i>La Gaceta</i> , N° 38, 22 de septiembre de 2017, y 24 de febrero de 2021 [en línea] https://faolex.fao.org/docs/pdf/cos208343.pdf .
	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) (1997), <i>Normas técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negras</i> , San Salvador; Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados-Gerencia Técnica.
Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) (2018), <i>Reglamento Técnico para Diseño de Obras e Instalaciones Hidro-Sanitario del INAPA (DIG-PO-001)</i> , Santo Domingo, República Dominicana, Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados-Dirección de Ingeniería [en línea] https://www.inapa.gob.do/phocadownload/Proyectos/Reglamentos_y_requerimientos_de_proyectos/ReglamentoTecnicoParaDisenoDeObrasElstalacionesHidroSanitarias.pdf .	

VI. Conclusiones y recomendaciones

La región de Centroamérica y el Caribe es de las más expuestas a riesgos debidos al cambio climático. De ahí que resulte importante considerar medidas que reduzcan los riesgos y propicien la adaptación al cambio climático, en particular en los proyectos de APyS, que están especialmente amenazados por eventos repentinos como por procesos de lento desarrollo con riesgos de daño y pérdida tanto desde la capacidad de producción y provisión de los sistemas como por el lado de la demanda, modificando patrones y tendencias de consumo.

Esta publicación forma parte de un conjunto de herramientas para fortalecer los procesos de identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión en APyS en la región, con la integración de la RRD-ASICC. Puede apreciarse la importante cantidad de normativas, regulaciones y criterios técnicos disponibles en las instituciones de APyS en la región SICA, y también fuera de la región; incluso aquellas que abordan aspectos de reducción de riesgos y de adaptación al cambio climático, no obstante, no están necesariamente organizados ni sistematizados con una lógica de cadena de valor, tal y como se ha desarrollado en esta publicación.

Se recomienda la consulta y aplicación de las fichas técnicas por parte de los especialistas de inversión de las oficinas centrales de inversión pública y de los especialistas de sectoriales responsables de la identificación, formulación, evaluación y diseño de los proyectos de APyS, para una mayor integración de la RRD-ASICC, la cual debe derivar en medidas que sean parte integrante del proyecto. También se recomienda nutrir las fichas con nuevos alcances técnicos, tecnológicos y metodológicos a medida que se producen nuevas normas, regulaciones, conocimientos y buenas prácticas. Las fichas técnicas propuestas tienen una esencia dinámica que debe retroalimentarse de la práctica.

Bibliografía

- AECOM (2017), *Climate-Resilient Water Infrastructure: Guidelines and Lessons from the USAID Be Secure Project*, Manila, United States Agency for International Development (USAID) [en línea] <https://www.climatelinks.org/resources/climate-resilient-water-infrastructure-guidelines-and-lessons-usaid-be-secure-project>.
- AGIES (Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica) (2018), *Normas de seguridad estructural para la República de Guatemala 2018. NSE 2: demandas estructurales y condiciones de sitio*, Ciudad de Guatemala [en línea] https://conred.gob.gt/normas/NRD1/NSE_2_07112018.pdf.
- Alcaldía de Managua (2002), *Reglamento de drenaje pluvial para el área del Municipio de Managua*, Managua, Dirección General Desarrollo Urbano, Desarrollo Municipal [en línea] <https://alma.managua.gob.ni/ConsultaCUS/Reglamentos/Reglamento%20de%20Drenaje%20Pluvial.pdf>.
- ANA (Autoridad Nacional del Agua) (2021), *Resolución Administrativa Técnico Normativa RATN-ANA-00-2021. Proceso de registro de consultores para la elaboración de estudios tarifarios, hidrológicos, hidrogeológicos, informes para permisos de vertidos, diseños de sistemas de agua potable y diseño de sistemas de saneamiento, informes de monitoreos hidráulicos y de calidad de aguas, y perforadores de pozos*, Managua [en línea] http://ana.gob.ni/sites/default/files/inline-files/2_RATN-ANA-001-2021.pdf.
- ____ (2019), *Normas de diseño de sistemas de abastecimiento y potabilización del agua*, Managua.
- ____ (2010), *Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario*, Managua, Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado [en línea] <http://www.inaa.gob.ni/node/225>.
- ANDA (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados) (2014), *Normativa para proyectos de alcantarillado condominal*, San Salvador [en línea] <https://www.transparencia.gob.sv/institutions/anda/documents/114589/download>.
- ____ (2009), *Norma técnica para la perforación de pozos profundos*, San Salvador, Plan Hidro 2009/ Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados-Gerencia Técnica-Departamento de Normas Técnicas [en línea] <https://www.transparencia.gob.sv/institutions/anda/documents/50514/download>.
- ____ (2007), *Propuesta de medidores individuales en condominios (aprobada por la Junta de Gobierno en Acta N° 2095, Punto XI, de 6 de junio de 2007)*, San Salvador, Dirección Técnica [en línea] <https://www.transparencia.gob.sv/institutions/anda/documents/50517/download>.
- ____ (2004), *Norma para regular calidad de aguas residuales de tipo especial descargadas al alcantarillado sanitario*, San Salvador, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados-Gerencia Técnica-Departamento de Normas Técnicas [en línea] <https://www.transparencia.gob.sv/institutions/anda/documents/50513/download>.
- ____ (1997), *Normas técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negras*, San Salvador, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados-Gerencia Técnica.
- Antúnez, B. (2019), *Manual de construcción y mantenimiento de letrinas en barrios populares de Tegucigalpa*, Tegucigalpa, Banco Interamericano de Desarrollo (BID) [en línea] <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-privada-del-norte/laboratorio-de-construccion-sostenible-1/manual-de-construccion-y-mantenimiento-de-letrinas-es-es/61281923>.
- Arreguín Cortés, F. (2021), *Obras hidráulicas*, Ciudad de México, Instituto de Ingeniería-Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) [en línea] <https://www.iingen.unam.mx/es-mx/AlmacenDigital/Libros/Documents/obras-hidraulicas-digital.pdf>.
- Astorga, Y. (2023), "Estudio sobre los impactos del cambio climático", borrador de informe de consultoría, San José, Costa Rica, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

- Bolivia (Edo. Plur. de), Ministerio de Medio Ambiente y Agua (2018), *Manual para la toma de decisiones en proyectos de agua potable y saneamiento básico con infraestructura resiliente*, La Paz, Bolivia, Ministerio de Medio Ambiente y Agua-Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico [en línea] <https://www.helvetas.org/Publications-PDFs/Latin-America/Bolivia/Reduccion%20Riesgos%20de%20Desastres/8.%20ARI-Agua%20Potable%20y%20Saneamiento%20Basico.pdf>.
- Brown Salazar, D. (2004), *Guía para el manejo de excretas y aguas residuales municipales: enfoque Centroamérica*, Programa Ambiental Regional para Centroamérica (PROARCA) [en línea] https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/BROWN%202004.%20Gu%C3%ADa%20para%20el%20Manejo%20de%20Excretas%20y%20Aguas%20Residuales.PDF.
- Caballero Aquino, T. (2006), *Captación de agua de lluvia y almacenamiento en tanques de ferrocemento: manual técnico*, Distrito Federal, México, Instituto Politécnico Nacional (IPN) [en línea] <https://ecotec.unam.mx/wp-content/uploads/Captacion-de-Agua-de-lluvia-y-almacenamiento-en-Tanques-de-Ferrocemento.pdf>.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (2002), *Manual de diseño de galerías filtrantes*, Lima, Organización Panamericana de la Salud (OPS) [en línea] <https://iris.paho.org/handle/10665.2/55441>.
- Cervantes Gutiérrez, E. O. y otros (2017-2018), *Tecnologías apropiadas para el acceso sostenible al agua en el medio rural marginado*, Jiutepec, Morelos, México, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua [en línea] <https://www.gob.mx/imta/documentos/tecnologias-apropiadas-para-el-acceso-sostenible-al-agua-en-el-medio-rural-marginado>.
- Checa Sánchez, M. S. y M. De Pazos Liaño (coords.) (2018), *Guía básica de diseño de sistemas de gestión sostenible de aguas pluviales en zonas verdes y otros espacios libres*, Madrid, Ayuntamiento de Madrid-Dirección General de Gestión del Agua y Zonas Verdes-Área de Gobierno de Medio Ambiente y Movilidad [en línea] [https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Agua/TODOSOBREAGUA\(InformaciónSobreAgua\)/SistemaUrbanosDrenajeSostenible/Gu%C3%ADa%20básica%20de%20diseño%20sistemas%20de%20gestión%20sostenible%20de%20aguas%20pluviales.pdf](https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Agua/TODOSOBREAGUA(InformaciónSobreAgua)/SistemaUrbanosDrenajeSostenible/Gu%C3%ADa%20básica%20de%20diseño%20sistemas%20de%20gestión%20sostenible%20de%20aguas%20pluviales.pdf).
- Colegio de Ingenieros Civiles de Honduras (2008), *Código Hondureño de Construcción: normas técnicas (CHOC-08)*, Tegucigalpa [en línea] <https://www.udocz.com/apuntes/36320/codigo-hondureno-de-construccion-choc>.
- Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica (2017), *Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones*, San José, Costa Rica [en línea] http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=83561&nValor3=107558&strTipM=TC
- _____(2011), *Código Sísmico de Costa Rica 2010*, Cartago, Costa Rica, Editorial Tecnológica de Costa Rica [en línea] <https://www.codigosismico.or.cr/descargas/CSCR2010.pdf>.
- Comités Nacionales de Reglamentación Técnica (s/f), *Agua: aguas residuales. Parámetros de calidad de aguas residuales para descarga y manejo de lodos residuales*, San Salvador, Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica (OSARTEC).
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) (2020), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 24. Diseño de plantas potabilizadoras de tecnología simplificada*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro24.pdf>.
- _____(2019a), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 3. Establecimiento de medidas preventivas, de seguridad y diseño de obras de protección de la infraestructura de agua potable en situaciones de emergencia*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro.pdf>.
- _____(2019b), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 4. Datos básicos para proyectos de agua potable y alcantarillado*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/

- Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro4.pdf>
- ____ (2019c), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 5. Estudios técnicos para proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento: topografía y mecánica de suelos*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro5.pdf>.
- ____ (2019d), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 6. Estudios técnicos para proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento: diseño estructural*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro6.pdf>.
- ____ (2019e), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 7. Obras de captación superficiales*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro7.pdf>.
- ____ (2019f), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 8. Captación por medio de pozos profundos*, Ciudad de México, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro8.pdf>.
- ____ (2019g), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 9. Sistemas de medición del agua: producción, operación y consumo*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro9.pdf>.
- ____ (2019h), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 10. Conducciones*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro10.pdf>.
- ____ (2019i), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 11. Fenómenos transitorios en líneas de conducción*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro11.pdf>.
- ____ (2019j), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 12. Diseño de redes de distribución de agua potable*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro12.pdf>.
- ____ (2019k), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 13. Modelación hidráulica y de calidad del agua en redes de distribución*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro1.pdf>.
- ____ (2019l), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 19. Drenaje pluvial urbano*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro19.pdf>.
- ____ (2019m), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 20. Alcantarillado sanitario*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro20.pdf>.
- ____ (2019n), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 21. Sistemas alternativos de alcantarillado sanitario*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro21.pdf>.

- ____ (2019ñ), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 22. Aplicación de fuentes de energía renovable en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro22.pdf>.
- ____ (2019o), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 23. Desinfección para sistemas de agua potable y saneamiento*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro2.pdf>.
- ____ (2019p), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 24. Diseño de plantas potabilizadoras de tecnología simplificada*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro24.pdf>.
- ____ (2019q), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 25. Introducción al tratamiento de aguas residuales municipales*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro25.pdf>.
- ____ (2019r), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 26. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: pretratamiento y tratamiento primario*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento. <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro26.pdf>.
- ____ (2019s), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 27. Diseños de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: lagunas de estabilización*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro27.pdf>.
- ____ (2019t), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 28. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: reactores anaerobios de flujo ascendente*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro28.pdf>.
- ____ (2019u), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 29. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: filtros anaerobios de flujo ascendente*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro29.pdf>.
- ____ (2019v), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 30. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: humedales artificiales*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro30.pdf>.
- ____ (2019w), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 31. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: zonas rurales, periurbanas y desarrollos ecoturísticos*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento. <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro31.pdf>.
- ____ (2019x), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 32. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: tratamiento y disposición de lodos*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro32.pdf>.

- _____(2019y), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 33. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: procesos de oxidación bioquímica con biomasa suspendida*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro33.pdf>.
- _____(2019z), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 34. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: procesos de oxidación bioquímica con biomasa fija*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro34.pdf>.
- _____(2019aa), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 37. Saneamiento básico*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro37.pdf>.
- _____(2019bb), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 38. Alternativas tecnológicas de tratamiento de aguas residuales para la recarga artificial de acuíferos*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro38.pdf>.
- _____(2019cc), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 40. Rehabilitación de pozos*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro40.pdf>.
- _____(2019dd), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 42. Mantenimiento y reparación de tuberías y piezas especiales*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro42.pdf>.
- _____(2019ee), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 46. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: pretratamiento y tratamiento primario*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro46.pdf>.
- _____(2019ff), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 47. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: lagunas de estabilización*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro47.pdf>.
- _____(2019gg), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 48. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: lagunas aireadas*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro48.pdf>.
- _____(2019hh), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 49. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: procesos anaerobios*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro49.pdf>.
- _____(2019ii), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 50. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: tratamiento y disposición de lodos*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro50.pdf>.

- _____(2019jj), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 51. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: lodos activados*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro51.pdf>.
- _____(2019kk), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 52. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: filtros rociadores*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro52.pdf>.
- _____(2019ll), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 55. Cultura del agua*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro55.pdf>.
- _____(2013), *Manual para el control de inundaciones (2a ed.)*, Distrito Federal, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General Técnica [en línea] https://backend.aprende.sep.gob.mx/media/uploads/proedit/resources/manual_para_el_contr_d6bbce9f.pdf
- Corina, D. (2018), *Tanques de ferrocemento: una opción tecnológica para cosechar agua en tiempos de cambio climático, para poblaciones vulnerables en contextos dispersos*, La Paz, Bolivia, Promoción de la Sustentabilidad de Conocimientos Compartidos (PROSUCO) [en línea] <https://prosuco.org/wp-content/uploads/2020/10/CartillaTanques-ferrocemneto.pdf>.
- Costa Rica (2021), “Reforma Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales N° 4870-S-MINAE”, *La Gaceta*, 21 de enero [en línea] http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=94734&nValor3=126253&strTipM=TC.
- _____(2018), *Reforma y Adición al Decreto Ejecutivo N° 38924-S del 12 de enero de 2015. Reglamento para la Calidad del Agua Potable. Decreto Ejecutivo N° 41499-S*, 29 de noviembre [en línea] https://aresep.go.cr/images/documentos/AGUA/4.Normativas/Reforma_y_adicion_al_reglamento_para_la_calidad_del_agua_potable.pdf.
- _____(2007), “Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales N° 33601”, *La Gaceta*, N° 55, *Alcance*, N° 8, 19 de marzo [en línea] http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=59524&nValor3=83250.
- Costa Rica, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2022), Reglamento de Aprobación y Recepción de Sistemas de Saneamiento por parte del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, 3 de agosto [en línea] http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/normas/nrm_texto_completo.aspx?param2=1&nValor1=1&nValor2=97568&nValor3=131896&nValor4=NO&strTipM=TC.
- _____(2017), “Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial”, *Alcance* N° 227, *La Gaceta*, N° 180, y *Alcance*, N° 39, *La Gaceta*, N° 38, 22 de septiembre de 2017, y 24 de febrero de 2021 [en línea] <https://faolex.fao.org/docs/pdf/cos208343.pdf>.
- _____(2001), “Reglamento de Normas técnicas y procedimientos para el mantenimiento preventivo de los sistemas de abastecimiento de agua N° 2001- 175”, *Diario Oficial La Gaceta*, N° 154, 13 de agosto [en línea] <https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Reglamento%20de%20Normas%20T%C3%A9cnicas%20y%20Procedimientos%20Preventivo%20de%20Sistemas%20de%20Agua%20Potable.pdf>.
- Costa Rica, Ministerio de Salud (2019), *Reforma Reglamento para el Manejo y Disposición final de Lodos y Biosólidos*, N° 42110-S, Poder Ejecutivo, 11 de diciembre [en línea] http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/normas/nrm_texto_completo.aspx?param2=1&nValor1=1&nValor2=90244&nValor3=118788&nValor4=NO&strTipM=TC.

- _____. (2015), *Reglamento para el Manejo y Disposición Final de Lodos y Biosólidos*, N° 39316-S, Poder Ejecutivo, 10 de agosto [en línea] http://www.digeca.go.cr/legislacion-vigente?keys=&field_categoria_legislacion_tid=50.
- Costa Rica, Ministerio de Salud y Ministerio de Medio Ambiente y Energía (2016), *Reglamento de Aprobación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales* N° 39887-S-MINAE, Poder Ejecutivo, 18 de abril [en línea] http://www.digeca.go.cr/legislacion-vigente?keys=&field_categoria_legislacion_tid=50.
- Costa Rica, Ministerio del Ambiente y Energía (2014), “Resolución, N° 479-2014-SETENA, Acuerdo de la Comisión Plenaria: guía ambiental para la construcción”, Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) [en línea] <https://die.mep.go.cr/normativa/guia-ambiental-para-la-construccion>.
- _____. (2010), *Acuerdo de la Comisión Plenaria: guía ambiental para la construcción*, Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA).
- Costa Rica, Poder Ejecutivo (2015), “Reglamento para la Calidad del Agua Potable”, *La Gaceta Diario Oficial*, 1 de septiembre [en línea] https://aresep.go.cr/images/documentos/AGUA/4.Normativas/ALCA69_01_09_2015.pdf.
- Ecuador, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (2003), *Guías técnicas para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de agua potable y saneamiento*, Quito, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda/Subsecretaría de Agua Potable y Saneamiento Básico [en línea] <http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Enero2004/pdf/spa/doc14793/doc14793.pdf>.
- El Salvador, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2021), “Ley General de Recursos Hídricos”, *Diario Oficial*, N° 8, t. 434, 12 de enero [en línea] <https://www.asamblea.gob.sv/sites/default/files/documents/decretos/38040F9D-D229-4C16-8F55-51EF058A2F0A.pdf>.
- El Salvador, Ministerio de Obras Públicas (1997), *Norma técnica para diseño por sismo y sus comentarios*, San Salvador, Ministerio de Obras Públicas de la República de El Salvador/Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos [en línea] https://iisee.kenken.go.jp/worldlist/17_El_Salvador/El_Salvador_Norma_Tecnica_Para_el_Diseño_por_Sismo_1997.pdf.
- El Salvador, Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano (1996), “Decreto N° 105. Reglamento para la Seguridad Estructural de las Construcciones”, *Diario Oficial*, N° 204, t. 333, 30 de octubre [en línea] <https://www.jurisprudencia.gob.sv/DocumentosBoveda/D/2/1990-1999/1996/10/89243.PDF>.
- El Salvador, Ministerio de Salud (2009), “Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08: agua. Agua potable (segunda actualización)”, *Diario Oficial*, t. 383, N° 109, 12 de junio [en línea] <https://cidoc.marn.gob.sv/documentos/norma-salvadorena-obligatoria-nso-13-07-0108-agua-agua-potable-segunda-actualizacion/>.
- El Salvador, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2004), *Norma técnica sanitaria para la instalación, uso y mantenimiento de letrinas secas sin arrastre de agua*, San Salvador [en línea] http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/norma/Norma_letrinas_secas.pdf.
- El Salvador, Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica (2019), “Reglamento Técnico Salvadoreño RTS13.05.01:18: aguas residuales, Parámetros de calidad de aguas residuales para descarga y manejo de lodos residuales”, *Diario Oficial*, t. 423, N° 79, 2 de mayo [en línea] <https://cidoc.marn.gob.sv/documentos/reglamento-tecnico-salvadoreno-aguas-residuales-parametros-de-calidad-de-aguas-residuales-para-descarga-y-manejo-de-lodos-residuales/>.
- _____. (2018), “Reglamento Técnico Salvadoreño RTS.02.01:14: agua. Agua de consumo humano requisitos de calidad e inocuidad”, *Diario Oficial*, N° 60, t. 419, 4 de abril 4 [en línea] http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/reglamento/rts_calidad_e_inocuidad_del_agua_para_consumo_humano_v1.pdf.
- García, E. y otros (2019), *Bases generales para el desarrollo de estudios de reducción de riesgos hidrológicos en ciudades: lecciones aprendidas de la iniciativa Ciudades Emergentes y Sostenibles ante el reto del cambio climático en Latinoamérica y el Caribe*, Banco Interamericano de Desarrollo (BID)-División de Cambio Climático (CCS)/División de Medio Ambiente, Desarrollo Rural y Administración de Riesgos por Desastres (RND)/División de Vivienda y Desarrollo Urbano (HUD) [en línea] <http://dx.doi.org/10.18235/0002128>.

- Global Water Partnership Central America (2013), *Tecnologías para el uso sostenible del agua: una contribución a la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático*, Tegucigalpa, Asociación Mundial para el Agua, Capítulo Centroamérica/Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) [en línea] <https://www.fao.org/3/i3442s/i3442s.pdf>.
- Guatemala (2006), “Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos”, *Acuerdo Gubernativo*, N° 236-2006, 5 de mayo [en línea] <https://www.ecosistemas.com.gt/wp-content/uploads/2015/07/07-Acuerdo-gubernativo-236-2006-Reglamento-descargas-y-reuso.pdf>.
- Guatemala, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2016), “Reforma al Acuerdo Gubernativo N° 236-2006, 5 de mayo del año dos mil seis, Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, Acuerdo Gubernativo N° 110-2016”, *Diario de Centroamérica*, N° 76, 3 de junio [en línea] <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC207028>.
- Guatemala, Ministerio de Economía (s/f), *Norma técnica guatemalteca (COGUANOR NTG 29001): agua para consumo humano (agua potable). Especificaciones*, Ciudad de Guatemala, Ministerio de Economía/Comisión Guatemalteca de Normas [en línea] <http://www.copresam.gob.gt/wp-content/uploads/2021/01/Norma-Tecnica-Guatemalteca-NTG29001.pdf>.
- Guatemala, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2009), *Manual de normas sanitarias que establecen los procesos y métodos de purificación de agua para consumo humano*, Acuerdo Ministerial N° 1148-09, 30 de marzo [en línea] <https://ecosistemas.com.gt/wp-content/uploads/2015/07/06-Acuerdo-ministerial-1148-09-Manual-normas-sanitarias.pdf>.
- GWP/UNICEF (Global Water Partnership/Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia) (2017), *Desarrollo resiliente al clima de los servicios de agua, saneamiento e higiene: relación entre los riesgos y las respuestas: opciones para el desarrollo resiliente al clima del agua, el saneamiento y la higiene (Nota técnica)*, Luanda, Angola [en línea] <https://www.gwp.org/globalassets/global/about-gwp/publications/unicef-gwp/gwp-unicef-linking-risk-with-response-sp.pdf>.
- Honduras, Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (2011), “Estrategia Nacional para el Manejo de Cuencas Hidrográficas en Honduras”, *La Gaceta*, 20 de julio [en línea] <https://www.tsc.gob.hn/web/leyes/Manual%20de%20la%20Estrategia%20Nacional%20de%20Manejo%20de%20Cuencas%20en%20Honduras.pdf>.
- Honduras, Ministerio de Salud (1995), *Norma técnica nacional para la calidad del agua potable: Acuerdo N° 084 del 31 de julio de 1995*, Tegucigalpa, Ministerio de Salud/Organización Panamericana de la Salud (OPS)/Comité Técnico Nacional de Calidad del Agua (CTN-CALAGUA-CAPRE) [en línea] <https://repositorio.credia.hn/bitstream/handle/123456789/82/Norma%20agua%20potable%20Honduras.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Honduras, Poder Legislativo (2009), “Ley General de Aguas”, *La Gaceta Diario Oficial de la República de Honduras*, N° 32,088, 14 de diciembre [en línea] [https://www.poderjudicial.gob.hn/CEDIJ/Leyes/Documents/Ley%20General%20de%20Aguas%20Decreto%20181-2009%20\(8,1mb\).pdf](https://www.poderjudicial.gob.hn/CEDIJ/Leyes/Documents/Ley%20General%20de%20Aguas%20Decreto%20181-2009%20(8,1mb).pdf).
- Honduras, Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (2021a), “Reglamento Nacional de Descargas y Reutilización de Aguas Residuales”, *La Gaceta Diario Oficial de la República de Honduras*, N° 35,598, 13 de mayo [en línea] https://www.tsc.gob.hn/web/leyes/Acuerdo_Ejecutivo-003-2020.pdf.
- _____(2021b), “Reglamento de la Ley General de Aguas”, *La Gaceta Diario Oficial de la República de Honduras*, N° 35,739, 6 de octubre [en línea] https://www.tsc.gob.hn/web/leyes/Acuerdo_Ejecutivo-002-2021.pdf.
- Honduras, Servicio Nacional de Acueductos y Alcantarillado (2011), *Programa de Agua Potable y Saneamiento Rural: Reglamento Operativo*, Tegucigalpa [en línea] <https://1793ho.files.wordpress.com/2012/05/manual-operativo-1793-para-no-objecion-v-3-10-21-07-11.pdf>.
- IMPLAN (Instituto Municipal de Planeación de León, Guanajuato) (2020), *Manual para la gestión de la infraestructura verde en la ciudad de León*, León, Guanajuato (México), Instituto Municipal de Planeación de León-Dirección de Desarrollo Sustentable [en línea] <https://www.implan.gob.mx/pdf/estudios/cambios/manual-de-infraestructura-verde.pdf>.

- IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua) (2021), *Sistema de captación de agua de lluvia SCALL: manual de instalación*, Jiutepec, Morelos, México, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales/Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) [en línea] https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/646900/Sistema_de_Captacion_de_Agua_de_Lluvia_SCALL_2.pdf.
- ____ (2013), *Introducción a las cuencas urbanas*, Distrito Federal, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) [en línea] <http://repositorio.imta.mx/handle/20.500.12013/707>.
- INAPA (Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados) (2018), *Reglamento técnico para diseño de obras e instalaciones hidro-sanitarias del INAPA (DIG-PO-001)*, Santo Domingo, República Dominicana, Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados-Dirección de Ingeniería [en línea] https://www.inapa.gov.do/phocadownload/Proyectos/Reglamentos_y_requerimientos_de_proyectos/ReglamentoTecnicoParaDisenoDeObrasElstalizacionesHidroSanitarias.pdf.
- INDOCAL (Instituto Dominicano para la Calidad) (1990), *NORDOM 436-Aguas residuales: requisitos para la prevención y control de la contaminación*, Santo Domingo, República Dominicana [en línea] <https://indocalnormas.gob.do/catalogo/ver/nordom-436-aguas-residuales-requisitos-para-la-prevenci-n-y-control-de-la-contaminaci-n>.
- ____ (1979), *NORDOM 39-Agua para uso doméstico: muestreo*, Santo Domingo, República Dominicana [en línea] <https://indocalnormas.gob.do/catalogo/ver/nordom-39-agua-para-uso-dom-stico-muestreo>.
- INFOM (Instituto de Fomento Municipal) (s/f), *Guía técnica para implementar plantas de tratamiento de aguas residuales en Guatemala*, Ciudad de Guatemala [en línea] <https://www.infom.gob.gt/index.php/servicios-infom/plantas-de-tratamiento-infom>.
- Instituto Municipal de Investigación y Planeación (2016), *Guía de diseño para la infraestructura verde*, Ciudad Juárez, Chihuahua, México, Instituto Municipal de Investigación y Planeación/Plan de Desarrollo Urbano Sostenible [en línea] https://www.imip.org.mx/imip/files/sites/pdus2016/PDUS_2016/08_VIII_Guia%20III%20Infraestructura%20Verde.pdf.
- JICA/COMITRAN/SIECA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón/Consejo Sectorial de Ministros de Transporte de Centroamérica/Secretaría de Integración Económica Centroamericana) (2016), *Manual de consideraciones técnicas, hidrológicas e hidráulicas para la infraestructura vial en Centroamérica*, San Salvador, Secretaría de Integración Económica Centroamericana/Consejo Sectorial de Ministros de Transporte de Centroamérica [en línea] http://www.pgrweb.go.cr/DocsDescargar/Normas/NO%20DE-41271/Version1/Manual_consideraciones_tecnicas_hidrologicas_e_hidraulicas_para_infraestructura_vial_CA.pdf.
- López Martínez, R. y R. Oropeza Mota (2009), *Presa de gaviones*, Colegio de Postgraduados (ed.), Montecillos, Estado de México, Subsecretaría de Desarrollo Rural/Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2009), *Guía técnica sanitaria para la instalación y funcionamiento de sistemas de tratamiento individuales de aguas negras y grises*, San Salvador, Ministerio de Salud-Dirección de Regulación General de Salud-Unidad de Atención al Ambiente [en línea] http://usam.salud.gob.sv/archivos/pdf/guias/GAR_2009.pdf.
- Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social e Instituto de Fomento Municipal (2011), *Guía de normas para la disposición final de excretas y aguas residuales en zonas rurales de Guatemala*, Ciudad de Guatemala, Ministerio de Salud Pública/Instituto de Fomento Municipal [en línea] <http://desastres.medicina.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0287/doc0287.pdf>.
- Mubarak, A. (2020), *Water Supply and Waste Water Engineering: Simple Designs*, Coimbatore, India, Sri Krishna Printers & Copiers [en línea] https://www.academia.edu/49552383/WATER_SUPPLY_AND_WASTE_WATER_ENGINEERING_Simple_designs.
- Naciones Unidas (2016), *Informe del grupo de trabajo intergubernamental de expertos de composición abierta sobre los indicadores y la terminología relacionados con la reducción del riesgo de desastres*, Asamblea General, Nueva York.
- Nicaragua (2017), "Reglamento en el que se establecen las disposiciones para el vertido de aguas residuales. Decreto N° 21-2017", *La Gaceta Diario Oficial*, N° 229, 30 de noviembre [en línea] <http://legislacion.asamblea.gob.ni/gacetitas/2017/11/g229.pdf>.

- _____ (2001), “Decreto Ejecutivo que establece la Política Nacional de los Recursos Hídricos, Decreto N° 107-2001”, *La Gaceta*, N° 233, 7 de diciembre [en línea] http://ana.gob.ni/sites/default/files/inline-files/3_DECRETO%20107-2001%20QUE%20ESTABLECE%20LA%20POL%20C3%8DTICA%20NACIONAL%20DE%20RECURSOS%20H%C3%8DDRICOS.pdf.
- Nicaragua, Asamblea Nacional de la República de Nicaragua (2020), “Ley de Reforma a la Ley N° 620, Ley General de Aguas Nacionales”, *La Gaceta Diario Oficial*, 23 de noviembre [en línea] http://ana.gob.ni/sites/default/files/inline-files/11_LEY%20N%C2%BA1046%20REFORMA%20A%20LA%20LEY%20N%C2%BA%20620%20LEY%20GENERAL%20DE%20AGUAS%20NACIONALES.pdf.
- _____ (2010), “Ley General de Aguas Nacionales: Ley N° 620 y Reglamento de la Ley General de Aguas Nacionales. Decreto N° 44-2010”, *Gaceta Diario Oficial*, N° 169 [en línea] <http://www.ana.gob.ni/sites/default/files/inline-files/LEY%20%20AGUA%20620-.pdf>.
- _____ (2003), “Ley de Reforma a la Ley General de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario. Ley N° 480”, *La Gaceta*, N° 245, 26 de diciembre [en línea] http://ana.gob.ni/sites/default/files/inline-files/LEY%20480%20LEY%20DE%20REFORMA%20A%20LA%20LEY%20GENERAL%20DE%20SERVICIOS%20DE%20AGUA%20POTABLE%20Y%20ALCANTARILLADO%20SANITARIO_3_0.pdf.
- _____ (1998), “Ley General de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario: Ley 297, del 16 junio 1998”, *Gaceta*, N° 123, 2 de julio [en línea] http://ana.gob.ni/sites/default/files/inline-files/LEY%20297%20LEY%20GENERAL%20DE%20LOS%20SERVICIOS%20DE%20AGUA%20POTABLE%20Y%20ALCANTARILLADO%20SANITARIO_2.pdf.
- Nicaragua, Consejo de Dirección del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA) (2000), “Normativa General para la Regulación y Control de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitarios: Resolución N° CD-RT-011-00, aprobada el 11 de diciembre de 2000”, *La Gaceta Diario Oficial*, N° 85, 8 de mayo [en línea] <http://ana.gob.ni/sites/default/files/inline-files/RESOLU~1.PDF>.
- Nicaragua, Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (2011), “Requisitos sanitarios y requerimientos técnicos para vehículos cisternas para el transporte y distribución de agua de consumo humano: Norma Técnica Obligatoria NTON 09 005-10, aprobada el 4 de abril de 2011”, *La Gaceta Diario Oficial*, N° 131, 14 de julio [en línea] http://www.inaa.gob.ni/marco_normativo/leyes.
- _____ (2001), “Normas técnicas para diseños de sistemas de abastecimientos de agua potable en el medio rural y saneamiento básico rural”, *Gaceta Diario Oficial*, N° 46 al 48, 6 al 8 de marzo [en línea] <http://legislacion.asamblea.gob.ni/gacetar/2001/3/g46.pdf>.
- Nicaragua, Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (2006), “Norma técnica ambiental para regular los sistemas de tratamiento de aguas residuales y su reúso”, *La Gaceta Diario Oficial*, N° 90, 10 de mayo [en línea] <http://legislacion.asamblea.gob.ni/gacetar/2006/5/g90.pdf>.
- Nicaragua, Ministerio de Transporte e Infraestructura (2021), *Norma sismorresistente para la ciudad de Managua* (ED-MTI140622), Managua, Ministerio de Transporte e Infraestructura-Dirección General de Normas Construcción y Desarrollo Urbano [en línea] <https://ingenierosestructuralesnicaragua.wordpress.com/tesis/>.
- _____ (2007), *Reglamento Nacional de Construcción RNC-07*, Dirección General de Normas de Construcción y Desarrollo Urbano [en línea] <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/rnc-2007.pdf>.
- Organización Panamericana de la Salud (OPS) y otros (2011), *Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario*, Managua, Organización Panamericana de la Salud (OPS)/Office of U.S. Foreign Disaster Assistance (OFDA)/Department for International Development (DFID)/Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.
- Panamá, Asamblea Legislativa (2001), “Ley N° 77 de 28 de diciembre de 2001: que reorganiza y moderniza el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales y dicta otras disposiciones”, *Gaceta Oficial*, 31 de diciembre [en línea] https://www.asep.gob.pa/wp-content/uploads/agua/legislacion/Ley_77.pdf.

- Panamá, Consejo de Gabinete de Panamá (1997), “Decreto Ley N° 2 de 7 de enero de 1997: por el cual se dicta el Marco Regulatorio e Institucional para la Prestación de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario”, *Gaceta Oficial*, 11 de enero [en línea] https://www.asep.gob.pa/wp-content/uploads/agua/legislacion/ley_2.pdf.
- Panamá, Ministerio de Comercio e Industrias (2004), “Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 47-2000: agua. Usos y disposición final de lodos, con actualización”, *Gaceta Oficial*, N° 25,059, Dirección General de Normas y Tecnología Industrial, 27 de mayo [en línea] <https://mici.gob.pa/wp-content/uploads/2021/12/47rt-dgnti-copanit-47-2000-1.pdf>.
- _____(2003), “Resolución N° 332: por la cual se aprueba el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT-78:1.2003. Metrología. Medidores de agua a temperatura ambiente. Parte 1: especificaciones técnicas y metrológicas”, *Gaceta Oficial*, N° 24,853, Dirección General de Normas y Tecnología Industrial, 28 de julio [en línea] https://www.asep.gob.pa/wp-content/uploads/agua/legislacion/dgnti_78-1_2003.pdf.
- _____(2000a), “Reglamento Técnico: agua. Calidad de agua. Reutilización de las aguas residuales tratadas. DGNTI-COPANIT 24-99”, *Gaceta Oficial*, N° 24,008, 13 de marzo [en línea] https://www.asep.gob.pa/wp-content/uploads/agua/legislacion/dgnti_24-99.pdf.
- _____(2000b), “Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000: agua. Descarga de efluentes líquidos directamente a cuerpos y masas de agua superficiales y subterráneas”, *Gaceta Oficial*, N° 24,115, Dirección General de Normas y Tecnología Industrial, 10 de agosto [en línea] https://www.asep.gob.pa/wp-content/uploads/agua/legislacion/dgnti_35-2000.pdf.
- _____(2000c), “Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 39-2000: agua. Descarga de efluentes líquidos directamente a sistemas de recolección de aguas residuales”, Dirección General de Normas y Tecnología Industrial (DGNTI)/Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas (COPANIT), *Gaceta Oficial*, N° 24,115, 10 de agosto [en línea] https://www.asep.gob.pa/wp-content/uploads/agua/legislacion/dgnti_39-2000.pdf.
- _____(2019), “Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 21-2019 Tecnología de los Alimentos: agua potable. Definiciones y requisitos generales”, *Gaceta Oficial Digital*, 20 de mayo [en línea] https://www.asep.gob.pa/wp-content/uploads/agua/legislacion/dgnti_21-2019.pdf.
- Panamá, Ministerio de Obras Públicas (2022), “Reglamento para el Diseño Estructural en la República de Panamá”, *Gaceta Oficial Digital*, Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura, 5 de agosto [en línea] https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/29594_A/92903.pdf.
- Panamá, Ministerio de Salud (2020), “Manual de buenas prácticas ambientales para acueductos y sistemas de saneamiento rural, Resolución N° 713, de jueves 30 de julio de 2020”, *Gaceta Oficial Digital*, N° 29093-A, Dirección del Subsector de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, 18 de agosto [en línea] https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/29093_A/GacetaNo_29093a_20200818.pdf.
- _____(2010), “Decreto Ejecutivo N° 436, de 9 de abril de 2010. Mediante el cual se reglamenta el numeral 7 del artículo 29 del Decreto Ley 2 de 7 de enero de 1997”, *Gaceta Oficial Digital*, 13 de abril [en línea] https://www.asep.gob.pa/wp-content/uploads/agua/legislacion/ejecutivo_436.pdf.
- Ponce, V. M. (2008), *Preguntas y respuestas sobre el período de retorno a ser usado para diseño* [en línea] http://ponce.sdsu.edu/periodos_de_retorno_articulo.html#:~:text=En%20hidrolog%C3%ADa%2C%20los%20per%C3%ADodos%20de,sido%20definida%2C%20hasta%2010%2C000%20a%C3%B1os.
- Prieto Celi, M. y M. Vieira (2013), *Captación y almacenamiento de agua de lluvia: opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe*, Santiago, Chile, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) [en línea] <https://www.fao.org/3/i3247s/i3247s.pdf>.
- República Dominicana, Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (2011), *Reglamento para el Análisis y Diseño Sísmico de Estructuras* (R-001. Decreto N° 201-11), Santo Domingo, Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones-Dirección General de Reglamentos y Sistemas [en línea] <https://www.mopc.gob.do/media/1039/r-001-reglamento-sismico.pdf>.
- Sandoval, W. (2017), *Tomas de agua* [en línea] https://www.researchgate.net/profile/Washington-Sandoval-Erazo/publication/317946721_Tomas_de_Agua/links/59525919aca272a343db39ce/Tomas-de-Agua.pdf.

- Silva, M. y otros (2020), *Mejorando la resiliencia de la infraestructura con soluciones basadas en la naturaleza (SbN)*, Banco Interamericano de Desarrollo (BID) [en línea] <https://publications.iadb.org/publications/spanish/viewer/Mejorando-la-resiliencia-de-la-infraestructura-con-soluciones-basadas-en-la-naturaleza-SbN.pdf>.
- EIRD (Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres) (2004), *Living with Risk: A Global Review of Disaster Reduction Initiatives*, vol. 1, Ginebra, Naciones Unidas.
- Van Lidth, M. y otros (2021), *Guía: soluciones basadas en la naturaleza*, San José, Costa Rica, Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ).
- Vega Rodríguez, R. (2022), “Modelo conceptual y metodológico (MCM) para la integración de RRD y ASICC, y su aplicación a los procesos de identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión pública”, informe interno, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Water Aid (2013), “Protection of spring sources”, *Technical Brief*, Water Aid America [en línea] https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/WATERAID%202013.%20Protection%20of%20spring%20sources.pdf.
- Winograd, M. y otros (s/f), *Soluciones basadas en la naturaleza para ciudades de América Latina y el Caribe: guía metodológica. Guía práctica para la identificación, diseño, implementación y monitoreo de las soluciones basadas en la naturaleza (SbN) para las ciudades de América Latina y el Caribe*, City Adapt/ONU Programa para el Medio Ambiente/ Global Environment Facility (GEF) [en línea] <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2021/06/CityAdapt-Guias-Sbn-Completas.pdf>
- Winograd, M., M. Van Eupen y J. Hardoy (2021), *El ABC sobre las soluciones basadas en la naturaleza (SbN)*, Wageningen, Wageningen University & Research.
- WWAP (World Water Assessment Programme) (2018), *Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2018: soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua*, París, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) [en línea] <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261494>.

Anexo

Fichas bibliográficas

A. Reglamentos y normas

I. Costa Rica (CRI)

Código de instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificaciones (2017)

Tiene como objetivo establecer los requisitos mínimos para proteger la salud pública, la seguridad, el bienestar general en las edificaciones destinadas para uso, ocupación o habitación humana y que se construyan en el territorio de la República de Costa Rica.

Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica (2017), *Código de instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificaciones*, San José, Costa Rica [en línea] http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=83561&nValor3=107558&strTipM=TC.

Código sísmico de Costa Rica (2011)

Establece los lineamientos para la determinación de cargas y análisis de edificaciones, requisitos para el dimensionamiento y detalle de edificaciones, las obras de cimentación, componentes, adecuación y documentación.

Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica (2011), *Código sísmico de Costa Rica 2010*, Cartago, Costa Rica, Editorial Tecnológica de Costa Rica [en línea] <https://www.codigosismico.or.cr/descargas/CSCR2010.pdf>.

Guía ambiental para la construcción (2014)

Instrumento técnico de referencia para la planificación y ejecución ordenada y sistemática de medidas ambientales de prevención, corrección, mitigación, minimización o compensación para aquellas acciones de la actividad constructiva que puedan tener efectos significativos en el medio ambiente. Entre otros puntos, se establecen los requerimientos para el manejo de la cobertura vegetal y área de protección, la remoción del suelo vegetal, terraceo y excavaciones, manejo de taludes, manejo de aguas pluviales.

Costa Rica, Ministerio del Ambiente y Energía (2014), "Resolución N° 479-2014-SETENA", *Acuerdo de la Comisión Plenaria: guía ambiental para la construcción*, Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) [en línea] <https://die.mep.go.cr/normativa/guia-ambiental-para-la-construccion>.

Norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial (2017)

Establece los requisitos técnicos generales aplicables a los sistemas de abastecimiento de agua potable, de recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales. Es el marco técnico-normativo conceptual y metodológico orientador del diseño y la construcción de proyectos de iniciativa pública o privada, y es la base para la revisión y la aprobación de estos proyectos por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA). Menciona los requisitos para la aprobación por parte del AyA en caso de nuevos materiales o tecnologías y la justificación en cada caso. Se hace referencia a otras normas técnicas que se tienen que cumplir. Se enuncian las ecuaciones para el cálculo del período de retorno de la tormenta de diseño por provincia.

Costa Rica, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2017), "Norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial", *Alcance*, N° 227, *La Gaceta*, N° 180, y *Alcance*, N° 39, *La Gaceta*, N° 38, 22 de septiembre de 2017, y 24 de febrero de 2021 [en línea] <https://faolex.fao.org/docs/pdf/cos208343.pdf>.

Reforma Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales (2021)

Modificación al artículo 5. Obligación de confeccionar reportes operacionales.

Costa Rica (2021), "Reforma Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales N° 4870-S-MINAE", *La Gaceta*, 21 de enero [en línea] http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=94734&nValor3=126253&strTipM=TC.

Reforma Reglamento para el Manejo y Disposición final de Lodos y Biosólidos (2019)

Se reforman los artículos 19 y 21 y el anexo 2. Ficha de emergencia para el transporte terrestre de lodos y biosólidos ordinarios y especiales.

Costa Rica, Ministerio de Salud (2019), "Reforma Reglamento para el Manejo y Disposición final de Lodos y Biosólidos, N° 42110-S", Poder Ejecutivo, 11 de diciembre [en línea] http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/normas/nrm_texto_completo.aspx?param2=1&nValor1=1&nValor2=90244&nValor3=118788&nValor4=NO&strTipM=TC.

**Reforma y Adición al Decreto Ejecutivo N° 38924-S del 12 de enero de 2015
Reglamento para la Calidad del Agua Potable (2018)**

Se incorporan reformas y modificaciones a los niveles de control de calidad del agua y parámetros de análisis.

Costa Rica (2018), "Reforma y Adición al Decreto Ejecutivo N° 38924-S del 12 de enero de 2015", *Reglamento para la Calidad del Agua Potable: Decreto Ejecutivo N° 41499-S*, 29 de noviembre [en línea] http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=88074&nValor3=114926&strTipM=TC#up.

Reglamento de Aprobación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales (2016)

Su objetivo principal es el correcto desempeño y manejo del tratamiento de las aguas residuales para la depuración de estas y, con ello, proteger la salud pública y del ambiente.

Costa Rica, Ministerio de Salud y Ministerio de Medio Ambiente y Energía (2016), *Reglamento de Aprobación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales*, N° 39887-S-MINAE, Poder Ejecutivo, 18 de abril [en línea] http://www.digeca.go.cr/legislacion-vigente?keys=&field_categoria_legislacion_tid=50.

Reglamento de aprobación y recepción de sistemas de saneamiento por parte del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2022)

Reglamenta los derechos y las obligaciones entre el AyA y terceros para el trámite de aprobación y recepción de sistemas de saneamiento de aguas residuales de tipo ordinario.

Costa Rica, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2022), *Reglamento de Aprobación y Recepción de Sistemas de Saneamiento por parte del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados*, 3 de agosto [en línea] http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/normas/nrm_texto_completo.aspx?param2=1&nValor1=1&nValor2=97568&nValor3=131896&nValor4=NO&strTipM=TC.

Reglamento para la Calidad del Agua Potable (2015)

Tiene por objetivo establecer los límites máximos permisibles de parámetros físicos, químicos y microbiológicos para el agua potable, a fin de garantizar su inocuidad y la salud de la población.

Costa Rica, Poder Ejecutivo (2015), “Reglamento para la Calidad del Agua Potable”, *La Gaceta Diario Oficial*, 1 de septiembre [en línea] https://aresep.go.cr/images/documentos/AGUA/4.Normativas/ALCA69_01_09_2015.pdf.

Reglamento de Normas Técnicas y Procedimientos para el Mantenimiento Preventivo de los Sistemas de Abastecimiento de Agua N° 2001-175 (2001)

Establece normas dirigidas a los administrados de los sistemas de abastecimiento de agua para la operación y mantenimiento de estos.

Costa Rica, Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (2001), “Reglamento de Normas Técnicas y Procedimientos para el Mantenimiento Preventivo de los Sistemas de Abastecimiento de Agua N° 2001- 175”, *Diario Oficial La Gaceta*, N° 154, 13 de agosto [en línea] <https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Reglamento%20de%20Normas%20T%C3%A9cnicas%20y%20Procedimientos%20Preventivo%20de%20Sistemas%20de%20Agua%20Potable.pdf>.

Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales (2007)

Establece los parámetros de análisis obligatorio para vertidos de aguas residuales, los límites para el vertido de aguas residuales, condiciones en que se permite el reúso de aguas residuales, los estándares para el muestreo y el análisis de las aguas residuales, los reportes que se tienen que emitir y las prohibiciones y las sanciones existentes.

Costa Rica (2007), “Reglamento de Vertido y Reúso de Aguas Residuales N° 33601”, *La Gaceta*, N° 55, *Alcance*, N° 8, 19 de marzo [en línea] http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=59524&nValor3=83250.

Reglamento para el Manejo y Disposición Final de Lodos y Biosólidos (2015)

Establece las condiciones para el manejo y la disposición final de lodos y biosólidos ordinarios y especiales. Regula el servicio de recolección, transporte, tratamiento de lodos y biosólidos de plantas de tratamiento y tanques sépticos. No contempla las aguas residuales de cabañas sanitarias o letrinas móviles.

Costa Rica, Ministerio de Salud (2015), *Reglamento para el Manejo y Disposición Final de Lodos y Biosólidos*, N° 39316-S, Poder Ejecutivo, 10 de agosto [en línea] http://www.digeca.go.cr/legislacion-vigente?keys=&field_categoria_legislacion_tid=50.

2. El Salvador (SLV)

Guía técnica sanitaria para la instalación y funcionamiento de sistemas de tratamiento individuales de aguas negras y grises (2009)

Guía con criterios técnicos para la instalación de sistemas de tratamiento individuales de aguas negras y grises.

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2009), *Guía técnica sanitaria para la instalación y funcionamiento de sistemas de tratamiento individuales de aguas negras y grises*, San Salvador, Ministerio de Salud-Dirección de Regulación General de Salud-Unidad de Atención al Ambiente [en línea] <https://www.transparencia.gob.sv/institutions/minsal/documents/13341/download>.

Ley General de Recursos Hídricos (2021)

Establece la regulación para la gestión integrada de las aguas. El derecho humano al agua, la sostenibilidad y seguridad hídrica.

El Salvador, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2021), “Ley General de Recursos Hídricos”, *Diario Oficial*, N° 8, t. 434, 12 de enero [en línea] <https://www.asamblea.gob.sv/sites/default/files/documents/decretos/38040F9D-D229-4C16-8F55-51EF058A2F0A.pdf>.

Norma Salvadoreña Obligatoria NSO 13.07.01:08. Agua: agua potable (Segunda actualización) (2009)

Establece las características físicas, químicas y microbiológicas que debe cumplir el agua potable para proteger la salud de los pobladores.

El Salvador, Ministerio de Salud (2009), “Norma salvadoreña obligatoria NSO 13.07.01:08. Agua, Agua Potable (Segunda actualización)”, *Diario Oficial*, t. 383, N° 109, 12 de junio [en línea] <https://www.asamblea.gob.sv/sites/default/files/documents/decretos/38040F9D-D229-4C16-8F55-51EF058A2F0A.pdf>.

Normativa para proyectos de alcantarillado condominal (2014)

Provee una alternativa para el diseño y la construcción de redes de alcantarillado sanitario. Con ello, se disminuyen los costos de construcción. Tiene que ser previamente autorizado por la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA). El modelo condominal de alcantarillado sanitario recolecta las aguas residuales generadas por un conjunto de viviendas mediante un ramal condominal que descarga a la red de alcantarillado sanitario convencional. Se presentan todos los datos para el diseño de este.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) (2014), *Normativa para proyectos de alcantarillado condominal*, San Salvador, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados [en línea] <https://www.transparencia.gob.sv/institutions/anda/documents/114589/download>.

Norma técnica sanitaria para la instalación, uso y mantenimiento de letrinas secas sin arrastre de agua (2004)

Establece los criterios técnicos sanitarios, para la instalación, uso y mantenimiento adecuado de letrinas y hoyo modificadas (LHM), letrinas solares (LS), letrinas aboneras secas familiares (LASF).

El Salvador, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2004), *Norma técnica sanitaria para la instalación, uso y mantenimiento de letrinas secas sin arrastre de agua*, San Salvador [en línea] http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/norma/Norma_letrinas_secas.pdf.

Norma técnica para diseño por sismo y sus comentarios (1997)

Establece los requisitos mínimos para el diseño sísmico de las estructuras.

El Salvador, Ministerio de Obras Públicas (1997), *Norma técnica para diseño por sismo y sus comentarios*, San Salvador, Ministerio de Obras Públicas de la República de El Salvador/Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos [en línea] https://iisee.kenken.go.jp/worldlist/17_El_Salvador/El_Salvador_Norma_Tecnica_Para_el_Diseño_por_Sismo_1997.pdf.

Norma técnica para la perforación de pozos profundos (2009)

Presenta los parámetros mínimos que se deben cumplir para designar un sitio de emplazamiento del pozo, su construcción, prueba de capacidad. Los elementos para la supervisión, recepción, operación y mantenimiento y abandono de la perforación de pozos profundos cuya finalidad es extraer agua para el consumo humano.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) (2009), *Norma técnica para la perforación de pozos profundos*, San Salvador, Plan Hidro 2009/Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados-Gerencia Técnica-Departamento de Normas Técnicas [en línea] <https://www.transparencia.gob.sv/institutions/anda/documents/50514/download>.

Norma para regular calidad de aguas residuales de tipo especial descargadas al alcantarillado sanitario (2004)

Tiene por objetivo regular las descargas de aguas residuales para proteger los sistemas de alcantarillado sanitario y evitar las interferencias con los tratamientos biológicos.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) (2004), *Norma para regular calidad de aguas residuales de tipo especial descargadas al alcantarillado sanitario*, San Salvador, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados-Gerencia Técnica-Departamento de Normas Técnicas [en línea] <https://www.transparencia.gob.sv/institutions/anda/documents/50513/download>.

Normas técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillado de aguas negras (1997)

Ordenan el conjunto de requisitos que deben satisfacer los proyectos de abastecimiento de agua potable y alcantarillado de aguas negras. Se consideran los puntos esenciales a incluir en el nivel de precisión, los valores de coeficientes y parámetros básicos, fórmulas, procesos de cálculos y diseño, y algunas veces se sugieren alternativas. Las normas contempladas son: I. Normas técnicas para proyectos de abastecimiento de agua potable. II. Normas técnicas para proyectos de alcantarillado. III. Normas para presentación de proyectos.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) (1997), *Normas técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negras*, San Salvador, Gerencia Técnica.

Reglamento para la Seguridad Estructural de las Construcciones (1996)

Establece los requisitos mínimos para el diseño estructural, la ejecución, supervisión estructural y el uso de las construcciones.

El Salvador, Ministerio de Obras Públicas, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano (1996), "Decreto N° 105. Reglamento para la Seguridad Estructural de las Construcciones", *Diario Oficial*, N° 204, t. 333, 30 de octubre [en línea] <https://www.jurisprudencia.gob.sv/DocumentosBoveda/D/2/1990-1999/1996/10/89243.PDF>.

Reglamento Técnico Salvadoreño. Aguas residuales. Parámetros de Calidad de Aguas Residuales para Descarga y Manejo de Lodos Residuales (2019)

Establece los límites permisibles para los parámetros de calidad de las aguas residuales y sus lodos, previo a su disposición final, así como los mecanismos y procedimientos técnicos para la gestión de estos. Se aplica a toda actividad, obra o proyecto que realice gestión de las aguas residuales previo a la descarga a un medio receptor; así como el manejo de los lodos residuales, independientemente de la procedencia y destino de estos.

El Salvador, Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica (2019), "Reglamento Técnico Salvadoreño RTS13.05.01:18, Aguas residuales, Parámetros de calidad de aguas residuales para descarga y manejo de lodos residuales", *Diario Oficial*, t. 423, N° 79, 2 de mayo [en línea] <https://cidoc.marn.gob.sv/documentos/reglamento-tecnico-salvadoreno-aguas-residuales-parametros-de-calidad-de-aguas-residuales-para-descarga-y-manejo-de-lodos-residuales/>.

Reglamento Técnico Salvadoreño, Agua de consumo humano requisitos de calidad e inocuidad (2018)

Establece los límites permisibles de los parámetros microbiológicos, físicos, químicos y radiológicos que debe cumplir el agua para el consumo humano.

El Salvador, Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica (2018), "Reglamento Técnico Salvadoreño RTS.02.01:14, Agua, Agua de consumo humano requisitos de calidad e inocuidad", *Diario Oficial*, N° 60, t. 419, 4 de abril [en línea] http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/reglamento/rts_calidad_e_inocuidad_del_agua_para_consumo_humano_v1.pdf.

Propuesta de medidores individuales en condominios (2007)

Especificaciones para colocar medidores individuales por departamento. Se mencionan las obligaciones de constructores y habitantes.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) (2007), *Propuesta de medidores individuales en condominios* (aprobada por la Junta de Gobierno en acta N° 2095, Punto XI, de 6 de junio de 2007), San Salvador, Dirección Técnica [en línea] <https://www.transparencia.gob.sv/institutions/anda/documents/50517/download>.

3. Guatemala (GTM)

Guía técnica para implementar plantas de tratamiento de aguas residuales en Guatemala (s/f)

Reseña de elementos guía de apoyo para construir una planta de tratamiento en Guatemala.

Instituto de Fomento Municipal (INFOM) (s/f), *Guía técnica para implementar plantas de tratamiento de aguas residuales en Guatemala*, Ciudad de Guatemala [en línea] <https://www.infom.gob.gt/index.php/servicios-infom/plantas-de-tratamiento-infom>.

Manual de normas sanitarias que establecen los procesos y métodos de purificación de agua para consumo humano (2009)
Describe los procesos y métodos de purificación de agua para consumo humano, para que sea suministrada en sistemas de abastecimiento de agua potable.
Guatemala, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2009), "Manual de Normas Sanitarias que establecen los procesos y métodos de purificación de agua para consumo humano", <i>Acuerdo Ministerial</i> , N° 1148-09, 30 de marzo [en línea] https://ecosistemas.com.gt/wp-content/uploads/2015/07/06-Acuerdo-ministerial-1148-09-Manual-normas-sanitarias.pdf .

Norma técnica guatemalteca (COGUANOR NTG 29001) Agua para consumo humano (agua potable), Especificaciones (s/f)
Establece los valores de las características que definen la calidad del agua apta para consumo humano.
Guatemala, Ministerio de Economía (s/f), <i>Norma técnica guatemalteca (COGUANOR NTG 29001), Agua para consumo humano (agua potable): especificaciones</i> , Ciudad de Guatemala, Ministerio de Economía/Comisión Guatemalteca de Normas [en línea] http://www.copresam.gob.gt/wp-content/uploads/2021/01/Norma-Tecnica-Guatemalteca-NTG29001.pdf .

Normas de seguridad estructural para la República de Guatemala NSE 2: Demandas estructurales y condiciones de sitio (2018)
Establece los requerimientos de cargas mínimas de diseño, los criterios de aceptabilidad del terreno y los niveles mínimos de protección que se deben emplear en el diseño estructural de edificaciones.
Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES) (2018), <i>Normas de seguridad estructural para la República de Guatemala 2018: NSE 2: Demandas estructurales y condiciones de sitio</i> , Ciudad de Guatemala [en línea] https://conred.gob.gt/normas/NRD1/NSE_2_07112018.pdf .

Reforma al Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos (2016)
Se modifica el artículo 24, Límites máximos permisibles de descargas a cuerpos receptores para aguas residuales municipales y de urbanizaciones no conectadas al alcantarillado público.
Guatemala, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (2016), "Reforma al Acuerdo Gubernativo Número 236-2006 de fecha cinco de mayo del año dos mil seis, Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos (Acuerdo Gubernativo N° 110-2016)", <i>Diario de Centroamérica</i> , N° 76, junio 3 [http://www.infom.gob.gt/archivos/Docs-Pdf/Anexo-Legal/ANEXO_2_Acuerdo%20Gubernativo_110-2016.pdf].

Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y de la disposición de lodos (2006)
Fija los criterios y requisitos que se tienen que cumplir para la descarga y reúso de las aguas residuales y la disposición de los lodos para proteger y, en su caso, recuperar cuerpos de agua contaminados.
Guatemala (2006), "Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas residuales y de la Disposición de Lodos", <i>Acuerdo Gubernativo</i> , N° 236-2006, 5 de mayo [en línea] https://www.ecosistemas.com.gt/wp-content/uploads/2015/07/07-Acuerdo-gubernativo-236-2006-Reglamento-descargas-y-reuso.pdf .

Guía de normas para la disposición final de excretas y aguas residuales en zonas rurales (2011)

Muestra diferentes tipos de tratamientos de aguas residuales, así como el manejo a través de sistemas individuales como letrinas.

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social e Instituto de Fomento Municipal (2011), *Guía de normas para la disposición final de excretas y aguas residuales en zonas rurales de Guatemala*, Ciudad de Guatemala, Ministerio de Salud Pública/Instituto de Fomento Municipal [<http://desastres.medicina.usac.edu.gt/documentos/docgt/pdf/spa/doc0287/doc0287.pdf>].

4. Honduras (HND)

Código Hondureño de Construcción (2008)

Establece los criterios generales de diseño por viento y por sismo.

Colegio de Ingenieros Civiles de Honduras (2008), *Código Hondureño de Construcción: normas técnicas (CHOC-08)*, Tegucigalpa [en línea] <https://www.udocz.com/apuntes/36320/codigo-hondureno-de-construccion-choc>.

Ley General de Aguas (2009)

Su finalidad es el manejo adecuado del agua y propiciar la protección, conservación, valorización y aprovechamiento de esta.

Honduras, Poder Legislativo (2009), "Ley General de Aguas", *La Gaceta Diario Oficial de la República de Honduras*, N° 32088, 14 de diciembre [en línea] https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/ley-general-de-aguas-2009.pdf.

Reglamento de la Ley General de Aguas (2021)

Despliega los principios, alcances y objetivos de la Ley General de Aguas (Decreto N° 181-2009).

Honduras, Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (2021b), "Reglamento de la Ley General de Aguas", *La Gaceta Diario Oficial de la República de Honduras*, N° 35,739, 6 de octubre [en línea] <https://www.tsc.gob.hn/web/leyes/Acuerdo-Ejecutivo-002-2021.pdf>.

Reglamento Nacional de Descarga y de Aguas Residuales (2021)

Los entes regulados que operan en el territorio nacional, que estén realizando actividades que generen descargas de aguas residuales y lodos provenientes de sistemas de tratamiento de dichas aguas, deben cumplir las disposiciones descritas en este Reglamento y en las normas derivadas de este. Si las descargas no cumplen con los parámetros establecidos en la norma respectiva, el ente regulado debe incorporar las medidas correctivas que sean necesarias. En todo caso, se aplicarán las normas internacionales contenidas en los tratados.

Honduras, Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (2021a), "Reglamento Nacional de Descargas y Reutilización de Aguas Residuales", *La Gaceta Diario Oficial de la República de Honduras*, N° 35,598, 13 de mayo [en línea] https://www.tsc.gob.hn/web/leyes/Acuerdo_Ejecutivo-003-2020.pdf.

5. Nicaragua (NIC)

Ley de Reforma a la Ley N° 620, Ley General de Aguas Nacionales (2020)

Reforma varios artículos de la Ley N° 620. 1, 2, 3, 4, 6, 12, 13 literal e); 14 literales c) e i); 16, 17, 18, 19, 24, 25, 26, 29, 31, 33, 34, 35, 38, 39, 40, 52, 62, 69, 70, 71, 72, 74, 75, 81, 84, 87, 89, 92, 95, 96, 101, 109, 111, 114, 119, 120, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 135, 136, 139, 144 y 145.

Nicaragua, Asamblea Nacional de la República de Nicaragua (2020), "Ley de Reforma a la Ley N° 620, Ley General de Aguas Nacionales", *La Gaceta Diario Oficial*, 23 de noviembre [en línea] http://ana.gob.ni/sites/default/files/inline-files/II_LEY%20N%C2%BA1046%20REFORMA%20A%20LA%20LEY%20N%C2%BA%20620%20LEY%20GENERAL%20DE%20AGUAS%20NACIONALES.pdf.

Ley de Reforma a la Ley General de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario Ley N° 480 (2003)

Reforma los artículos 37, 38 y 39 del capítulo IX, Derechos y Deberes del Estado, de la Ley 297 Ley General de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario.

Nicaragua, Asamblea Nacional de la República de Nicaragua (2003), "Ley de Reforma a la Ley General de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario. Ley N° 480", *La Gaceta*, N° 245, 26 de diciembre [en línea] http://ana.gob.ni/sites/default/files/inline-files/LEY%20480%20LEY%20DE%20REFORMA%20A%20LA%20LEY%20GENERAL%20DE%20SERVICIOS%20DE%20AGUA%20POTABLE%20Y%20ALCANTARILLADO%20SANITARIO_3_0.pdf.

Ley General de Aguas Nacionales: Ley N° 620 y Reglamento de la Ley General de Aguas Nacionales Decreto N° 44-2010 (2010)

Establece el marco jurídico institucional para la administración, conservación, desarrollo, uso, aprovechamiento sostenible, equitativo y de preservación en cantidad y calidad de todos los recursos hídricos existentes en el país, sean estos superficiales, subterráneos, residuales y de cualquier otra naturaleza, garantizando, a su vez, la protección de los demás recursos naturales, los ecosistemas y el ambiente. El Reglamento tiene por objeto establecer el marco jurídico para la aplicación de la Ley núm. 620, Ley General de Aguas Nacionales.

Nicaragua, Asamblea Nacional de la República de Nicaragua (2010), "Ley General de Aguas Nacionales: Ley N° 620 y Reglamento de la Ley General de Aguas Nacionales, Decreto N° 44-2010", *Gaceta Diario Oficial*, N° 169 [en línea] <http://www.ana.gob.ni/sites/default/files/inline-files/LEY%20%20AGUA%20620-.pdf>.

Ley General de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario Ley N° 297 (1998)

Tiene por objeto regular las actividades de producción de agua potable, su distribución, la recolección de aguas servidas y la disposición final de estas.

Nicaragua, Asamblea Nacional de la República de Nicaragua (1998), "Ley General de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario: Ley 297, del 16 junio de 1998", *Gaceta*, N° 123, 2 de julio [en línea] http://ana.gob.ni/sites/default/files/inline-files/LEY%20297%20LEY%20GENERAL%20DE%20LOS%20SERVICIOS%20DE%20AGUA%20POTABLE%20Y%20ALCANTARILLADO%20SANITARIO_2.pdf.

Norma sismorresistente para la ciudad de Managua (2021)

La actualización del Reglamento Nacional de la Construcción RNC-07 referente a la acción sísmica es un proyecto dividido en dos fases; la primera de estas contempla los estudios e investigaciones para la ciudad de Managua, y la segunda para el resto del país, con el objetivo de obtener una Normativa Sismorresistente Nicaragüense NSN-001 nacional.

Nicaragua, Ministerio de Transporte e Infraestructura (2021), *Norma sismorresistente para la ciudad de Managua (ED-MTI 140622)*, Managua, Dirección General de Normas Construcción y Desarrollo Urbano [en línea] <https://ingenierosestructuralesnicaragua.wordpress.com/tesis/>.

Norma Técnica Ambiental para Regular los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales y su Reúso (2006)

Tiene como objetivo instaurar las disposiciones y regulaciones técnicas y ambientales para la selección del sitio, la operación y el mantenimiento, así como el manejo y la disposición de los desechos sólidos y líquidos generados por los sistemas de aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias, incluyendo la reutilización de aguas tratadas.

Nicaragua, Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (2006), "Norma Técnica Ambiental para Regular los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales y su Reúso", *La Gaceta Diario Oficial*, N° 90, 10 de mayo [en línea] <http://legislacion.asamblea.gob.ni/gacetas/2006/5/g90.pdf>.

Requisitos sanitarios y requerimientos técnicos para vehículos cisternas para el transporte y distribución de agua de consumo humano. Norma Técnica Obligatoria NTON 09 005-10 (2011)

La norma establece los requisitos sanitarios que deben cumplir los vehículos cisterna utilizados para transportar y distribuir agua para el consumo humano, y las disposiciones técnicas, administrativas y legales que deben cumplir las personas naturales o jurídicas que se dedican a esta actividad.

Nicaragua, Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (2011), "Requisitos sanitarios y requerimientos técnicos para vehículos cisternas para el transporte y distribución de agua de consumo humano", Norma Técnica Obligatoria NTON 09 005-10, aprobada el 4 de abril de 2011", *La Gaceta Diario Oficial*, N° 131, 14 de julio [en línea] http://www.inaa.gob.ni/marco_normativo/leyes.

Normas de diseño de sistemas de abastecimiento y potabilización del agua (2019)

Describe los elementos para el diseño hidráulico de sistemas de conducción y distribución de agua potable, considerando la proyección de población, la demanda y la calidad del agua; los componentes como bombeo, almacenamiento y los procesos de potabilización y desinfección.

Autoridad Nacional del Agua (ANA) (2019), *Normas de diseño de sistemas de abastecimiento y potabilización del agua*, Managua.

Normas técnicas para diseños de sistemas de abastecimientos de agua potable en el medio rural y saneamiento básico (2001)

Recopila la experiencia obtenida por los diferentes organismos que han venido impulsando proyectos de agua potable y saneamiento básico en las diferentes zonas rurales del país. La población a la cual servir es el parámetro básico para dimensionar los elementos que constituyen el sistema.

Nicaragua, Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (2001), "Normas técnicas para diseños de sistemas de abastecimientos de agua potable en el medio rural y saneamiento básico rural", *Gaceta Diario Oficial*, N° 46 al 48, 6 al 8 de marzo [en línea] <http://legislacion.asamblea.gob.ni/gacetas/2001/3/g46.pdf>.

Proceso de registro de consultores para la elaboración de estudios tarifarios, hidrológicos, hidrogeológicos, informes para permisos de vertidos, diseños de sistemas de agua potable y diseño de sistema de saneamiento, informes de monitoreos hidráulicos y de calidad de aguas, y perforadores de pozos (2021)

Menciona los requisitos para los consultores para obtener el Registro de Consultores en la Autoridad Nacional del Agua.

Autoridad Nacional del Agua (ANA) (2021), *Resolución Administrativa Técnico Normativa RATN-ANA-00-2021: proceso de registro de consultores para la elaboración de estudios tarifarios, hidrológicos, hidrogeológicos, informes para permisos de vertidos, diseños de sistemas de agua potable y diseño de sistemas de saneamiento, informes de monitoreos hidráulicos y de calidad de aguas, y perforadores de pozos*, Managua [en línea] http://ana.gob.ni/sites/default/files/inline-files/2_RATN-ANA-001-2021.pdf.

Reglamento de drenaje pluvial para el área del Municipio de Managua (2002)

Menciona especificaciones para la instalación del drenaje pluvial en Managua.

Alcaldía de Managua (2002), *Reglamento de Drenaje Pluvial para el Área del Municipio de Managua*, Managua, Dirección General Desarrollo Urbano, Desarrollo Municipal [en línea] <https://alma.managua.gob.ni/ConsultaCUS/Reglamentos/Reglamento%20de%20Drenaje%20Pluvial.pdf>.

Reglamento en el que se establecen las disposiciones para el vertido de aguas residuales (2002)

Enumera las disposiciones en materia de regulación del vertido de aguas residuales cuyo origen se deriva de actividades domésticas, industriales, comerciales, agroindustriales y de servicio a cuerpos receptores y alcantarillado sanitario al establecer límites o rangos máximos permisibles de vertido, de acuerdo con la Ley N° 217, Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, y su Reglamento.

Nicaragua (2017), "Reglamento en el que se establecen las disposiciones para el vertido de aguas residuales, Decreto N° 21-2017", *La Gaceta Diario Oficial*, N° 229, 30 de noviembre [en línea] <http://legislacion.asamblea.gob.ni/gacetas/2017/11/g229.pdf>.

Reglamento Nacional de Construcción RNC-07 (2007)

Establece los requerimientos aplicables al diseño y construcción de nuevas edificaciones, así como a la reparación y refuerzo de las ya existentes.

Nicaragua, Ministerio de Transporte e Infraestructura (2007), *Reglamento Nacional de Construcción RNC-07*, Dirección General de Normas de Construcción y Desarrollo Urbano [en línea] <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/rnc-2007.pdf>.

6. Panamá (PAN)

Decreto Ley N° 2. Por el cual se dicta el Marco Regulatorio e Institucional para la Prestación de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (1997)

Establece el marco regulatorio al que se sujetarán las actividades relacionadas con la prestación de los servicios públicos de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario, considerados servicios de utilidad pública.

Panamá, Consejo de Gabinete de Panamá (1997), "Decreto Ley N° 2 de 7 de enero de 1997. Por el cual se dicta el Marco Regulatorio e Institucional para la Prestación de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario", *Gaceta Oficial*, 11 de enero [en línea] https://www.asep.gob.pa/wp-content/uploads/agua/legislacion/ley_2.pdf.

Manual de buenas prácticas ambientales para acueductos y sistemas de saneamiento rural (2020)

Manual con carácter obligatorio para el establecimiento de medidas que se tienen que llevar a cabo en la construcción de sistemas de agua y saneamiento en el medio rural.

Panamá, Ministerio de Salud (2020), "Manual de buenas prácticas ambientales para acueductos y sistemas de saneamiento rural, Resolución N° 713, de jueves 30 de julio de 2020", *Gaceta Oficial Digital*, N° 29093-A, Dirección del Subsector de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, 18 de agosto [en línea] https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/29093_A/GacetaNo_29093a_20200818.pdf.

Norma técnica medidores de agua a temperatura ambiente. Resolución N° 332. Por la cual se aprueba el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT-78:I.2003. Metrología. Medidores de Agua a Temperatura Ambiente. Parte I: Especificaciones Técnicas y Metrológicas (2003)

Establece las definiciones, las características técnicas, las características metrológicas y la pérdida de presión para medidores de agua potable a temperatura ambiente.

Panamá, Ministerio de Comercio e Industrias (2003), "Resolución N° 332. Por la cual se aprueba el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT-78:I.2003. Metrología. Medidores de Agua a Temperatura Ambiente. Parte I: Especificaciones Técnicas y Metrológicas", *Gaceta Oficial*, N° 24,853, Dirección General de Normas y Tecnología Industrial, 28 de julio [en línea] https://www.asep.gob.pa/wp-content/uploads/agua/legislacion/dgnti_78-I_2003.pdf.

Reglamento para el Diseño Estructural en la República de Panamá (2021)

Este reglamento entró en vigor el 30 de abril de 2023. Menciona los requisitos mínimos para asegurar contra el colapso la estructura o contra fallas estructurales mayores. La protección contra daños a elementos no-estructurales podría requerir el diseño de estructuras de mayor resistencia y rigidez que las que resulten de la aplicación del Reglamento.

Panamá, Ministerio de Obras Públicas (2022), "Reglamento para el Diseño Estructural en la República de Panamá", *Gaceta Oficial Digital*, Junta Técnica de Ingeniería y Arquitectura, 5 de agosto [en línea] https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/29594_A/92903.pdf.

Reglamento para el Uso Racional del Agua. Decreto Ejecutivo N° 436, mediante el cual se reglamenta el numeral 7 del artículo 29 del Decreto Ley 2 de 7 de enero de 1997 (2010)

Se enuncia la utilización del agua en diferentes actividades en las que se considera como un "uso no racional", en particular en los períodos de escasez.

Panamá, Ministerio de Salud (2010), "Decreto Ejecutivo N° 436, de 9 de abril de 2010, Mediante el cual se reglamenta el numeral 7 del artículo 29 del Decreto Ley 2 de 7 de enero de 1997", *Gaceta Oficial Digital*, 13 de abril [en línea] https://www.asep.gob.pa/wp-content/uploads/agua/legislacion/ejecutivo_436.pdf.

Reglamento técnico DGNTI-COPANIT 21-2019, Agua potable Definiciones y requisitos generales (2019)

Establece las características físicas, químicas, biológicas y radiológicas que debe cumplir el agua potable. Aplica para los sistemas de abastecimiento de aguas en áreas urbanas y rurales.

Panamá, Ministerio de Comercio e Industrias (2019), "Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 21-2019: tecnología de los alimentos. Agua potable. Definiciones y requisitos generales", *Gaceta Oficial Digital*, 20 de mayo [en línea] https://www.asep.gob.pa/wp-content/uploads/agua/legislacion/dgnti_21-2019.pdf.

Reglamento Técnico: Agua. Calidad de agua. Reutilización de las aguas residuales tratadas, DGNTI-COPANIT 24-99 (2000)

Establece las características físicas, químicas, biológicas y radiológicas que debe cumplir el agua potable. Aplica para los sistemas de abastecimiento de aguas en áreas urbanas y rurales.

Panamá, Ministerio de Comercio e Industrias (2000), "Reglamento Técnico: Agua. Calidad de Agua. Reutilización de las Aguas Residuales Tratadas. DGNTI-COPANIT 24-99", *Gaceta Oficial*, N° 24,008, 13 de marzo [en línea] https://www.asep.gob.pa/wp-content/uploads/agua/legislacion/dgnti_24-99.pdf.

Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 39-2000: Agua. Descarga de efluentes líquidos directamente a sistemas de recolección de aguas residuales (2000)

Establece las características que tienen que cumplir los vertidos de efluentes a los sistemas de recolección de aguas residuales. Las aguas residuales son domésticas, comerciales e industriales.

Panamá, Ministerio de Comercio e Industrias (2000), "Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 39-2000. Agua. Descarga de Efluentes Líquidos directamente a Sistemas de Recolección de Aguas Residuales", *Gaceta Oficial*, N° 24,115, Dirección General de Normas y Tecnología Industrial (DGNTI)/Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas (COPANIT), 10 de agosto [en línea] https://www.asep.gob.pa/wp-content/uploads/agua/legislacion/dgnti_39-2000.pdf.

Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000: Agua. Descarga de efluentes líquidos directamente a cuerpos y masas de agua superficiales y subterráneas (2000)

Establece los límites máximos permisibles que deben cumplir los vertidos de efluentes líquidos provenientes de actividades domésticas, comerciales e industriales, descargando a cuerpos y masas de agua superficiales y subterráneas, en conformidad a las disposiciones legales vigentes en la República de Panamá

Panamá, Ministerio de Comercio e Industrias (2000), "Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2000: Agua. Descarga de efluentes líquidos directamente a cuerpos y masas de agua superficiales y subterráneas", *Gaceta Oficial*, N° 24,115, Dirección General de Normas y Tecnología Industrial, 10 de agosto [en línea] https://www.asep.gob.pa/wp-content/uploads/agua/legislacion/dgnti_35-2000.pdf.

Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 47-2000: Agua. Uso y disposición final de lodos, con actualización (2004)

Se establecen las características y los sitios de disposición de lodos posterior a recibir tratamiento específico.

Panamá, Ministerio de Comercio e Industrias (2004), "Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 47-2000: Agua. Usos y disposición final de lodos, con actualización", *Gaceta Oficial*, N° 25,059, Dirección General de Normas y Tecnología Industrial, 27 de mayo [en línea] <https://mici.gob.pa/wp-content/uploads/2021/12/47rt-dgnti-copanit-47-2000-1.pdf>.

7. República Dominicana (DOM)

Reglamento para el Análisis y Diseño Sísmico de Estructuras (2011)

Establece los requerimientos mínimos que se deberán cumplir en el análisis y el diseño sísmico de todas las estructuras que se erijan en el territorio nacional para resistir los efectos de movimientos sísmicos, de tal forma que su estructura se mantenga estable, garantizando principalmente la seguridad humana.

República Dominicana, Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (2011), *Reglamento para el Análisis y Diseño Sísmico de Estructuras: R-001. Decreto*, N° 201-11, Santo Domingo, Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones-Dirección General de Reglamentos y Sistemas [en línea] <https://www.mopc.gob.do/media/1039/r-001-reglamento-sismico.pdf>.

Reglamento Técnico para Diseño de Obras e Instalaciones Hidro-sanitario del INAPA (2018)

Establece los requisitos técnicos y brinda el marco técnico normativo, conceptual y metodológico para el diseño de proyectos de agua potable, recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales.

Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) (2018), *Reglamento Técnico para Diseño de Obras e Instalaciones Hidro-Sanitario del INAPA* (DIG-PO-001), Santo Domingo, República Dominicana, Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados-Dirección de Ingeniería [en línea] https://www.inapa.gob.do/phocadownload/Proyectos/Reglamentos_y_requerimientos_de_proyectos/ReglamentoTecnicoParaDisenoDeObrasElstacionesHidroSanitarias.pdf.

NORDOM 39. Agua para uso doméstico: muestreo (1979)

Establece el método de muestreo del agua para uso doméstico para análisis físicos, químicos y microbiológicos.

Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL) (1979), *NORDOM 39. Agua para uso doméstico: muestreo*, Santo Domingo, República Dominicana [en línea] <https://indocalnormas.gob.do/catalogo/ver/nordom-39-agua-para-uso-dom-stico-muestreo>.

NORDOM 436. Aguas residuales: requisitos para la prevención y control de la contaminación (1990)

Determina los requisitos que deben cumplir los responsables de descargas.

Instituto Dominicano para la Calidad (INDOCAL) (1990), *NORDOM 436. Aguas residuales: requisitos para la prevención y control de la contaminación*, Santo Domingo, República Dominicana, Instituto Dominicano para la Calidad [en línea] <https://indocalnormas.gob.do/catalogo/ver/nordom-436-aguas-residuales-requisitos-para-la-prevenci-n-y-control-de-la-contaminaci-n>.

B. Soluciones basadas en la naturaleza (SbN)

El ABC sobre las soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) (2021)

De forma resumida explica el enfoque de las soluciones basadas en la naturaleza (SbN), establece una definición de las SbN, así como su utilización en las ciudades. Menciona sus ventajas y muestra algunos ejemplos.

M. Winograd, M. Van Eupen y J. Hardoy (2021), *El ABC sobre las soluciones basadas en la naturaleza (SbN)*, Wageningen, Wageningen University & Research.

Guía básica de diseño de sistemas de gestión sostenible de aguas pluviales en zonas verdes y otros espacios públicos (2018)

Esta guía permite a los técnicos involucrados en el desarrollo de entornos urbanos, tanto públicos como privados, realizar una gestión sostenible de las aguas pluviales. Introduce soluciones basadas en la naturaleza para gestionar la escorrentía desde el origen y replicar los procesos hidrológicos naturales del entorno.

S. Checa Sánchez y M. de Pazos Liaño (coords.) (2018), *Guía básica de diseño de sistemas de gestión sostenible de aguas pluviales en zonas verdes y otros espacios libres*, Madrid, Ayuntamiento de Madrid-Dirección General de Gestión del Agua y Zonas Verdes-Área de Gobierno de Medio Ambiente y Movilidad [en línea] [https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Agua/TODOSOBREAGUA\(InformaciónSobreAgua\)/SistemaUrbanosDrenajeSostenible/Gu%C3%ADa%20b%C3%A1sica%20de%20dise%C3%B1o%20de%20sistemas%20de%20gesti%C3%B3n%20sostenible%20de%20aguas%20pluviales.pdf](https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/Agua/TODOSOBREAGUA(InformaciónSobreAgua)/SistemaUrbanosDrenajeSostenible/Gu%C3%ADa%20b%C3%A1sica%20de%20dise%C3%B1o%20de%20sistemas%20de%20gesti%C3%B3n%20sostenible%20de%20aguas%20pluviales.pdf).

Guía de diseño para la infraestructura verde (2016)

Presenta algunas recomendaciones de diseño con esquemas de infraestructura verde. Se menciona información sobre sitios, vegetación adecuada, criterios de diseño, derechos de vía, pavimentos, banquetas, entre otros.

Instituto Municipal de Investigación y Planeación (2016), *Guía de diseño para la infraestructura verde*, Ciudad Juárez, Chihuahua, México, Instituto Municipal de Investigación y Planeación/Plan de Desarrollo Urbano Sostenible [en línea] https://www.imip.org.mx/imip/files/sites/pdus2016/PDUS_2016/08_VIII_Guia%20III%20Infraestructura%20Verde.pdf.

Soluciones basadas en la naturaleza (SbN) para las ciudades de América Latina y el Caribe. Guía metodológica. Guía práctica para la identificación, diseño, implementación, monitoreo de soluciones basadas en la naturaleza (SbN) para las ciudades de América Latina y el Caribe (s/f)

En esta guía se explican métodos prácticos para identificar, diseñar, implementar y monitorear soluciones basadas en la naturaleza (SbN) en contextos urbanos. Se incluye usar diferentes tipos de datos, evaluar los riesgos y la vulnerabilidad, facilitar la exploración de SbN a través de talleres participativos, asegurar la implementación, el escalonamiento, réplica y monitoreo.

M.Winograd y otros (s/f), *Soluciones basadas en la naturaleza para ciudades de América Latina y el Caribe: guía metodológica. Guía práctica para la identificación, diseño, implementación y monitoreo de las soluciones basadas en la naturaleza (SbN) para las ciudades de América Latina y el Caribe*, City Adapt/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)/Global Environment Facility (GEF) [en línea] <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2021/06/CityAdapt-Guias-Sbn-Completas.pdf>.

Guía: soluciones basadas en la naturaleza (2021)

Incursiona en el análisis del marco conceptual, sociocultural, normativo, institucional y financiero, con medidas y recomendaciones para alcanzar una “ciudad verde” (SbN). Dirigida a tomadores de decisión del sector político y económico en el contexto urbano de la Gran Área Metropolitana (GAM) en Costa Rica.

M.Van Lidth y otros (2021), *Guía: soluciones basadas en la naturaleza*, San José, Costa Rica, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

Manual para la gestión de la infraestructura verde en la ciudad de León, Guanajuato (2020)

Analiza la forma de aplicar la infraestructura verde en la ciudad y las acciones a realizar en las escalas macro y micro.

Instituto Municipal de Planeación de León, Guanajuato (IMPLAN) (2020), *Manual para la gestión de la infraestructura verde en la ciudad de León*, Guanajuato, León, Guanajuato, México, Instituto Municipal de Planeación de León-Dirección de Desarrollo Sustentable [en línea] <https://www.implan.gob.mx/pdf/estudios/cambios/manual-de-infraestructura-verde.pdf>.

Mejorando la resiliencia de la infraestructura con soluciones basadas en la naturaleza (SbN) (2020)

En este documento técnico se proporciona una guía para desarrolladores de proyectos sobre la manera de preparar proyectos resilientes al cambio climático, financieramente viables y que tomen en cuenta las SbN como sustituto, complemento o salvaguarda para los proyectos de infraestructura convencionales.

M. Silva y otros (2020), *Mejorando la resiliencia de la infraestructura con soluciones basadas en la naturaleza (SbN)*, Banco Interamericano de Desarrollo (BID) [en línea] <https://publications.iadb.org/publications/spanish/viewer/Mejorando-la-resiliencia-de-la-infraestructura-con-soluciones-basadas-en-la-naturaleza-SbN.pdf>.

Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2018: soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua (2018)

Se definen conceptos, herramientas, enfoques y terminología de las soluciones basadas en la naturaleza; las SbN para la gestión de la disponibilidad, de la calidad del agua, de los riesgos ante la variabilidad del cambio climático. Se muestran experiencias y la posibilidad de incorporar de forma acelerada las SbN.

World Water Assessment Programme (WWAP) (2018), *Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2018: Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua*, París, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) [en línea] <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261494>.

C. RRD-ASICC

Bases generales para el desarrollo de estudios de reducción de riesgos hidroclimáticos en ciudades: lecciones aprendidas de la Iniciativa Ciudades Emergentes y Sostenibles ante el reto del cambio climático en Latinoamérica y el Caribe (2019)

Las aglomeraciones urbanas constituyen polos de concentración de riesgos y oportunidades para más del 80% de la población de América Latina y el Caribe (ALC), y representan unidades de trabajo idóneas para llevar a cabo estudios de riesgos de origen natural. En este documento se presentan directrices para realizar análisis cuantitativos de riesgos asociados a fenómenos hidroclimáticos y ligados al cambio climático en ciudades: inundaciones costeras, fluviales y por lluvias extremas, huracanes, vientos, erosión de playas y sequía urbana. Buena parte de la metodología expuesta ha sido aplicada en la Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles (ICES) del Banco Interamericano de Desarrollo, un programa pionero desarrollado de 2011 a 2018. Se presentan numerosos ejemplos prácticos tomados de los trabajos de dicha iniciativa. Tras varios años de experiencia en la elaboración de análisis de riesgo de desastres y vulnerabilidad al cambio climático en ciudades emergentes de la región, en este documento se sistematizan las lecciones aprendidas de estos estudios en un conjunto de pautas metodológicas que pueden ayudar a guiar estudios futuros, incluido un conjunto de buenas prácticas sobre la manera de incorporar información de escenarios de cambio climático.

E. García y otros (2019), *Bases generales para el desarrollo de estudios de reducción de riesgos hidroclimáticos en ciudades: lecciones aprendidas de la iniciativa Ciudades Emergentes y Sostenibles ante el reto del cambio climático en Latinoamérica y el Caribe*, Banco Interamericano de Desarrollo (BID), División de Cambio Climático (CCS)-División de Medio Ambiente, Desarrollo Rural y Administración de Riesgos por Desastres (RND)-División de Vivienda y Desarrollo Urbano (HUD) [en línea] <http://dx.doi.org/10.18235/0002128>.

Climate-Resilient Water Infrastructure: Guidelines and Lessons from the USAID Be Secure Project (2017)

Describe las experiencias en Filipinas del proyecto Be Secure, en el que se promueve la buena gobernanza y la creación de capacidades en seguridad hídrica.

AECOM (2017), *Climate-Resilient Water Infrastructure: Guidelines and Lessons from the USAID Be Secure Project*, Manila, United States Agency for International Development [en línea] <https://www.climate-links.org/resources/climate-resilient-water-infrastructure-guidelines-and-lessons-usaid-be-secure-project>.

Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario (2010)

Describe medidas de protección y adaptación de los sistemas de agua potable.

Autoridad Nacional del Agua (ANA) (2010), *Guía técnica para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario*, Managua, Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado [en línea] <http://www.inaa.gob.ni/node/225>.

Guías técnicas para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de agua potable y saneamiento (2003)

Se exponen diferentes tipos de amenazas a la infraestructura para sistemas de agua potable y alcantarillado y la forma de mitigar la vulnerabilidad de dichos sistemas.

Ecuador, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (2003), *Guías técnicas para la reducción de la vulnerabilidad en los sistemas de agua potable y saneamiento*, Quito, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda/Subsecretaría de Agua Potable y Saneamiento Básico [en línea] <http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Enero2004/pdf/spa/doc14793/doc14793.pdf>.

D. Documentos técnicos**Captación y almacenamiento de agua de lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe (2013)**

Se presentan diferentes técnicas de captación de agua de lluvia para usos tanto domésticos como para la agricultura.

M. Prieto Celi y M. Vieira (2013), *Captación y almacenamiento de agua de lluvia: opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe*, Santiago, Chile, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) [en línea] <https://www.fao.org/3/i3247s/i3247s.pdf>.

Captación de agua de lluvia y almacenamiento en tanques de ferrocemento: manual técnico (2006)

Descripción teórica de los fundamentos de un tanque de ferrocemento, así como el diseño y construcción de este.

T. Caballero Aquino (2006), *Captación de agua de lluvia y almacenamiento en tanques de ferrocemento: manual técnico*, Distrito Federal, México, Instituto Politécnico Nacional (IPN) [en línea] <https://ecotec.unam.mx/wp-content/uploads/Captacion-de-Agua-de-lluvia-y-almacenamiento-en-Tanques-de-Ferrocemento.pdf>.

Guía para el manejo de excretas y aguas residuales municipales: enfoque Centroamérica (2004)

Se describen, con enfoque para Centroamérica, los sistemas individuales para tratar las excretas, así como los sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.

D. Brown Salazar (2004), *Guía para el manejo de excretas y aguas residuales municipales: enfoque Centroamérica*, Programa Ambiental Regional para Centroamérica (PROARCA) [en línea] https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/BROWN%202004.%20Gu%C3%ADa%20para%20el%20Manejo%20de%20Excretas%20y%20Aguas%20Residuales.PDF.

Guía técnica sanitaria para la instalación y funcionamiento de sistemas de tratamiento individuales de aguas negras y grises (2009)

Se describen las características, los criterios técnicos y los componentes de diversos tipos de tratamiento individuales de aguas negras y grises como son los tanques sépticos, letrinas, entre otros.

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2009), *Guía técnica sanitaria para la instalación y funcionamiento de sistemas de tratamiento individuales de aguas negras y grises*, San Salvador, Ministerio de Salud-Dirección de Regulación General de Salud-Unidad de Atención al Ambiente [en línea] <https://www.transparencia.gob.sv/institutions/minsal/documents/13341/download>.

Introducción a las cuencas urbanas (2013)

Se describen los fundamentos de la modelación de las cuencas urbanas, el alcantarillado pluvial, las medidas para el control de escurrimiento.

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) (2013), *Introducción a las cuencas urbanas*, Distrito Federal, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Instituto Mexicano de Tecnología del Agua [en línea] <http://repositorio.imta.mx/handle/20.500.12013/707>.

Manual de consideraciones técnicas, hidrológicas e hidráulicas para la infraestructura vial en Centroamérica (2016)

Se enuncian las consideraciones hidrológicas e hidráulicas para la infraestructura vial en Centroamérica. Se detallan aspectos normativos para cada país y la fuente de estos.

Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)/Consejo Sectorial de Ministros de Transporte de Centroamérica (COMITRAN)/Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA) (2016), *Manual de consideraciones técnicas, hidrológicas e hidráulicas para la infraestructura vial en Centroamérica*, San Salvador; Secretaría de Integración Económica Centroamericana/Consejo Sectorial de Ministros de Transporte de Centroamérica [en línea] http://www.pgrweb.go.cr/DocsDescargar/Normas/NO%20DE-41271/VersionI/Manual_consideraciones_tecnicas_hidrologicas_e_hidraulicas_para_infraestructura_vial_CA.pdf.

Manual de diseño de galerías filtrantes (2002)

Contiene los criterios para el diseño de una galería filtrante.

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (2002), *Manual de diseño de galerías filtrantes*, Lima, Organización Panamericana de la Salud (OPS) [en línea] <https://iris.paho.org/handle/10665.2/55441>.

Manual de construcción y mantenimiento de letrinas en barrios populares de Tegucigalpa (2019)

Se describen diferentes tipos de letrinas.

B. Antúnez (2019), *Manual de construcción y mantenimiento de letrinas en barrios populares de Tegucigalpa*, Tegucigalpa, Banco Interamericano de Desarrollo (BID) [en línea] <https://publications.iadb.org/es/manual-de-construccion-y-mantenimiento-de-letrinas>.

Manual para el control de inundaciones (2013)

Se proporciona la información necesaria para la atención ante una emergencia, los estudios y los modelos necesarios para las zonas inundables, alternativas para el control de inundaciones.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2013), *Manual para el control de inundaciones*, Distrito Federal, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General Técnica [en línea] <http://cenca.imta.mx/pdf/manual-para-el-control-de-inundaciones.pdf>.

Obras hidráulicas (2021)

Se describen las características y el funcionamiento de las presas de almacenamiento y derivación; tipo de cortinas, las obras de desvío, las obras de excedencia, obras de toma.

F. Arreguín Cortés (2021), *Obras hidráulicas*, Ciudad de México, Instituto de Ingeniería-Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) [en línea] <https://www.iingen.unam.mx/es-mx/AlmacenDigital/Libros/Documents/obras-hidraulicas-digital.pdf>.

Preguntas y respuestas sobre el período de retorno a ser usado para diseño (2008)

Se mencionan algunos cuestionamientos relacionados con el período de retorno y su forma de uso en el diseño de infraestructura, y cómo se afectará con el calentamiento global.

V. M. Ponce (2008), "Preguntas y respuestas sobre el período de retorno a ser usado para diseño" [en línea] http://ponce.sdsu.edu/periodos_de_retorno_articulo.html#:~:text=En%20hidrolog%C3%ADa%2C%20los%20per%C3%ADodos%20de,sido%20definida%2C%20hasta%2010%2C000%20a%C3%BIos.

Presa de gaviones (2009)

Se describe la forma de construir una presa de gaviones.

R. López Martínez y R. Oropeza Mota (2009), *Presa de gaviones*, Colegio de Postgraduados (ed.), Montecillos, Estado de México, Subsecretaría de Desarrollo Rural-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

Protection of spring sources (s/f)

Se señalan esquemas de protección de manantiales, y se hace una comparación entre la protección de los manantiales con otras fuentes de agua.

Water Aid (s/f), "Protection of spring sources", *Technical Brief*, Water Aid America [en línea] https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/WATERAID%202013.%20Protection%20of%20spring%20sources.pdf.

Sistema de captación de agua de lluvia SCALL. Manual de instalación (2021)

Se describe la forma de colocar los elementos para tener captación de agua de lluvia en un techo.

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) (2021), *Sistema de captación de agua de lluvia SCALL. Manual de instalación*, Jiutepec, Morelos, México, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales/Instituto Mexicano de Tecnología del Agua [en línea] https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/646900/Sistema_de_Captacion_de_Agua_de_Lluvia_SCALL_2.pdf.

Tanques de ferrocemento: una opción tecnológica para cosechar agua en tiempos de cambio climático, para poblaciones vulnerables en contextos dispersos (2018)

Se describen los elementos de diseño y construcción de un tanque de ferrocemento.

D. Corina (2018), *Tanques de ferrocemento: una opción tecnológica para cosechar agua en tiempos de cambio climático, para poblaciones vulnerables en contextos dispersos*, La Paz, Bolivia, Promoción de la Sustentabilidad de Conocimientos Compartidos (PROSUCO) [en línea] <https://prosuco.org/wp-content/uploads/2020/10/CartillaTanques-ferrocemneto.pdf>.

Tecnologías apropiadas para el acceso sostenible al agua en el medio rural marginado (2017-2018)

Se describen diferentes tecnologías para el acceso al agua y para la depuración de aguas.

E. O. Cervantes Gutiérrez y otros (2017-2018), *Tecnologías apropiadas para el acceso sostenible al agua en el medio rural marginado*, Jiutepec, Morelos, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) [en línea] <https://www.gob.mx/imta/documentos/tecnologias-apropiadas-para-el-acceso-sostenible-al-agua-en-el-medio-rural-marginado>.

Tecnologías para el uso sostenible del agua: una contribución a la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático (2013)

Se presentan tecnologías tanto domésticas como parcelarias para el manejo sostenible del agua en comunidades rurales.

Global Water Partnership Central America (2013), *Tecnologías para el uso sostenible del agua: una contribución a la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático*, Tegucigalpa, Asociación Mundial para el Agua, Capítulo Centroamérica/ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) [en línea] <https://www.fao.org/3/i3442s/i3442s.pdf>.

Tomas de agua (2017)

Se hace una presentación de tomas de agua de diferentes tipos, datos de diseño y fotografías de estas.

W. Sandoval (2017), *Tomas de agua* [en línea] https://www.researchgate.net/profile/Washington-Sandoval-Erazo/publication/317946721_Tomas_de_Agua/links/59525919aca272a343db39ce/Tomas-de-Agua.pdf.

Water supply and waste water engineering: simple designs (2020)

Presenta diseños simples de elementos que forman parte de una planta de tratamiento y una planta de tratamiento de aguas residuales.

A. Mubarak (2020), *Water Supply and Waste Water Engineering: Simple Designs*, Coimbatore, India, Sri Krishna Printers & Copiers [en línea] https://www.academia.edu/49552383/WATER_SUPPLY_AND_WASTE_WATER_ENGINEERING_Simple_designs.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 3. Establecimiento de medidas preventivas, de seguridad y diseño de obras de protección de la infraestructura de agua potable en situaciones de emergencia (CONAGUA, 2019a)

Se describen las medidas preventivas de protección ante la presencia de eventos extremos, las acciones ante las situaciones de emergencia y las actividades para la restitución de los servicios.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019a), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 3. Establecimiento de medidas preventivas, de seguridad y diseño de obras de protección de la infraestructura de agua potable en situaciones de emergencia*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro3.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 4. Datos básicos para proyectos de agua potable y alcantarillado (CONAGUA, 2019b)

Se establecen los elementos y la información necesaria para calcular el gasto de diseño para los proyectos de agua potable y alcantarillado.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019b), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 4. Datos básicos para proyectos de agua potable y alcantarillado*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro4.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 5. Estudios técnicos para proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento: topografía y mecánica de suelos (CONAGUA, 2019c)

Se hace una descripción de los componentes que se tienen que cumplir en los estudios de topografía y mecánica de suelos.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019c), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 5. Estudios técnicos para proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento: topografía y mecánica de suelos*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro5.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 6. Estudios técnicos para proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento: diseño estructural (CONAGUA, 2019d)

Se mencionan los procedimientos para el diseño de estructuras, el diseño de estructuras por sismo y viento, las cimentaciones, ejemplos de diseño de tanques; recomendaciones para el sector hídrico y diseño estructural de conducciones.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019d), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 6. Estudios técnicos para proyectos de agua potable, alcantarillado y saneamiento: diseño estructural*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro6.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 7. Obras de captación superficiales (CONAGUA, 2019e)

Se describen elementos de diseño, técnicos y constructivos para las diferentes estructuras de obras de captación de agua superficial y subsuperficial.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019e), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 7. Obras de captación superficiales*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro7.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 8. Captación por medio de pozos profundos (CONAGUA, 2019f)

Se describen los temas relacionados con el pozo de bombeo, sus métodos constructivos y de mantenimiento. De igual forma, se explican conceptos básicos de geohidrología y del comportamiento hidrodinámico del agua en el subsuelo.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019f), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 8. Captación por medio de pozos profundos*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro8.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 9. Sistemas de medición del agua: producción, operación y consumo (CONAGUA, 2019g)

Se describen los sistemas de medición, macro y micromedidores. Se menciona la clasificación de estos, la forma de calibración, la organización de la forma de tomar los consumos.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019g), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 9. Sistemas de medición del agua: producción, operación y consumo*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro9.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 10. Conducciones (CONAGUA, 2019h)

Se proporcionan guías de diseño de las conducciones y sus componentes. La conducción comprende canales y acueductos, así como las instalaciones complementarias de bombeo para transportar el agua desde la fuente hasta el centro de distribución.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019h), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 10. Conducciones*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro10.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 11. Fenómenos transitorios en líneas de conducción (CONAGUA, 2019i)

Se explica, de manera sencilla y prescindiendo de desarrollos matemáticos, qué son los transitorios y cómo se manifiestan, cuáles son los medios que pueden ser usados para el control de estos y cuáles procedimientos sistemáticos usar para analizar los transitorios en cualquier conducción y diseñar los medios de control correspondientes.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019i), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 11. Fenómenos transitorios en líneas de conducción*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro11.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 12. Diseño de redes de distribución de agua potable (CONAGUA, 2019j)

Esta guía comprende los tipos de redes de distribución, los componentes de estas, el análisis hidráulico de la red y el diseño de tanques.

Comisión Nacional del Agua (2019j), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 12. Diseño de redes de distribución de agua potable*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro12.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 13. Modelación hidráulica y de calidad del agua en redes de distribución (CONAGUA, 2019k)

Se describe la forma de realizar la modelación hidráulica y la modelación de la calidad del agua con programas existentes en el mercado.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019k), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 13. Modelación hidráulica y de calidad del agua en redes de distribución*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro13.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 19. Drenaje pluvial urbano (CONAGUA, 2019l)

Se describen métodos de análisis hidrográfico, modelación y diseño de redes de drenaje pluvial.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019l), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 19. Drenaje pluvial urbano*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro19.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 20. Alcantarillado sanitario (CONAGUA, 2019m)

Se describen diferentes tipos de alcantarillado sanitario convencional, su diseño y elementos para su construcción.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019m), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 20. Alcantarillado sanitario*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro20.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 21. Sistemas alternativos de alcantarillado sanitario (CONAGUA, 2019n)

Se describen sistemas alternativos de alcantarillado, tales como sistemas de alcantarillado no convencionales (sistemas de alcantarillado por vacío [SAV], por presión [SAP], sin arrastre de sólidos [RASAS]) y componentes de diseño.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019n), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 21. Sistemas alternativos de alcantarillado sanitario*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro21.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 22. Aplicación de fuentes de energía renovable en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales (CONAGUA, 2019ñ)

Se describen los diferentes tipos de energías alternativas que pueden proveer electricidad a una planta de tratamiento de aguas residuales como son las microhidroeléctricas, la energía eólica, energía de biomasa-biogás, energía solar, energía geotérmica y energía mareomotriz.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019ñ), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 22. Aplicación de fuentes de energía renovable en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro22.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 23. Desinfección para sistemas de agua potable y saneamiento (CONAGUA, 2019o)

Se mencionan los contaminantes que puede contener el agua y los diferentes métodos físicos y químicos para la desinfección de esta.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019o), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 23. Desinfección para sistemas de agua potable y saneamiento*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro23.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 24. Diseño de plantas potabilizadoras de tecnología simplificada (CONAGUA, 2019p)

Se describen las características de diferentes parámetros que puede contener el agua determinados en la norma, y los procesos de tratamientos del agua como coagulación-floculación, sedimentación, filtración y otros.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019p), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 24. Diseño de plantas potabilizadoras de tecnología simplificada*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro24.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 25. Introducción al tratamiento de aguas residuales municipales (CONAGUA, 2019q)

Se describen los diferentes procesos para el tratamiento de aguas residuales urbanas, así como la estabilización de lodos residuales.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019q), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 25. Introducción al tratamiento de aguas residuales municipales*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro25.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 26. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: pretratamiento y tratamiento primario (2019r)

Se hace una descripción del diseño de unidades de cribado, rejas y rejillas, desarenador y sedimentación primaria.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019r), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 26. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: pretratamiento y tratamiento primario*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro26.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 27. Diseños de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: lagunas de estabilización (CONAGUA, 2019s)

Se describen los fundamentos, el diseño y los aspectos de construcción de las lagunas de estabilización.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019s), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 27. Diseños de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: lagunas de estabilización*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro27.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 28. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: reactores anaerobios de flujo ascendente (CONAGUA, 2019t)

Se hace una descripción de los criterios de diseño para reactores anaerobios de flujo ascendente.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019t), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 28. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: reactores anaerobios de flujo ascendente*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro28.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 29. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: filtros anaerobios de flujo ascendente (CONAGUA, 2019u)

Se describen los criterios de diseño, los factores que influyen en el proceso, su dimensionamiento y características y uso del biogás.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019u), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 29. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: filtros anaerobios de flujo ascendente*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro29.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 30. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: humedales artificiales (CONAGUA, 2019v)

Se describen las características, los criterios de diseño, las ventajas y desventajas de los humedales artificiales.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019v), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 30. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: humedales artificiales*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro30.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 31. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: zonas rurales, periurbanas y desarrollos ecoturísticos (CONAGUA, 2019w)

Se describen los tipos de tratamiento de aguas residuales que pueden ser aplicados en otros ámbitos como el rural (comunidades menores a 2.500 habitantes), en zonas periurbanas y en desarrollos turísticos.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019w), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 31. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: zonas rurales, periurbanas y desarrollos ecoturísticos*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro31.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 32. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: tratamiento y disposición de lodos (CONAGUA, 2019x)

Se describen las características de los lodos, dónde se producen en el tratamiento de las aguas residuales, el manejo de estos y los lugares para su disposición final.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019x), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 32. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: tratamiento y disposición de lodos*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro32.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 33. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: procesos de oxidación bioquímica con biomasa suspendida (CONAGUA, 2019y)

Se describen los fundamentos del tratamiento biológico, diseño del proceso de lodos activados, reactor biológico secuencial, biorreactores con membranas, sistemas para la transferencia de oxígeno, sedimentadores secundarios.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019y), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 33. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: procesos de oxidación bioquímica con biomasa suspendida*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro33.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 34. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: procesos de oxidación bioquímica con biomasa fija (CONAGUA, 2019z)

Se describe el diseño y el funcionamiento de los filtros percoladores, proceso de oxidación bioquímica por biodiscos, procesos de sedimentación secundaria.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019z), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 34. Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: procesos de oxidación bioquímica con biomasa fija*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro34.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 37. Saneamiento básico (CONAGUA, 2019aa)

Se describen las especificaciones técnicas para la construcción de letrinas y tanques sépticos.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019aa), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 37. Saneamiento básico*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro37.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 38. Alternativas tecnológicas de tratamiento de aguas residuales para la recarga artificial de acuíferos (CONAGUA, 2019bb)

Se describen las implicaciones de la recarga de acuíferos con agua tratada, el tren de tratamiento de procesos que aplicar en el agua residual.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019bb), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 38. Alternativas tecnológicas de tratamiento de aguas residuales para la recarga artificial de acuíferos*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro38.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 40. Rehabilitación de pozos (CONAGUA, 2019cc)

Se describen los elementos para detectar las ineficiencias de un pozo, su problemática y su rehabilitación.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019cc), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 40. Rehabilitación de pozos*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro40.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 42. Mantenimiento y reparación de tuberías y piezas especiales (CONAGUA, 2019dd)

Se describe la forma de mantener y reparar las tuberías, las válvulas y las piezas especiales.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019dd), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 42. Mantenimiento y reparación de tuberías y piezas especiales*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro42.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 46. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: pretratamiento y tratamiento primario (CONAGUA, 2019ee)

Se expone la posible problemática en las rejillas, desarenador, sedimentador, las formas de resolverlas, así como los elementos generales para su operación y mantenimiento, y una guía para elaborar un protocolo de acciones que realizar por el operador.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019ee), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 46. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: pretratamiento y tratamiento primario*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro46.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 47. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: lagunas de estabilización (CONAGUA, 2019ff)

Se expone la problemática que las lagunas pueden presentar y la formas de resolverla, así como elementos generales para su operación y mantenimiento, y una guía para elaborar un protocolo de acciones que realizar por el operador y de seguridad e higiene.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019ff), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 47. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: lagunas de estabilización*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro47.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 48. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: lagunas aireadas (CONAGUA, 2019gg)

Se expone la problemática que se puede presentar en las lagunas aireadas (y los mecanismos de aireación) y formas de resolverla, así como elementos generales para su operación y mantenimiento, y una guía para elaborar un protocolo de acciones que realizar por el operador y de seguridad e higiene.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019gg), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 48. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: lagunas aireadas*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [<https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro48.pdf>].

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 49. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: procesos anaerobios (CONAGUA, 2019hh)

Se expone la posible problemática en los procesos anaerobios y el sistema de tratamiento del biogás, las formas de resolverla, así como elementos generales para su operación y mantenimiento, y una guía para elaborar un protocolo de acciones que realizar por el operador y de seguridad e higiene.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019hh), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 49. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: procesos anaerobios*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro49.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 50. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: tratamiento y disposición de lodos (CONAGUA, 2019ii)

Se expone la posible problemática en el tratamiento y la disposición de lodos, las formas de resolverla, así como elementos generales para su operación y mantenimiento, y una guía para elaborar un protocolo de acciones que realizar por el operador y de seguridad e higiene.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019ii), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 50. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: tratamiento y disposición de lodos*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro50.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 51. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: lodos activados (CONAGUA, 2019jj)

Se expone la problemática que se puede presentar en el proceso de lodos activados y las formas de resolverla, así como elementos generales para su operación y mantenimiento, y una guía para elaborar un protocolo de acciones que realizar por el operador y de seguridad e higiene.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019jj), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 51. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: lodos activados*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro51.pdf>.

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 52. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: filtros rociadores (CONAGUA, 2019kk)

Se expone la posible problemática en el proceso de filtros rociadores y las formas de resolverla, así como elementos generales para la operación y el mantenimiento de estos, y una guía para elaborar un protocolo de acciones que realizar por el operador y de seguridad e higiene.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2019kk), *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento 52. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: filtros rociadores*, Ciudad de México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional del Agua-Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento [en línea] <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-I-15-Libro52.pdf>.

El proyecto RIDASICC tiene como objetivo contribuir a la integración de la reducción de riesgos de desastres (RRD) y la adaptación sostenible e incluyente al cambio climático (ASICC) en los proyectos de inversión pública, conservando y mejorando los servicios que brindan a la población de los países miembros del COSEFIN/SICA. La iniciativa es coordinada por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y la Secretaría Ejecutiva del Consejo de Ministros de Hacienda o Finanzas de Centroamérica, Panamá y República Dominicana (COSEFIN), con la estrecha participación de los siete ministerios de hacienda o finanzas y tres ministerios o secretarías de planificación responsables de los sistemas nacionales de inversión pública (SNIP) de dichos países y otras instituciones socias nacionales y regionales del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), contando con el apoyo financiero de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE).

<https://www.cepal.org/es/ridasicc>



RIDASICC

Reducción de riesgos de desastres y adaptación sostenible e incluyente al cambio climático en la inversión pública.

C E P A L

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC)
www.cepal.org