

Apéndice 9

Nexo agua-energía-carbono

No tienes que creer en el cambio climático para solucionarlo. Todo lo que hagamos para aumentar la eficiencia energética generará dinero, mejorará la seguridad y la salud, y estabilizará el clima.

—Amory Lovins, *Reinventing Fire: Bold Business Solutions for the New Energy Era*

NUESTRO LLAMADO A LA ACCIÓN

Las tablas y ejemplos del nexo agua-energía-carbono en este apéndice nos muestran cómo los resultados acumulativos de nuestras decisiones y acciones nos afectan y nos conectan a todos. Si nos esforzamos por entender esas conexiones y luego tomamos acciones informadas, podemos tomar decisiones que mejoren nuestras vidas y las de innumerables personas más. Por ejemplo, cuando hacemos el cambio a usar agua y energía renovable cosechadas en nuestro sitio, de manera simultánea reducimos la energía que se consumiría para bombear agua importada y disminuimos el agua que se consumiría para generar nuestra electricidad en una central eléctrica distante. Esto deja más recursos y potencial para nosotros, para nuestros hijos y para otras personas, además de reducir la emisión de dióxido de carbono y otros contaminantes que dañan nuestra salud, nuestras comunidades, nuestros ecosistemas, nuestras economías y nuestro futuro.

Son muchas las voces que nos piden que tomemos mejores decisiones. Para confirmar o corregir tu camino en medio de este coro, ten esto en cuenta: *sabrás que vas por el camino correcto cuando veas que tus decisiones y acciones generan un efecto dominó o reacción en cadena de impactos positivos que van más allá de lo que originalmente pretendías y que superan por mucho a los impactos negativos potenciales.* Por ejemplo, cuando cosechas el agua en tu terreno, aunque solo sea con

finés de conservación, también te preparas para regar de forma gratuita las plantas bien situadas y adecuadas para el clima y los suelos acolchados que son como esponjas. A su vez, estas plantas y suelos te equipan para calentarte, refrescarte, refugiarte y alimentarte de manera pasiva, a ti y a tu comunidad. Al mismo tiempo, filtran (o biorremedian) contaminantes ambientales, despiertan tu deseo de hacer más actividades al aire libre, mejoran tu salud, te permiten ver y conocer más a tus vecinos, además de conectarte con una comunidad de personas y procesos naturales en interacción. Además, la cosecha de agua reduce las inundaciones locales, mejora la calidad de las aguas pluviales, captura el dióxido de carbono que altera el clima e incluso podría ayudar a reducir los costos de los seguros contra inundaciones e incendios. Los impactos no se terminan ahí pues verdaderamente son de escala global debido a nuestra atmósfera y clima compartidos.

Este apéndice se centra en nuestra atmósfera y clima, y examina las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) derivadas de actividades humanas pues en masa (peso) estas emisiones representan la mayor proporción de gases que alteran el clima en nuestra atmósfera. Además, el dióxido de carbono es la unidad de línea base contra la cual se comparan todos los demás gases que alteran el clima para determinar su potencial de calentamiento global (recuadro A9.1). Los niveles de dióxido de carbono en la atmósfera

Recuadro A9.1. ¿Qué es cambio climático y calentamiento global?

El cambio climático es un cambio significativo y duradero en los patrones, condiciones y distribución climática en períodos que van desde décadas hasta millones de años. El cambio climático es causado por factores que incluyen procesos oceánicos (como la circulación oceánica), variaciones en la radiación del sol recibida por la Tierra, la tectónica de placas y las erupciones volcánicas, así como alteraciones del mundo natural inducidas por el ser humano.¹

El calentamiento global es el cambio climático producido por el engrosamiento de la atmósfera debido a las enormes cantidades de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera derivados principalmente de la actividad humana. A medida que la atmósfera se hace más espesa (como un invernadero), atrapa más radiación infrarroja del sol que de otro modo habría escapado al universo. Como resultado, la temperatura general de la atmósfera y de los océanos de la Tierra está aumentando de una manera peligrosa.

El calentamiento global es real y está sucediendo en este momento. El noventa y siete por ciento de los científicos que estudian el cambio climático en el mundo están de acuerdo en esto.²

están aumentando a un ritmo sin precedentes, lo que contribuye a muchas manifestaciones del cambio climático. Estas incluyen fluctuaciones anormales en las temperaturas en todo el mundo; un aumento general de la temperatura global; eventos geológicos y de climas extremos más frecuentes; cambios a gran escala en las cantidades y patrones de precipitación, y las consiguientes pérdidas de cosechas; aumento del nivel del mar y las inundaciones consecuentes; el derretimiento acelerado de los glaciares, lo que significa escasez de agua para quienes dependen de su escorrentía estacional; derretimiento de los casquetes de hielo, lo que genera cambios significativos en las condiciones del océano y la muerte de la vida marina; y la lista sigue.

En 1750, antes del inicio de la Revolución Industrial, los niveles totales de dióxido de carbono en la atmósfera eran de aproximadamente 280 partes por millón (ppm), un nivel que según las mediciones geológicas como las que se toman de los núcleos o

testigos de hielo (muestras tomadas de los glaciares) no se había superado durante más de 400 000 años.³ En 2016 los niveles de dióxido de carbono subieron por encima de las 400 ppm y estos niveles continúan aumentando a *una velocidad cada vez mayor*.⁴ Un número abrumador de científicos climáticos y pensadores ambientales apuntan a las 350 ppm como una concentración segura de dióxido de carbono atmosférico. Advierten que, a menos que tomemos medidas rápidamente para volver a niveles *inferiores* a 350 ppm durante el siglo actual, corremos el riesgo de alcanzar puntos de inflexión tales como un aumento global de la temperatura promedio superior a 2 °C (3.6 °F) que causaría impactos irreversibles como un cambio climático catastrófico.^{5,6}

Para entender la magnitud de un aumento de la temperatura global de 2 °C (3.6 °F), considera esta analogía de Anthony Leiserowitz, director del Programa de Comunicación del Cambio Climático de Yale:

Piensa en el planeta como si fuera tu cuerpo, que cuando está sano mantiene una temperatura de alrededor de 37 °C (98.7 °F). Cuando te enfermas y te da una fiebre de 0.5 °C (1 °F) te sientes un poco mal pero es probable que vayas al trabajo o la escuela de cualquier manera. Con una fiebre de 1.1 °C (2 °F), te sientes mal y te dan bochornos y escalofríos, y es posible que no vayas a la escuela o al trabajo y te quedes en casa. Cuando tu fiebre sube en 1.6 °C (3 °F) es porque ya te estás empezando a enfermar mucho. Y con una fiebre sostenida de 2.2 a 2.77 °C (4 a 5 °F) tu cerebro comienza a entrar en coma y te acercas a la muerte.⁷

¿Te gusta la vida en la Tierra tal como la conocemos? Consulta el recuadro A9.2 y sigue leyendo. ¿Te interesa mejorar la vida? Te tengo buenas noticias. Actualmente tenemos las soluciones necesarias para hacer frente al cambio climático, pero para que funcionen debemos ponerlas en práctica *ahora*. ¡Tú (todos nosotros) tienes el poder de actuar, de exigir el cambio y de mostrar a los demás una mejor manera de hacer las cosas a través de tus elecciones y ejemplo!

Las tablas de este apéndice son un recurso combinado que puedes usar como herramienta, además de los principios de cosecha de agua, los pilares éticos, las pautas para la evaluación de

Recuadro A9.2. Tres números sencillos que suman una catástrofe global... o la manera de evitarla.

Según Bill McKibben en su artículo publicado en la revista Rolling Stone, “Global Warming’s Terrifying New Math: Three simple numbers that add up to global catastrophe—and that make clear who the real enemy is”, hay tres cosas que debemos hacer si queremos evitar la alteración irreversible de la relativa estabilidad climática a la que nos hemos adaptado los seres humanos, junto con nuestro ganado, nuestros cultivos y nuestras culturas.

1. Debemos mantener nuestro incremento acumulado de la temperatura global por debajo de **2 °C** (3.6 °F). Hasta ahora hemos elevado las temperaturas globales en 0.8 °C (1.44 °F). Incluso si dejáramos de aumentar las emisiones de dióxido de carbono en este momento, se esperaría que las temperaturas aumentarían otros 0.8 °C (1.44 °F) debido al efecto del CO₂ ya emitido a la atmósfera por la actividad humana.⁸

2. No podemos poner más de **565 gigatoneladas** de dióxido de carbono adicional en la atmósfera para mediados de siglo si queremos tener alguna esperanza razonable de mantener el aumento de nuestra temperatura global por debajo de los dos grados centígrados. Nuestras emisiones actuales de CO₂ llevan una trayectoria de aumento del 3 % anual y a ese ritmo “vamos a sobrepasar nuestra cuota permitida de 565 gigatoneladas en 16 años, cuando los alumnos que hoy están en preescolar se gradúen de la escuela preparatoria”.⁹ Y si seguimos con esta tendencia después de que alcancemos la cuota de 565 gigatoneladas estaremos enfilados hacia un aumento de temperatura de unos 6 °C (10.8 °F), “lo que crearía un planeta sacado directamente de la ciencia ficción”.¹⁰

3. Debemos tomar medidas efectivas para mantener atrapado bajo tierra el 80 % de las **2765 gigatoneladas** de dióxido de carbono que se emitirían a la atmósfera si quemamos las reservas comprobadas de carbón, petróleo y gas de las compañías de combustibles fósiles y de los países ricos en petróleo como Venezuela y Kuwait. Esas 2765 gigatoneladas son cinco veces el límite de 565 gigatoneladas que los científicos del clima creen que es seguro quemar.¹¹

Consulta el artículo de McKibben y 350.org para ver lo que recomienda para lograr estas tres acciones.

sitios, los patrones de diseño integrado y muchas otras estrategias de este libro que convierten las oportunidades y “desechos” locales olvidados o ignorados en recursos que generan de cero a bajas emisiones de carbono, que tienen de cero a bajo consumo de energía y de cero a bajo costo, además de que mejoran la resiliencia y el potencial de tu comunidad y del mundo.

TABLAS DEL NEXO AGUA-ENERGÍA-CARBONO (A-E-C)

Estas tablas ayudan a hacer visible lo invisible. Debido a que los usuarios finales no vemos el tratamiento y transporte del agua, no somos conscientes de que cuando consumimos esta agua bombeada, consumimos también energía. Del mismo modo, la generación inadvertida de esa energía consume agua adicional y normalmente emite dióxido

de carbono (CO₂) que contamina y altera el clima. Estas conexiones se hacen evidentes en lo siguiente:

- Tabla de costos *hídricos* de la energía (CHE)
- Tabla de costos *energéticos* del agua (CEA)
- Tabla de costos *carbónicos* de la energía (CCE)

Usa la información de todas las tablas del nexo A-E-C para calcular tu consumo actual aproximado de agua y energía ocultas, así como sus emisiones de carbono asociadas; después elige:

- fuentes de energía y prácticas que consuman menos o nada de agua,
- fuentes de agua y prácticas que consuman menos o nada de energía, y
- fuentes de energía y de agua, así como prácticas que emitan menos o nada de CO₂.

Para orientarte en el uso de las tablas, ten en cuenta que cada una tiene tres secciones principales de cifras:

La primera sección/columna de la tabla “Costos hídricos de la energía” muestra la cantidad de agua que hay en tu energía; en la tabla “Costos energéticos del agua”, la primera columna indica cuánta energía hay en tu agua; y en la tabla “Costos carbónicos de la energía” la primera columna presenta cuánto CO₂ se emite de las fuentes de energía utilizadas para suministrar tu electricidad o alimentar el bombeo y el tratamiento de tu agua. Si te fijas en un solo litro (galón), kilovatio-hora o kilogramo (libra) a la vez, los números en cada una de las primeras secciones pueden parecer pequeños...

Sin embargo, la segunda sección de cada tabla aumenta la escala de estos números de niveles conceptuales a niveles más prácticos, mostrando cuánta energía o agua oculta se necesita, o cuánto CO₂ se genera, para suministrar agua o energía a un hogar promedio durante un mes. (Estas tablas suponen que el tamaño promedio de un hogar en Estados Unidos es de 2.59 personas). Si las cifras a escala del hogar siguen sin preocuparte, recuerda que así como los centavos suman dólares, los hogares suman comunidades...

La tercera sección de cada tabla muestra los dramáticos efectos acumulativos del uso de recursos a gran escala, multiplicando el agua oculta para la producción de energía, la energía para el suministro de agua y las emisiones de CO₂ atribuibles a un hogar por un factor de 100 000. A partir de ahí, puedes seguir expandiéndote hasta llegar a cifras regionales, estatales, nacionales y mundiales, en función del número de hogares que hay en tu región.

Las notas indicadas con símbolos y letras aparecen en este apéndice; las notas numeradas están en la sección de referencias.

Ahora, tómate el tiempo para revisar cada tabla. Ten en cuenta las diferencias de costos en agua, energía y carbono con respecto a la fuente de agua y de energía. Luego hazte esta pregunta: ¿Dónde encajan tus costos de agua, energía y carbono en las tres tablas?

Nota 1: En este apéndice incluyo valores en unidades de medida de EUA y unidades del sistema métrico, pero

puedes notar algunas discrepancias si tratas de convertir directamente entre los números dados en las versiones de los diferentes sistemas de medición en cada tabla. Esto se debe a que los valores iniciales en los que se basan las tablas en el sistema métrico (en la primera sección de cada tabla), se derivaron de la conversión de cifras en unidades de medida de EUA a unidades métricas; los números se redondearon para facilitar su uso. Luego, para pasar de la primera a la segunda y tercera secciones de las tablas, los cálculos en el sistema métrico (para las tablas en unidades métricas) se hicieron de manera paralela a los cálculos en unidades de medida de EUA (para las tablas en unidades de medida de EUA), en lugar de simplemente convertir los resultados de los cálculos en unidades de medida de EUA a sus contrapartes en el sistema métrico. Por esta razón, cuantas más capas de cálculos haya, mayores pueden ser las discrepancias entre los resultados en unidades del sistema métrico y de medida de EUA.

Nota 2: El propósito de las gráficas, tablas y ejemplos de este apéndice es que puedas comparar los méritos relativos de varias fuentes de agua y energía examinando los recursos potencialmente consumidos y los contaminantes emitidos por su uso. Nos tomamos libertades para llegar hasta este punto con nuestros cálculos, debido a la variabilidad de los datos. Las cifras que presentamos no son exactas; son estimados. Hay variables que no pudimos incorporar. Por ejemplo, es imposible saber de antemano cuáles serán las cifras de la mezcla de fuentes de generación de energía para cualquier empresa de servicios públicos, ya que esta podría obtener el 15 % o más de su energía de una multitud de diferentes plantas eléctricas que no son de su propiedad, ya sea para aprovechar la energía más barata disponible en cualquier momento de demanda o para compensar una escasez de energía en su sistema en un momento de demanda pico. Como resultado, el desglose exacto de las fuentes de energía que alimentan la electricidad distribuida por una empresa de servicios públicos puede variar de un mes a otro y de un año a otro.

Nota 3: En este apéndice cuando usamos el término “carbono” nos referimos a dióxido de carbono o CO₂.

EL COSTO *HÍDRICO* DE LA ENERGÍA (CHE) UNIDADES MÉTRICAS

¿Cuántos galones de agua se consumen ^a para producir un kilovatio-hora de electricidad?		¿Cuántos galones de agua se consumen ^a para producir electricidad para un hogar durante un mes?			¿Cuántos galones de agua se consumen ^a para producir electricidad para 100 000 hogares durante un mes?	
Fuentes renovables en <i>italicas</i>		kWh/mes de un hogar promedio: ^{1,2} Arizona = 1,095, EUA = 920, Mundo = 240				
Se muestran los rangos de promedios: alto (más oscuro) y bajo (más claro). Las medias totales no son necesariamente las medias de los extremos dados.						
Origen	Litro/kWh	Arizona	EUA	Mundo	EUA	Mundo
Hidroeléctrica ^{b,3,4,5,6,7}	113.857	124 674	104 749	27 326	10 474 868 030	2 732 574 269
	17.034	18 653	15 672	4 088	1 567 155 600	408 823 200
Geotérmica ^{a,4,6,7}	6.416	7 026	5 903	1 540	590 295 276	153 990 072
	2.271	2 487	2 090	545	208 954 080	54 509 760
Termosolar/CSP ^{a,c,3,4,5,6,7}	3.483	3 813	3 204	836	320 396 256	83 581 632
	2.839	3 109	2 612	681	261 192 600	68 137 200
Nuclear ^{a,3,4,5,6,7,8}	2.972	3 254	2 734	713	273 381 588	71 316 936
	1.514	1 658	1 393	363	139 302 720	36 339 840
Biomasa ^{a,5,6,7}	2.517	2 756	2 316	604	231 590 772	60 414 984
	1.136	1 244	1 045	273	104 477 040	27 254 880
Gas natural (TV) ^{a,d,6}	2.442	2 674	2 246	586	224 625 636	58 597 992
Carbón ^{a,3,4,6,7,8}	2.120	2 321	1 950	509	195 023 808	50 875 776
	1.136	1 244	1 045	273	104 477 040	27 254 880
Desechos sólidos municipales ^{a,5}	1.817	1 990	1 672	436	167 163 264	43 607 808
	1.136	1 244	1 045	273	104 477 040	27 254 880
Petróleo ^{a,5,7}	1.817	1 990	1 672	436	167 163 264	43 607 808
	1.136	1 244	1 045	273	104 477 040	27 254 880
Biogás de relleno sanitario ^{e,3,4,9}	1.325	1 451	1 219	318	121 889 880	31 797 360
	0.038	41	35	9	3 482 568	908 496
Gas natural (CC) ^{a,d,3,4,5,6,7,8}	0.738	808	679	177	67 910 076	17 715 672
	0.379	415	348	91	34 825 680	9 084 960
Gas natural (GT) ^{d,4,6,7}	0.189	207	174	45	17 412 840	4 542 480
	0.038	41	35	9	3 482 568	908 496
FV solar ^{f,3,4,5,6,7,8,9}	0.004	4	3	1	348 257	90 850
	0.000	0	0	0	0	0
Eólica ^{f,4,5,6,7,8,9}	0.004	4	3	1	348 257	90 850
	0.000	0	0	0	0	0
Microhidroeléctrica ^b	0.000	0	0	0	0	0
Promedio ^{4,7}	2.423	2 653	2 229	581	222 884 352	58 143 744
	2.158	2 363	1 985	518	198 506 376	51 784 272

Disponible en: HarvestingRainwater.com/water-energy-carbon-nexus

DATOS SOBRE CHE

39 % del agua dulce extraída en Estados Unidos se usa para **los sistemas de enfriamiento en la generación termoeléctrica de energía**.⁵

La mayoría de las centrales termoeléctricas tienen apenas un **33 % de eficiencia**, lo que significa que **2/3 de la energía térmica potencial se pierde**.⁵

Del consumo total de kWh para Estados Unidos, el 37 % se destina a usos **residenciales**, el 36 % a usos **comerciales** y el 27 % a usos **industriales**.¹

El país con el **menor consumo de kWh mensual per cápita** es **Haití**: 2 kWh. El consumo de **Islandia** es el más alto: 4172 kWh.

Jordania: 174 kWh, **China**: 205 kWh, **Francia**, **Alemania** y **Japón**: ~625 kWh y **Australia**: 935 kWh.²

EL COSTO *HÍDRICO* DE LA ENERGÍA (CHE) UNIDADES DE MEDIDA DE EUA

¿Cuántos galones de agua se consumen ^a para producir un kilovatio-hora de electricidad?		¿Cuántos galones de agua se consumen ^a para producir electricidad para un hogar durante un mes?			¿Cuántos galones de agua se consumen ^a para producir electricidad para 100 000 hogares durante un mes?	
Fuentes renovables en <i>itálicas</i>		kWh/mes de un hogar promedio: ^{1,2} Arizona = 1,095, EUA = 920, Mundo = 240				
Se muestran los rangos de promedios: alto (más oscuro) y bajo (más claro). Las medias totales no son necesariamente las medias de los extremos dados.						
Origen	gal/kWh	Arizona	EUA	Mundo	EUA	Mundo
Hidroeléctrica ^{b,3,4,5,6,7}	30.078	32 935	27 672	7 219	2 767 176 000	721 872 000
	4.500	4 928	4 140	1 080	414 000 000	108 000 000
Geotérmica ^{4,6,7}	1.695	1 856	1 559	407	155 940 000	40 680 000
	0.600	657	552	144	55 200 000	14 400 000
Termosolar/CSP ^{4,3,4,5,6,7}	0.920	1 007	846	221	84 640 000	22 080 000
	0.750	821	690	180	69 000 000	18 000 000
Nuclear ^{3,4,5,6,7,8}	0.785	860	722	188	72 220 000	18 840 000
	0.400	438	368	96	36 800 000	9 600 000
Biomasa ^{5,6,7}	0.665	728	612	160	61 180 000	15 960 000
	0.300	329	276	72	27 600 000	7 200 000
Gas natural (TV) ^{4,6}	0.645	706	593	155	59 340 000	15 480 000
Carbón ^{3,4,6,7,8}	0.560	613	515	134	51 520 000	13 440 000
	0.300	329	276	72	27 600 000	7 200 000
Desechos sólidos municipales ⁵	0.480	526	442	115	44 160 000	11 520 000
	0.300	329	276	72	27 600 000	7 200 000
Petróleo ^{5,7}	0.480	526	442	115	44 160 000	11 520 000
	0.300	329	276	72	27 600 000	7 200 000
Biogás de relleno sanitario ^{e,3,4,9}	0.350	383	322	84	32 200 000	8 400 000
	0.010	11	9	2	920 000	240 000
Gas natural (CC) ^{4,3,4,5,6,7,8}	0.195	214	179	47	17 940 000	4 680 000
	0.100	110	92	24	9 200 000	2 400 000
Gas natural (GT) ^{d,4,6,7}	0.050	55	46	12	4 600 000	1 200 000
	0.010	11	9	2	920 000	240 000
FV solar ^{f,3,4,5,6,7,8,9}	0.001	1	1	0	92 000	24 000
	0.000	0	0	0	0	0
Eólica ^{f,4,5,6,7,8,9}	0.001	1	1	0	92 000	24 000
	0.000	0	0	0	0	0
Microhidroeléctrica ^b	0.000	0	0	0	0	0
Promedio ^{4,7}	0.640	701	589	154	58 880 000	15 360 000
	0.570	624	524	137	52 440 000	13 680 000

DATOS SOBRE CHE

39 % del agua dulce extraída en Estados Unidos se usa para los sistemas de enfriamiento en la generación termoeléctrica de energía.⁵

La mayoría de las centrales termoeléctricas tienen apenas un **33 % de eficiencia**, lo que significa que **2/3 de la energía térmica potencial se pierde**.⁵

Del consumo total de kWh para Estados Unidos, el 37 % se destina a usos **residenciales**, el 36 % a usos **comerciales** y el 27 % a usos **industriales**.¹

El país con el **menor consumo de kWh mensual per cápita** es **Haití**: 2 kWh. El consumo de **Islandia** es el más alto: 4172 kWh.

Jordania: 174 kWh, **China**: 205 kWh, **Francia**, **Alemania** y **Japón**: ~625 kWh y **Australia**: 935 kWh.²

NOTAS SOBRE CHE

Los datos no incluyen el agua utilizada en relación con la extracción o producción de fuentes de energía brutas o con el ciclo de vida de las infraestructuras generadoras de energía (construcción de instalaciones, fabricación y transporte de equipos, etc.).

Estos datos de consumo de agua para la producción energética son solamente para la generación de energía con enfriamiento hídrico. El enfriamiento hídrico es un método de transferencia a la atmósfera del calor de desecho proveniente del agua utilizada en la generación de energía. El agua se enfría al pulverizarla en un aerosol fino que permite la descarga del calor a través de la evaporación.¹⁰

a. Las cantidades regionales mensuales de agua para la producción de energía se calcularon con base en la información de Estados Unidos sobre consumo de agua para la producción energética y en el uso promedio de energía por región. Sin embargo, las cantidades reales de agua para la producción de energía de cada región varían de acuerdo a las condiciones específicas de la producción energética local, incluyendo el tipo de sistema de enfriamiento.

b. A diferencia de la generación de energía hidroeléctrica en la cual el movimiento de agua a través de grandes represas hace girar las turbinas para producir energía, las turbinas microhidroeléctricas se colocan en el cauce del agua y no requieren la construcción de presas de las cuales se pierden grandes cantidades de agua por evaporación.

c. CSP = concentración solar de potencia, una forma de energía termosolar que utiliza espejos o lentes que rastrean el sol para concentrar un área grande de energía solar en un área pequeña. La energía lumínica se convierte en calor, el cual se aplica al agua para crear vapor que mueve las turbinas y así generar electricidad mediante métodos termoeléctricos convencionales.¹¹

d. TV = turbina de vapor. El combustible se quema para crear el vapor que hace girar las turbinas.

CC = ciclo combinado. El gas de escape de un motor térmico se usa como fuente de calor para otro. Este uso doble del calor aumenta la eficiencia de todo el sistema, pero el consumo de agua es mayor que en los sistemas de turbinas de gas operados con gas natural.¹²

TG = turbina de gas (también llamada turbina de combustión o de ciclo simple). La fuerza de la quema del combustible mueve la turbina.

e. Al igual que con la generación de electricidad, los costos hídricos de la energía generada a partir de biogás de relleno sanitario depende de la tecnología que se utilice. Usamos la misma cifra baja de 0.010 gal/kWh que se cita para gas natural (TG); otras tecnologías utilizan más agua. A pesar de los esfuerzos por contactar a los autores de la referencia 3, no fue posible confirmar la tecnología usada para calcular su cifra de biogás de relleno sanitario.

f. Los sistemas fotovoltaicos (FV) solares y los eólicos consumen agua si la lluvia no es suficiente para limpiar los paneles y las hélices de las turbinas, y si los sistemas almacenan la energía en baterías llenas de agua.

La cifra de 0.001 gal/kWh para energía FV solar, proporcionada por Kevin Koch, dueño de Technicians for Sustainability, se utilizó como estimado para la energía eólica ya que las fuentes que consideran que la energía eólica consume agua^{3,9} dicen que se usa en cantidades mínimas.

CRÉDITOS: Brad Lancaster, Concepto del recurso, supervisión | LeeAnn Lane, Investigación | Megan Hartman, Investigación, creación del recurso | Brandy Lellou & Valerie Strassberg, NV-OC.org, Investigación, revisión por expertos | Azucena Garza, Traducción al español

TABLA DE COSTOS HÍDRICOS DE LA ENERGÍA (CHE)

¿Cuáles son los costos hídricos de las fuentes de energía que tú utilizas y cómo puedes reducir estos costos? Para que te des una idea y profundices tu relación personal con los costos hídricos de la energía, consulta la tabla CHE y responde las siguientes preguntas.

1. ¿Qué tipo(s) de energía utilizas actualmente? (Si tienes conexión a la red eléctrica, ponte en contacto con tu compañía eléctrica local y pregunta cuál es la fuente o fuentes de la energía que suministra).

2. ¿Cómo se compara el consumo mensual de agua para la generación de energía de tu hogar con los rangos de consumo por hogar que se dan para otras fuentes de energía?

3. ¿De qué maneras puedes reducir tu consumo de energía para así reducir el uso de agua correspondiente? (Consulta la tabla A9.1 para darte algunas ideas).

4. ¿Qué oportunidades tienes actualmente para cambiar a fuentes de energía que consuman menos agua? (Estas pueden ser algunas opciones: instalar un sistema solar, eólico o microhidroeléctrico en tu terreno; ponerte en contacto con tu compañía eléctrica para ver si te puede vender energía renovable/no nuclear; invertir en un proyecto, cooperativa o colectivo solar o eólico comunitario de tu región; frecuentar negocios que hagan lo mismo).

5. ¿Qué tan local es tu fuente de energía? (En promedio, alrededor del 7 % de la electricidad generada en Estados Unidos se pierde durante su transmisión y distribución. Cuanto más cortas sean las distancias de transmisión, menos energía se perderá).

6. Si cambiaras (total o parcialmente) a fuentes de energía que consumen menos agua, ¿cuánta agua podrías ahorrar en el proceso? (El ejemplo I en la sección “Integrar las tablas” más adelante en este apéndice ilustra el potencial de tal cambio).

7. ¿Cuáles son tus estrategias y plazos para hacer estos cambios?

TABLA DE COSTOS ENERGÉTICOS DEL AGUA (CEA)

¿Cuáles son los costos energéticos del agua o aguas que consumes y/o envías por el drenaje, y cómo puedes reducir estos costos? Para encontrar estas respuestas, consulta la tabla CEA, lee las notas y responde las siguientes preguntas lo mejor que puedas.

Ten en cuenta que dos factores afectan de manera dramática el rango de costos energéticos del agua:

- La calidad de la fuente de agua. Recuerda que los costos energéticos de tratar el agua cruda de menor calidad son más elevados.
- El aumento en la distancia y la elevación entre la fuente del agua y su uso final. Recuerda que cuanto mayor sea el aumento de la distancia y/o elevación, más energía e infraestructura se necesitarán para transportar el agua.

1. ¿Qué tipo(s) de agua utilizas actualmente? (Si tienes conexión a la red municipal de agua, ponte en contacto con tu proveedor local de servicio de agua y pregúntale cuál es la fuente o fuentes del agua que suministra).

2. Si tu agua es de un pozo, ¿a qué profundidad está el agua? ¿El nivel del agua es constante, sube o baja cada año? Si no lo sabes, ¿comienza a monitorearlo ya!

3. ¿Cómo se compara la energía mensual utilizada para suministrar agua a *tu* hogar con los rangos por hogar para *otras* fuentes de agua?

4. ¿De qué maneras puedes reducir tu consumo de agua para reducir el uso de energía correspondiente? Este libro está lleno de ellas. (Consulta la tabla A9.1 para ver formas adicionales de reducir el consumo de agua reduciendo el consumo de energía).

5. ¿Qué oportunidades tienes actualmente para cambiar a fuentes de agua (posiblemente más de una) que utilicen menos o nada de energía (como la escorrentía del techo distribuida por gravedad [directamente o a través de un tanque o cisterna] y/o aguas grises para regar árboles frutales sembrados en o al lado de obras de tierra cosechadoras de agua cerca de la casa)?

6. Si fueras a cambiar (completa o parcialmente) a estas otras fuentes de agua que se originan lo más cerca posible de su uso final, ¿cuánto reducirías tus costos energéticos? (El ejemplo II en la sección “Integrar las tablas” que aparece más adelante en este apéndice ilustra el potencial de tal cambio).

7. ¿Cuáles son tus estrategias y plazos para hacer estos cambios?

EL COSTO ENERGÉTICO DEL AGUA (CEA) – Unidades métricas

¿Cuántos kWh de energía se usan para obtener y tratar* un litro de agua?

¿Cuántos kWh de energía se usan para obtener y tratar* agua para un hogar estadounidense durante un mes?

¿Cuántos kWh de energía se usan para obtener y tratar* agua para 100 000 hogares estadounidenses durante un mes?

Consumo de agua de un hogar estadounidense promedio:
29 211 litros/mes¹

Se muestran los rangos de promedios: alto (más oscuro) y bajo (más claro).
Las medias totales no son necesariamente las medias de los extremos dados.

Origen	Rango kWh/litro		Rango kWh/mes		Rango kWh/mes	
Agua de lluvia generada en el sitio ^a →+	0.0000	0.0002	0	5	0	540 173
Aguas grises generadas en el sitio ^b →+	0.0000	0.0001	0	2	0	154 335
Aguas negras generadas en el sitio ^c →+	0.0000	0.0003	0	8	0	848 843
Condensado de aire acondicionado del sitio ^d →+	0.0000	95.1022	0	2 778 031	0	277 803 138 374
Escorrentía de la calle ^e →+	0.0000	0.0009	0	26	0	2 623 696
Agua superficial ^{2,3} →+	0.0001	0.0004	2	11	169 769	1 084 976
Proyecto de Arizona Central ^f →+	0.0033	0.0040	97	117	9 739 160	11 746 197
Agua subterránea ^{2,3} →+	0.0002	0.0005	5	15	478 439	1 543 351
Agua subterránea salobre ^{g,2,3,4,5} →+	0.0008	0.0100	25	292	2 469 361	29 246 497
Agua de mar desalinizada ^{2,3,5} →+	0.0023	0.0233	67	681	6 713 576	68 061 769
Aguas residuales ^{2,3} →+	0.0003	0.0008	8	23	771 675	2 315 026
Agua reciclada ^{3,6} →+	0.0003	0.0011	8	31	848 843	3 144 949
Agua municipal promedio ³ ↻	0.0003	0.0017	10	50	964 594	5 015 890

DATOS SOBRE CEA

El consumo residencial promedio de agua en Estados Unidos es 98 galones per cápita diarios (gpcd). ⁷

La huella hídrica virtual para cada ciudadano de Estados Unidos es 1146 galones diarios. ⁸

La huella hídrica virtual para cada ciudadano del mundo es 366 galones diarios. ⁹

La República Democrática del Congo tiene el consumo de gpcd virtual más bajo: 9 | Jordania: 120 | Alemania y China: ~290
Francia: 371 | Japón: 517 | Australia: 834 | el de Irak es el más alto: 1894. ⁸

De toda el agua que se extrajo en 2005 para consumo en Estados Unidos, 5 % fue para la industria y minería, 12 % para suministro público, 34 % para la agricultura, 49 % para la generación termoeléctrica de energía. ^{h,7}

EL COSTO ENERGÉTICO DEL AGUA (CEA) – Unidades de medida de EUA

¿Cuántos kWh de energía se usan para obtener y tratar* un galón de agua?	¿Cuántos kWh de energía se usan para obtener y tratar* agua para un hogar estadounidense durante un mes?	¿Cuántos kWh de energía se usan para obtener y tratar* agua para 100 000 hogares estadounidenses durante un mes?
	Consumo de agua de un hogar estadounidense promedio: 7716 galones/mes ¹	

Se muestran los rangos de los promedios: alto (más oscuro) y bajo (más claro).
Las medias totales no son necesariamente las medias de los extremos dados.

Origen	Rango kWh/gal		Rango kWh/mes		Rango kWh/mes	
Agua de lluvia generada en el sitio ^a →+	0.0000	0.0007	0	5	0	540 120
Aguas grises generadas en el sitio ^b →+	0.0000	0.0002	0	2	0	154 320
Aguas negras generadas en el sitio ^c →+	0.0000	0.0011	0	8	0	848 760
Condensado de aire acondicionado del sitio ^d →+	0.0000	360.0000	0	2 777 760	0	277 776 000 000
Esorrentía de la calle ^e →+	0.0000	0.0034	0	26	0	2 623 440
Agua superficial ^{2,3} →+	0.0002	0.0014	2	11	169 752	1 084 870
Proyecto de Arizona Central ^f →+	0.0126	0.0152	97	117	9 738 209	11 745 049
Agua subterránea ^{2,3} →+	0.0006	0.0020	5	15	478 392	1 543 200
Agua subterránea salobre ^{g,2,3,4,5} →+	0.0032	0.0379	25	292	2 469 120	29 243 640
Agua de mar desalinizada ^{2,3,5} →+	0.0087	0.0882	67	681	6 712 920	68 055 120
Aguas residuales ^{2,3} →+	0.0010	0.0030	8	23	771 600	2 314 800
Agua reciclada ^{3,6} →+	0.0011	0.0041	8	31	848 760	3 144 642
Agua municipal promedio ³ ↻	0.0013	0.0065	10	50	964 500	5 015 400

DATOS SOBRE CEA

El consumo residencial promedio de agua en Estados Unidos es 98 galones per cápita diarios (gpcd).⁷
La huella hídrica virtual para cada ciudadano de Estados Unidos es 1146 galones diarios.⁸
La huella hídrica virtual para cada ciudadano del mundo es 366 galones diarios.⁹
La República Democrática del Congo tiene el consumo de gpcd virtual más bajo: 9 | Jordania: 120 | Alemania y China: ~290
Francia: 371 | Japón: 517 | Australia: 834 | el de Irak es el más alto: 1894.⁸
De toda el agua que se extrajo en 2005 para consumo en Estados Unidos, 5 % fue para la industria y minería, 12 % para suministro público, 34 % para la agricultura, 49 % para la generación termoeléctrica de energía.^{h,7}

NOTAS SOBRE CEA

* **Abastecimiento** (→) incluye desde bombear el agua del acuífero, de una fuente superficial, de una planta tratadora de agua, etc. hasta sacar el agua de una planta tratadora solamente.

Tratamiento (+) incluye tratar el agua para que cumpla con los requisitos del agua potable o tratar el agua residual para que tenga estándares de agua de descarga.

Ciclo de vida (☞) significa → más + más distribución a usuarios finales y recolección, tratamiento y descarga de aguas residuales.

Los costos energéticos de la infraestructura (fabricación de tanques y bombas, construcción de canales y edificios, etc.) relevante a las fuentes de agua van más allá del alcance de este recurso y por tanto no se incluyen en el mismo.

El rango en kWh/gal se debe a la distancia del bombeo, profundidad y calidad de la fuente de agua, y/o las variaciones en el equipo y procesos (por ejemplo, se usan 0.0040-0.0080 kWh para elevar un galón de agua a 1000 pies).³

- a. El uso de energía es cero para sistemas de agua de lluvia no tratada alimentados por gravedad. El extremo alto se calculó con el uso de una bomba de chorro Flotec de $\frac{3}{4}$ HP para pozo poco profundo que eleva el agua 0-5' a 14.4 gpm¹⁰ y un sistema de tratamiento UV para estándares NSF/EPA utilizando un esterilizador Sterilight Silver S12Q-PA¹¹ o uno Trojan UV Max IHS12-D4.¹²
- b. El uso de energía es cero para sistemas de aguas grises alimentados por gravedad. El extremo alto se calculó con base en el uso de una bomba para agua sucia EcoVort 650W que eleva el agua 5' a 56 gpm.¹³
- c. El uso de energía es cero para tanques sépticos y campos de lixiviación alimentados y descargados por gravedad. El extremo alto se calculó para lagunas o estanques con oxidación.¹⁴
- d. El uso de energía es cero para la cosecha pasiva (secundaria a la operación normal del aire acondicionado (AC)). El costo se incrementa de manera dramática con la cosecha activa (si el AC se instala u opera principalmente para cosechar el condensado).
Intensidad energética = uso de energía ÷ producción de condensado. Para un sistema central de AC de 2 a 3 toneladas, el uso de energía: 1.4-3.6 kW/hora;¹⁵ producción de condensado en aire seco: 0.01-0.02 gal/hora; en aire húmedo 0.1-0.2 gal/hora.¹⁶
El rango incluye aire seco: 7-36 kWh/gal; aire húmedo: 70-360 kWh/gal. Estos valores son para un AC sin químicos, no para la torre de enfriamiento. La temperatura y humedad en interiores y exteriores, la calificación SEER, etc. afectan a los kWh/gal.
- e. El valor es cero para la escorrentía de la calle alimentada por gravedad en sistemas de alcantarillado separados para aguas de lluvia y aguas residuales (conocidos en inglés como MS4). El valor elevado es para sistemas de sobreflujos combinados de aguas de lluvia y aguas residuales (CSO, por sus siglas en inglés), en los que la escorrentía de la calle se trata en la planta de tratamiento para aguas residuales y a menudo se bombea desde lugares profundos de almacenamiento en el subsuelo. Los valores para MS4 en áreas bajas (propensas a inundaciones y que requieren de estaciones de bombeo de aguas pluviales) entrarían dentro del rango dado.¹⁷
- f. El Proyecto de Arizona Central (CAP, por sus siglas en inglés) desvía el agua del río Colorado cerca de la presa Havasu para suministrar a la parte centro y sur de Arizona. Las estadísticas dadas para la parte sur de Arizona son 4 a 5 veces más altas que la intensidad energética del agua que llega a la parte central del estado, debido a un mayor bombeo y tratamiento.¹⁸ El valor más alto incluye un uso proporcionalmente más pequeño de kWh para distribuir las aguas tratadas a los usuarios finales.¹⁹
- g. La definición de agua subterránea salobre varía de acuerdo a la fuente. En general, es agua subterránea que contiene de 500 a 30 000 mg/litro de SDT (sólidos disueltos totales); es más salada que el agua fresca, pero menos salada que el agua de mar.²⁰
- h. Un gran porcentaje del agua extraída para la generación de energía por lo general se regresa a su fuente, pero el volumen de la extracción importa: si la cantidad de agua no está disponible, la central eléctrica tendrá que cerrar. Además, cuando el agua se extrae para un uso, ya no está disponible para otros usos, como el suministro de agua municipal y las necesidades ambientales.²

CRÉDITOS: Brad Lancaster, Concepto del recurso, supervisión | LeeAnn Lane, Investigación | Megan Hartman, Investigación, creación del recurso | Brandy Lellou & Valerie Strassberg, NV-OC.org, Investigación, revisión por expertos | Azucena Garza, Traducción al español

EL COSTO CARBÓNICO DE LA ENERGÍA (CCE)

UNIDADES MÉTRICAS

¿Cuántas libras de CO ₂ se emiten ^a para producir un kilovatio-hora de electricidad?		¿Cuántas libras de CO ₂ se emiten ^a para producir electricidad para un hogar durante un mes?			¿Cuántas libras de CO ₂ se emiten ^a para producir electricidad para 100 000 hogares durante un mes?	
Fuentes renovables ^b en <i>itálicas</i>		kWh/mes de un hogar promedio: ^{4,5} Arizona = 1 095, EUA = 920, Mundo = 240				
Origen	kg/kWh	Arizona	EUA	Mundo	EUA	Mundo
Desechos sólidos municipales ^{c,d,1}	1.355	1 484	1 247	325	124 692 826	32 528 563
Carbón ^{c,1}	1.020	1 117	939	245	93 853 469	24 483 514
Petróleo ^{c,1}	0.758	830	698	182	69 774 566	18 202 061
Gas natural ^{c,1}	0.515	564	474	124	47 364 912	12 356 064
Biomasa ^{c,d,2}	0.452	495	416	109	41 606 006	10 853 741
Geotérmica ²	0.030	33	28	7	2 795 990	729 389
Biogás de relleno sanitario ^{c,d,2}	0.020	21	18	5	1 794 442	468 115
Termosolar/CSP ^{b,c,e,1}	0.000	0	0	0	0	0
Nuclear ^{b,c,1}	0.000	0	0	0	0	0
Hidroeléctrica ¹	0.000	0	0	0	0	0
FV solar ^{f,1}	0.000	0	0	0	0	0
Eólica ¹	0.000	0	0	0	0	0
Microhidroeléctrica ¹	0.000	0	0	0	0	0
Promedio ³	0.587	642	540	141	53 962 615	14 077 204

Disponible en: HarvestingRainwater.com/water-energy-carbon-nexus

DATOS SOBRE CCE

Aproximadamente el **7 %** de la electricidad generada en Estados Unidos se pierde durante su transmisión/distribución (U.S. EIA).

En 2007, las emisiones de CO₂ asociadas con esta pérdida pesaron **188 millones de toneladas**.³

De las emisiones totales de gases de efecto invernadero de Estados Unidos, el **34 %** corresponden a la generación de energía eléctrica, el **28 %** al transporte, el **26 %** a la industria y comercio, el **8 %** a la agricultura y el **5 %** a usos residenciales.⁶

Emisiones de CO₂ per cápita para 2009 de algunos países seleccionados, en toneladas: ⁷ Promedio mundial: 5

Afganistán: 0 | Jordania: 3.5 | China: 6.4 | Francia: 6.9 | Japón: 9.5 | Alemania: 10.2 | Estados Unidos: 19.5 | Australia: 21.6 | Catar: 84

EL COSTO CARBÓNICO DE LA ENERGÍA (CCE)

UNIDADES DE MEDIDA DE EUA

¿Cuántas libras de CO ₂ se emiten ^a para producir un kilovatio-hora de electricidad?		¿Cuántas libras de CO ₂ se emiten ^a para producir electricidad para un hogar durante un mes?			¿Cuántas libras de CO ₂ se emiten ^a para producir electricidad para 100 000 hogares durante un mes?	
Fuentes renovables ^b en <i>itálicas</i>		kWh/mes de un hogar promedio: ^{4,5} Arizona = 1 095, EUA = 920, Mundo = 240				
Origen	lb/kWh	Arizona	EUA	Mundo	EUA	Mundo
Desechos sólidos municipales ^{c,d,1}	2.988	3 272	2 749	717	274 896 000	71 712 000
Carbón ^{c,1}	2.249	2 463	2 069	540	206 908 000	53 976 000
Petróleo ^{c,1}	1.672	1 831	1 538	401	153 824 000	40 128 000
Gas natural ^{c,1}	1.135	1 243	1 044	272	104 420 000	27 240 000
Biomasa ^{c,d,2}	0.997	1 092	917	239	91 724 000	23 928 000
Geotérmica ²	0.067	73	62	16	6 164 000	1 608 000
Biogás de relleno sanitario ^{c,d,2}	0.043	47	40	10	3 956 000	1 032 000
Termosolar/CSP ^{b,c,e,1}	0.000	0	0	0	0	0
Nuclear ^{b,c,1}	0.000	0	0	0	0	0
Hidroeléctrica ¹	0.000	0	0	0	0	0
FV solar ^{f,1}	0.000	0	0	0	0	0
Eólica ¹	0.000	0	0	0	0	0
Microhidroeléctrica ¹	0.000	0	0	0	0	0
Promedio ³	1.293	1 416	1 190	310	118 965 200	31 034 400

DATOS SOBRE CCE

Aproximadamente el 7 % de la electricidad generada en Estados Unidos se pierde durante su transmisión/distribución (U.S. EIA).

En 2007, las emisiones de CO₂ asociadas con esta pérdida pesaron 188 millones de toneladas.³

De las emisiones totales de gases de efecto invernadero de Estados Unidos, el 34 % corresponden a la generación de energía eléctrica, el 28 % al transporte, el 26 % a la industria y comercio, el 8 % a la agricultura y el 5 % a usos residenciales.⁶

Emisiones de CO₂ per cápita para 2009 de algunos países seleccionados, en toneladas: ⁷ Promedio mundial: 5

Afganistán: 0 | Jordania: 3.5 | China: 6.4 | Francia: 6.9 | Japón: 9.5 | Alemania: 10.2 | Estados Unidos: 19.5 | Australia: 21.6 | Catar: 84

NOTAS SOBRE CCE

CO₂ = Dióxido de carbono, durante la generación solamente. La información no incluye el potencial de cambio climático de otros gases de efecto invernadero, ni las emisiones asociadas con la extracción de fuentes de energía cruda y el ciclo de vida de la infraestructura.

a. Las emisiones de todas las regiones se calcularon con base en datos de las emisiones de carbono de Estados Unidos y datos de consumo de energía específicos para cada región. Sin embargo, las emisiones promedio reales de cada región varían de acuerdo a sus propias condiciones de generación de electricidad.

b. Algunos de los beneficios de cero carbono de la generación de energía nuclear y termosolar se neutralizan por su alta intensidad en el uso de agua.

Una planta nuclear típica genera 22 toneladas de combustible nuclear gastado tóxico al año, que puede llevarse miles de años en degradar.⁸

Si se ubica en locaciones remotas, una planta de concentración solar de potencia (CSP) a escala de un proveedor de electricidad municipal requiere de la construcción de infraestructura de transmisión para poder llevar la energía generada a zonas pobladas. Tales instalaciones por lo general cuestan de 2 a 4 millones de dólares por milla.⁹

En 2007, las fuentes de combustibles renovables sin biomasa generaron 7 % de la electricidad en Estados Unidos y produjeron menos del 0.1 % de las emisiones de CO₂ de ese país.⁶

c. Las plantas de energía termoeléctrica, que suministran el 90 % de la electricidad en Estados Unidos, calientan agua para producir vapor que mueve las turbinas que generan la electricidad. El calor viene de la quema de desechos sólidos municipales, carbón, petróleo, gas natural, biomasa o biogás de relleno sanitario; de luz solar concentrada o de un reactor nuclear.¹⁰

d. La biomasa es una categoría de combustible que incluye biogás de relleno sanitario, productos agrícolas derivados, compuestos vegetales de los desechos sólidos municipales (se estima que comprenden 2/3 de los materiales totales), madera y desecho de madera, etc. La EPA considera que la biomasa tiene un impacto atmosférico de CO₂ neto de cero, ya que la cantidad de CO₂ utilizada por las plantas en crecimiento es igual a la que se libera al aire durante su combustión.¹¹ Esta perspectiva no toma en cuenta el ritmo al que se libera CO₂ mediante la combustión vs. la descomposición gradual.

e. CSP = concentración solar de potencia, una forma de energía termosolar que utiliza espejos o lentes que rastrean el sol para concentrar un área grande de energía solar en un área pequeña. La energía lumínica se convierte en calor, el cual se aplica al agua para crear vapor que mueve las turbinas y así generar electricidad mediante métodos termoeléctricos convencionales (ver nota c anterior).¹²

f. FV solar = paneles solares fotovoltaicos instalados en el sitio, que utilizan semiconductores para convertir la energía solar en electricidad de corriente directa.¹³

CRÉDITOS: Brad Lancaster, Concepto del recurso, supervisión | LeeAnn Lane, Investigación | Megan Hartman, Investigación, creación del recurso | Brandy Lellou & Valerie Strassberg, NV-OC.org, Investigación, revisión por expertos | Azucena Garza, Traducción al español

TABLA DE COSTOS CARBÓNICOS DE LA ENERGÍA (CCE)

¿Cuáles son los costos carbónicos de las fuentes de energía que utilizas y cómo puedes reducir estos costos? Las respuestas a estas preguntas, y a las que aparecen a continuación, te pueden dar algunas ideas de cómo puedes tener un impacto sobre el cambio climático. Consulta la tabla CCE y los recuadros A9.3, A9.4 y A9.5 para entender más y tener más opciones.

1. ¿Qué tipo(s) de energía utilizas actualmente? (Si tienes conexión a la red eléctrica, contacta a tu compañía eléctrica local y pregunta cuál es la fuente(s) de la electricidad que suministra).
2. ¿Cuántos automóviles, cada uno de los cuales recorre 1600 km (1000 millas) por mes, se necesitan para emitir la misma cantidad de carbono que se emite por el consumo de energía de tu

hogar? (Para averiguarlo, consulta el recuadro A9.3).

3. ¿Cuántos árboles se necesitan para capturar las emisiones mensuales de carbono de tu hogar? ¿Tienes suficiente espacio en tu propiedad para estos árboles? ¿Hay suficiente espacio en tu comunidad para el número de árboles necesarios para capturar las emisiones mensuales de carbono de los hogares que la conforman? (Consulta el recuadro A9.4 para averiguarlo).
4. ¿De qué maneras puedes reducir tu consumo de energía y combustible (y el de tu comunidad) para reducir las emisiones de CO₂ correspondientes? (Consulta los recuadros A9.5 y A9.6, y la tabla A9.1 en la siguiente sección para ver algunas ideas).

Recuadro A9.3. Convertir las unidades de emisiones mensuales de CO₂ de las centrales eléctricas de kilogramos (o libras) a automóviles

Incluso si sabes cuánto CO₂ emite una central eléctrica en una cierta cantidad de tiempo o para generar una cierta cantidad de energía, puede ser difícil imaginar lo que ese número realmente significa. Esta es una manera más accesible de pensar en ello:

Hecho: Un conductor estadounidense promedio recorre alrededor de 1600 kilómetros (1000 millas) por mes.¹²

Hecho: Un automóvil estadounidense promedio emite 0.26 kg de CO₂ por km (0.916 libras por milla).¹³

Eso significa que en un mes promedio, un automóvil promedio emite 0.26 kg/km (0.916 lb/mi) multiplicado por 1600 km (1000 mi), es decir 416 kg (916 libras) de CO₂. Para averiguar cuántos autos por mes se necesitarían para emitir la misma cantidad de CO₂ que, por ejemplo, tu central eléctrica, empieza con los kilos (o libras) de CO₂ que esta emite y divídelos entre 416 kg (916 lb) por auto.

Por ejemplo, una hipotética central eléctrica en Estados Unidos que opera con carbón genera 93 853 469 kg (206 908 000 libras)* de emisiones de carbono para suministrar la energía para 100 000 hogares estadounidenses durante un mes (consulta la tabla Costos carbónicos de la energía). Divide 93 853 469 kg (206 908 000 libras) de carbono entre 416 kg (916 libras) de carbono por auto por mes para obtener el número de automóviles que emiten una cantidad equivalente de carbono:

$$\begin{aligned} &93\,853\,469 \text{ kg/mes CO}_2 \text{ (central eléctrica)} \div \\ &416 \text{ kg/mes/auto} = 225\,609 \text{ autos} \end{aligned}$$

o

$$\begin{aligned} &206\,908\,000 \text{ lb/mes CO}_2 \text{ (central eléctrica)} \div \\ &916 \text{ lb/mes/auto} = 224\,890 \text{ autos*} \end{aligned}$$

**Consulta la Nota 1 [en el apartado de este apéndice anterior a la TABLA DE COSTOS HÍDRICOS DE LA ENERGÍA (CHE)] para ver por qué hay discrepancias entre los resultados de los cálculos hechos con unidades de medida de EUA en comparación con los que se hicieron con unidades del sistema métrico.*

5. ¿Qué oportunidades tienes actualmente para cambiar a fuentes de energía con menores emisiones de CO₂? ¿Es posible generar energía solar fotovoltaica, microhidroeléctrica y/o eólica de manera local o en tu terreno? ¿Qué tal contactar a tu compañía eléctrica para ver si te puede vender energía renovable; invertir en un proyecto, cooperativa o colectivo solar o eólico comunitario regional; o frecuentar negocios que utilizan energía renovable?
6. ¿Qué tan local es tu fuente de energía? (En promedio, alrededor del 7 % de la electricidad generada en Estados Unidos se pierde durante su transmisión y distribución. Cuanto más cortas son las distancias de transmisión, menos energía se pierde).
7. Si cambiaras (total o parcialmente) a estas otras fuentes de energía, ¿cuánto reducirías las emisiones de CO₂? (El ejemplo I en la sección “Integrar las tablas” más adelante en este apéndice ilustra el potencial de tal cambio).
8. ¿Cuáles son tus estrategias y plazos para hacer estos cambios?

Recuadro A9.4. ¿Cuántos árboles se necesitan para capturar/compensar las emisiones mensuales de carbono?

Hecho: El árbol promedio (con un diámetro del tronco de 24.6 cm [9.7 pulgadas]) captura 2.8 kg (6.08 libras) de dióxido de carbono al mes.¹⁴

Para averiguar cuántos árboles se necesitarían para capturar/compensar las emisiones de CO₂ de una fuente determinada, empieza con la cantidad de kilogramos (libras) de CO₂ emitida en un mes y luego divide ese número entre 2.8 kg (6.08 libras) capturados por árbol por mes.

Por ejemplo, para capturar/compensar los 93 853 469 kg al mes de emisiones de dióxido de carbono de la hipotética central eléctrica de carbón mencionada en el recuadro A9.3, divide la masa (peso) de las emisiones entre 2.8 kg (6.08 lb) por árbol por mes para obtener el número de árboles necesarios:

$$93\,853\,469 \text{ kg/mes de CO}_2 \text{ (central eléctrica)} \div 2.8 \text{ kg/mes/árbol} = 33\,519\,096 \text{ árboles}$$

o

$$206\,908\,000 \text{ lb/mes de CO}_2 \text{ (central eléctrica)} \div 6.08 \text{ lb/mes/árbol} = 34\,030\,921 \text{ árboles}$$

¿Cuánto terreno se necesitaría para esos árboles?

Dependiendo de la cantidad de carbono que emitamos en nuestro hogar o comunidad, podemos o no tener suficiente terreno en nuestra propiedad o comunidad para cultivar los árboles que capturen dichas emisiones. Utiliza las cifras que aparecen a continuación para estimar si tu área o terreno cuenta con suficiente espacio de siembra para capturar tus emisiones o las de tu comunidad.

En los cálculos de la sección anterior se determinó que el árbol promedio tiene un diámetro de copa de 5.34 m (17.6 pies), con base en un área de copa de 22.48 m² (242 ft²) y 445 árboles por hectárea (180 árboles por acre) o 44 479 árboles por km² (115 200 por mi²).¹⁵

Actualmente no tenemos suficientes árboles en el planeta para capturar el dióxido de carbono global que se emite a la atmósfera. Si no tienes suficiente terreno donde sembrar para capturar emisiones en tu sitio o en tu área, reduce tus emisiones. Aun cuando tengas suficiente tierra para sembrar, tu estrategia principal debe ser reducir emisiones. Este libro te ofrece numerosas estrategias para hacerlo, a menudo haciendo hincapié en aquellas que utilizan la siembra estratégica del agua, acolchados orgánicos y árboles en tu sitio para reducir el consumo de agua y energía, y maximizar la captura de carbono en el suelo y en esos árboles. Es momento de actuar. Además de hace 20 años, no hay mejor momento que hoy para reducir nuestras emisiones de carbono y sembrar árboles, y el agua y acolchado que necesitan.

Recuadro A9.5. Libras de CO₂ emitidas por milla recorrida

Esta gráfica fue reproducida con el permiso de la publicación del Sightline Institute "How Low-Carbon

Can You Go: The Green Travel Ranking".

Disponible en SightLine.org.

Recuadro A9.6. Costos hídricos de los desplazamientos en medios de transporte que utilizan combustibles fósiles

Cada litro (galón) de gasolina requiere alrededor de 12.9 veces ese volumen de agua para ser procesado.¹⁶

El uso de agua para viajes en avión promedia en los 0.7 litros por pasajero por kilómetro o 0.3 galones por pasajero por milla.¹⁷

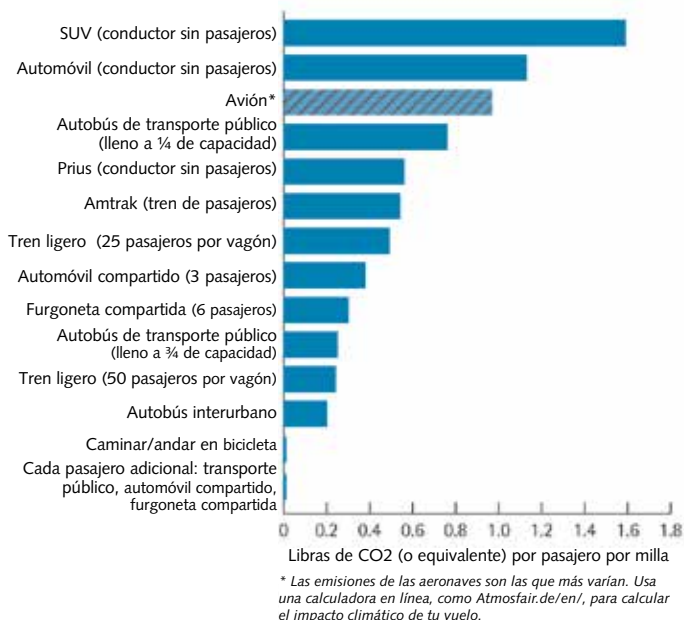


Tabla A9.1 Costos mensuales en energía-agua-carbono de un hogar estadounidense promedio

Región: Estados Unidos

Tamaño promedio del hogar¹: 2.59 personas

Uso mensual promedio de energía en la región (2009)²: 920 kWh

Plazo: 1 mes

	Porcentaje de la energía total del hogar ^a	Energía consumida para este propósito	Agua consumida para generar esta energía ^{b,c,3}		Carbono emitido para generar esta energía ^{d,4}	
Secado de ropa						
Tendedero de ropa	0%	0 kWh	0 galones	0 litros	0 lb	0 kg
Secadora eléctrica de ropa ⁵	5.8%	53 kWh	32 galones	122 litros	69 lb	31 kg
Calentamiento de agua						
Calentador solar de agua	0%	0 kWh	0 galones	0 litros	0 lb	0 kg
Calentador eléctrico de agua ⁵	9.1%	84 kWh	51 galones	192 litros	108 lb	49 kg
Almacenamiento y preparación de alimentos						
Almacén en sótano, deshidratación *, fermentación	0%	0 kWh	0 galones	0 litros	0 lb	0 kg
Congelador ⁵	3.5%	32 kWh	19 galones	74 litros	42 lb	19 kg
Refrigerador ⁵	13.7%	126 kWh	76 galones	289 litros	163 lb	74 kg
Iluminación						
Luz natural de día ^e	0%	0 kWh	0 galones	0 litros	0 lb	0 kg
Iluminación eléctrica (interior y exterior) ⁵	8.8%	81 kWh	49 galones	185 litros	105 lb	48 kg
Un solo foco o bombilla ^f (3 horas/día)	Los valores varían según la tecnología del foco o bombilla::					
LED (6W) ⁶	n/a	0.5 kWh	0.3 galones	1.2 litros	0.7 lb	0 kg
Fluorescente compacto (13W) ^{6,7}	n/a	1.2 kWh	0.7 galones	2.7 litros	1.5 lb	0.7 kg
Incandescente (60W) ⁷	n/a	5.4 kWh	3.3 galones	12 litros	7.0 lb	3.2 kg
Aprendizaje y entretenimiento						
Leer, escribir, hacer música	0%	0 kWh	0 galones	0 litros	0 lb	0 kg
Computadora portátil ⁵	0.1%	0.9 kWh	0.6 galones	2.1 litros	1.2 lb	0.5 kg
Computadora de escritorio ⁵	1.5%	14 kWh	8.3 galones	32 litros	18 lb	8 kg
Televisión a color ⁵	2.9%	27 kWh	16 galones	61 litros	34 lb	16 kg
Calefacción						
Calefacción solar pasiva/gratuita ⁸	0%	0 kWh	0 galones	0 litros	0 lb	0 kg
Equipo eléctrico de calefacción secundaria ^{h,5}	0.6%	5.5 kWh	3.3 galones	13 litros	7.1 lb	3.2 kg
Sistemas eléctricos de calefacción principal ^{h,5}	9.6%	88 kWh	53 galones	202 litros	114 lb	52 kg
Enfriamiento						
Enfriamiento pasivo/gratuito ⁱ	0.0%	0 kWh	0 galones	0 litros	0 lb	0 kg
Enfriador de aire por evaporación ^{c,5,8}	0.3%	2.8 kWh	1.7 galones	6.3 litros	3.6 lb	1.6 kg
Ventilador de techo ⁵	0.8%	7.4 kWh	4.5 galones	17 litros	10 lb	4.3 kg
Aire acondicionado de habitación ⁵	1.9%	17 kWh	11 galones	40 litros	23 lb	10 kg
Aire acondicionado central ⁵	14.1%	130 kWh	78 galones	297 litros	168 lb	76 kg

*Deshidratación solar

NOTAS DE LA TABLA A9.1

- a. En la página EIA.gov hay más estadísticas sobre el uso de energía de aparatos electrodomésticos usados en el hogar.⁵
- b. Agua consumida para generar electricidad para usos finales
- c. Las estadísticas del agua para los enfriadores por evaporación representan solo su agua para suministro de energía; no incluye el uso directo de agua del aparato, el cual en Phoenix (Arizona) promedia en los 264 litros (65 galones)/día x 30.4 días/mes = 7478 litros (1976 galones)/mes. Este uso de agua será menor en climas más frescos.
- d. Carbono emitido en las plantas eléctricas que generan electricidad para usos finales
- e. Mediante la colocación adecuada de ventanas con las dimensiones adecuadas
- f. Todas las tecnologías listadas producen aproximadamente 800 lúmenes de luz.
- g. Mediante el uso de ventanas cara al ecuador, muros Trombe y/o colectores solares de aire caliente
- h. Información proporcionada solamente para calefacción eléctrica, de acuerdo a la fuente referida. Además, convertir el uso energético de otros combustibles en otras unidades a kWh equivalentes es complejo y está más allá del alcance de este proyecto.
- i. Mediante una combinación de ventilación natural y sombreado en verano, tal como se propone en este libro

INTEGRAR LAS TABLAS

¿Es posible utilizar las tablas CHE, CEA y CCE para determinar una imagen más completa de las conexiones entre el agua, la energía y el carbono? ¡Me alegra que lo preguntes! ¡Sí! Efectivamente, puedes integrar la información de las tablas para calcular tu consumo combinado de agua, energía y emisiones de CO₂ y descubrir, por ejemplo, cuánta *más energía* puedes ahorrar por medio del *agua* que ahorras al consumir menos energía. Consulta la tabla A9.1 para ver los costos combinados de energía, agua y carbono para diversos usos en un hogar promedio estadounidense. Usa las opciones y recomendaciones presentadas a lo largo de este libro particularmente en los capítulos 4 y 5, así como los dos ejemplos a continuación, para obtener ideas e inspiración sobre cómo maximizar los ahorros potenciales de tu agua, energía y carbono integrados, a la par que maximizas la eficiencia de tus estrategias de enfriamiento, calefacción e iluminación pasivas/gratuitas.

El ejemplo I ilustra el cambio de un hogar y de una comunidad de usar energía convencional no renovable suministrada por proveedores de servicios públicos a usar energía solar renovable generada en su sitio.

El ejemplo II ilustra un hogar y una comunidad que cambiaron de consumir agua suministrada por proveedores de servicios públicos a consumir agua de lluvia y aguas grises cosechadas en su sitio.

Ejemplo I: Cambio a la generación de energía solar fotovoltaica conectada a la red

El ejemplo del hogar de la familia Dalmar ilustra cómo el cambiar del consumo de energía eléctrica convencional a la producción de energía renovable en el sitio conectada a la red detona ahorros de energía convencional, ahorros de agua y una reducción de emisiones de CO₂ en la central eléctrica local. Los cálculos de los ahorros de este ejemplo combinan el uso de las tablas CHE y CCE.

Ubicación: Tucson (Arizona)

Escala: Hogar de la familia Dalmar, con 2.63 personas¹⁸

Plazo: Un mes

Consumo de energía mensual actual: 1095 kWh¹⁹

Fuente inicial de energía: Tucson Electric Power (TEP) genera el 71 % de su energía a partir del carbón y el 29 % mediante una turbina de vapor operada con gas natural (aproximación simplificada).²⁰

Fuente subsecuente de energía después del cambio: El sistema fotovoltaico de techo conectado a la red está diseñado para generar 1139 kWh al mes, o el 104 % del uso de kWh de la residencia de los Dalmar.²¹

Nota: Los sistemas fotovoltaicos domésticos conectados a la red eléctrica suelen estar diseñados para producir la suficiente energía solar durante los días soleados que exceda ligeramente (en este caso en un 4 %) el consumo eléctrico anual promedio del hogar. Los sistemas solares fotovoltaicos conectados a la red y sin almacenamiento en

Tabla A9.2. Beneficios integrados de un sistema de energía solar FV en el techo conectado a la red

	A. Hogar de la familia Dalmar con sistema solar conectado a la red		B. 100 000 hogares con sistemas solares conectados a la red	
1. Compensación mensual total de la energía de la TEP	1 138.8 kWh		113 880 000 kWh	
a. <u>Compensación directa</u>	306.6 kWh		30 660 000 kWh	
b. <u>Compensación indirecta</u>	832.2 kWh		83 220 000 kWh	
	extremo inferior	extremo superior	extremo inferior	extremo superior
2. <u>Ahorro</u> mensual total de agua en la TEP	455.8 galones 1 725.0 litros	665.6 galones 2,529.2 litros	45 586 320 galones 172 504 800 litros	66 556 880 galones 252 030 480 litros
a. <u>Ahorro directo</u>	122.7 galones 464.4 litros	179.2 galones 687.5 litros	12 273 240 galones 46 443 600 litros	17 919 160 galones 67 854 360 litros
b. <u>Ahorro indirecto</u>	333.1 galones 1 260.6 litros	486.4 galones 1,841.7 litros	33 313 080 galones 126 061 200 litros	48 637 720 galones 184 176 120 litros
	Unidades de medida de EUA	Unidades métricas	Unidades de medida de EUA	Unidades métricas
3. Reducciones mensuales totales de CO ₂ en la TEP	2 193.6 lbs	994.9 kg	219 356 800 lbs	99 489 520 kg
a. <u>Reducciones directas</u>	590.6 lbs	267.9 kg	59 057 600 lbs	26 785 640 kg
b. <u>Reducciones indirectas</u>	1 603.0 lbs	727.0 kg	160 299 200 lbs	72 703 880 kg
4. Equivalentes de reducciones mensuales de CO ₂	2 193.6 lbs	994.9 kg	219 356 800 lbs	99 489 520 kg
a. Equivalente en <u>autos estacionados</u>	2.4 autos	2.4 autos	239 472 cars	239,158 autos*
b. Equivalente en <u>árboles sembrados</u>	360.8 árboles	360.5 árboles*	36 078 421 árboles	36 046 928 árboles*

*Discrepancias debidas al redondeo de las cifras utilizadas para hacer los cálculos

baterías son más comunes en entornos urbanos, mientras que los sistemas solares fotovoltaicos independientes con almacenamiento en baterías y sin conexión a la red son más comunes en las zonas rurales alejadas de la red.

Con el uso del sistema conectado a la red, en días soleados el 28 % (307 kWh) de los 1095 kWh mensuales que usa la familia Dalmar se extraería del sistema solar instalado en su hogar al momento en que se genera la energía. Este uso de energía solar es su *compensación directa*, una reducción de la energía y las emisiones de dióxido de carbono resultantes que de otro modo se hubieran generado en la central eléctrica TEP para uso de los Dalmar.

El 72 % restante (788 kWh) de su consumo de energía se extraería de la red eléctrica de la TEP en días nublados y por la noche (ver el recuadro A9.2). Entonces, ¿por qué si el 72 % de la energía que utiliza la familia Dalmar proviene de la energía convencional de la TEP les daríamos crédito por generar *más* energía renovable en su sitio de la que utilizan?

Recuerda que los Dalmar están literalmente conectados con sus vecinos por la red eléctrica. A pesar de que los Dalmar utilizarían mensualmente 788 kWh de energía de la *red eléctrica municipal*, su sistema solar fotovoltaico regresaría a la red 832 kWh de energía solar, el equivalente al 76 % del uso mensual de un hogar promedio, que los hogares cercanos usarían en días soleados en lugar de energía convencional. Esto

cuenta como *compensación indirecta* de la familia Dalmar (una reducción de la energía y el consiguiente consumo de agua y emisiones de dióxido de carbono que de otro modo se hubieran generado en la central eléctrica TEP para el uso de los vecinos de los Dalmar). Consulta la tabla A9.2 para conocer las ventajas integradas resultantes de esta conversión.

LA CONSERVACIÓN AUMENTA AÚN MÁS LOS BENEFICIOS

En el caso de los hogares con sistemas FV conectados a la red, cuanto más reduzcan su consumo de energía a una cantidad menor a la capacidad de producción de su sistema FV (especialmente por la noche cuando su sistema solar no produce electricidad) más ahorros de energía, de agua y de emisiones de carbono se producen en la central eléctrica. Por ejemplo, carga las computadoras portátiles con energía solar de uso directo en días soleados y opéralas con sus baterías por la noche y en días nublados. Enciende un enfriador de aire durante los días de verano, pero apágalo por la *noche* y mantén el confort con el fresco acumulado y almacenado en la masa interior del edificio y/o mediante el uso de enfriamiento gratuito/pasivo a través de la ventilación natural. Al utilizar estas estrategias, un hogar en Tucson (Arizona) que conserva más electricidad produce anualmente el 177 % de sus necesidades de electricidad con su sistema solar fotovoltaico de techo conectado a la red, a diferencia del 104 % típico.²²

Para ver una explicación más detallada de los beneficios de la tabla A9.2 y los cálculos utilizados para obtener estas respuestas, consulta “Integrating the Charts – Calculations” en la sección “Water-Energy-Carbon Nexus” en HarvestingRainwater.com.

Ejemplo II: Cambio al uso de agua de lluvia y aguas grises

El ejemplo del hogar de los Flores demuestra que el uso de estrategias de bajo consumo energético para la cosecha de agua en el sitio genera ahorros iniciales de agua del servicio público municipal, ahorro de energía, ahorro secundario de agua del servicio público

municipal y menores emisiones de carbono. Para calcular los ahorros para este escenario, combina el uso de las tablas CHE, CEA y CCE.

Ubicación: Tucson (Arizona)

Escala: El hogar de la familia Flores, con 2.59 personas²³

Plazo: Un mes

Uso de agua: 29 211 litros (7716 galones) por mes²⁴

Fuente *única inicial de agua:* Tucson Water, una empresa de servicios públicos que actualmente obtiene 60-70 % de su agua²⁵ del Proyecto de Arizona Central (CAP, por sus siglas en inglés); el CAP consume energía de manera intensiva (por tanto, su consumo de agua y sus emisiones de carbono también son intensivas). Según proyecciones, en un futuro cercano Tucson Water será casi totalmente dependiente del CAP como fuente de agua.²⁶

Fuente *primaria subsecuente de agua:* Se implementa la cosecha y uso de agua de lluvia y aguas grises, de manera similar a como se hace en el hogar de los Lancaster (capítulo 5).

MÁS ACERCA DEL CAP

El canal CAP desvía el agua del río Colorado y la bombea cuesta arriba a los usuarios finales en todo el centro y sur de Arizona, terminando justo al sur de Tucson. Alrededor del 77 % de la energía necesaria para obtener, tratar y suministrar el agua del CAP a los usuarios finales en Tucson provenía de la Estación Generadora Navajo que operaba con carbón, hasta su cierre en 2019.²⁷ En 2021, el CAP obtiene su energía de un portafolio diversificado que sigue incluyendo de manera importante fuentes de combustibles fósiles. Cuando llega, el agua que Tucson recibe del CAP se utiliza para recargar un acuífero de aguas subterráneas al oeste de la ciudad usando cuencas de recarga construidas. En el proceso de recarga, algunas impurezas se filtran de manera natural. A continuación, los grandes pozos de producción pendiente abajo de las cuencas de recarga bombean una combinación de agua del CAP y agua subterránea, que recibe aún más tratamiento y luego se distribuye a los hogares en Tucson. Las etapas de recarga, bombeo, tratamiento y distribución final utilizan alrededor del

Tabla A9.3. Beneficios integrados de la cosecha y reutilización integradas de agua

	A. Hogar de la familia Flores que integra la cosecha y reutilización de agua		B. 100 000 hogares que integran la cosecha y reutilización de agua	
1. Ahorro mensual primario de agua del CAP	6 385 galones	24 172 litros	638 500 000 galones	2 417 200 000 litros
	extremo inferior	extremo superior	extremo inferior	extremo superior
2. Ahorro mensual de electricidad del servicio público municipal	80 kWh	97 kWh	8 045 100 kWh	9 705 200 kWh
3. Ahorro mensual secundario de agua	26 galones 98 litros	55 galones 208 litros	2 600 000 galones 9 800 000 litros	5 500 000 galones 20 800 000 litros
4. Equivalentes de reducciones mensuales de CO ₂	174 lbs	211 lbs	17 400 000 lbs	21 100 000 lbs
	78.8 kg	95.5 kg	7 880 000 kg	9 550 000 kg
a. Equivalente en autos estacionados	0.19 autos	0.23 autos	18 996 autos	23 035 autos
b. Equivalente en árboles sembrados	29 árboles	35 árboles	2 861 842 árboles	3 470 395 árboles

23 % de la energía total necesaria para proporcionar el suministro de agua.²⁸ Estas etapas operan con energía de la compañía eléctrica TEP, que hasta 2019 generaba el 71 % de su electricidad a partir de carbón y el 29 % de gas natural (ver el ejemplo I).

Si los Flores redujeran su dependencia del suministro de agua del CAP/empresa de servicios públicos municipales de 29 211 litros (7716 galones) a 5039 litros (1331 galones) al mes mediante la cosecha de agua de lluvia y aguas grises (de manera similar a lo que se muestra en estudio de caso del hogar de los Lancaster en el capítulo 5), lograrían un ahorro de agua del servicio público municipal de 24 172 litros (6385 galones) al mes, lo que equivale a una *reducción* del 83 % en el consumo de agua del servicio público municipal con respecto al de un hogar típico. Consulta la tabla A9.3 para ver el consiguiente ahorro integrado de agua, energía y carbono para el hogar de los Flores (y de otros 99 999).

Para ver una mayor explicación y los cálculos utilizados para obtener las cifras de la tabla A9.3, consulta el apartado “Integrating the Charts – Calculation” en la sección “Water-Energy-Carbon Nexus” en HarvestingRainwater.com.

COLABOREMOS CON LOS SISTEMAS VIVOS QUE PERMITEN LA VIDA PARA TODOS

Observa y aprende de los sistemas vivos, los ecosistemas, que permiten la vida en este planeta; luego busca colaborar con ellos, no combatirlos ni erosionarlos, a través de tus elecciones y acciones diarias.

Un punto de partida fácil es la *esponja suelo-carbono*: la vida que habita en el suelo y lo construye, que está basada en el carbono y lo recicla. Cuanta más vida haya en el suelo, más carbono podrá capturar, secuestrar, reciclar y convertir en fertilidad y en más vida. Esta vida incluye organismos que se entierran y hacen túneles en el suelo, hongos micorrízicos y vegetación, que como una esponja viva pueden absorber y reciclar rápidamente las aguas pluviales, en lugar de drenarlas y desperdiciarlas. Las aguas pluviales absorbidas se convierten entonces en un “lubricante de intercambio” de nutrientes y más entre las formas de vida, mejorando el reciclaje beneficioso a la par que cultiva un refugio regenerativo en la superficie de nuestro planeta que mitiga el cambio climático y crea un entorno en el que nosotros y otras formas de vida podemos florecer. Ver las figuras I.8B y 9.1.

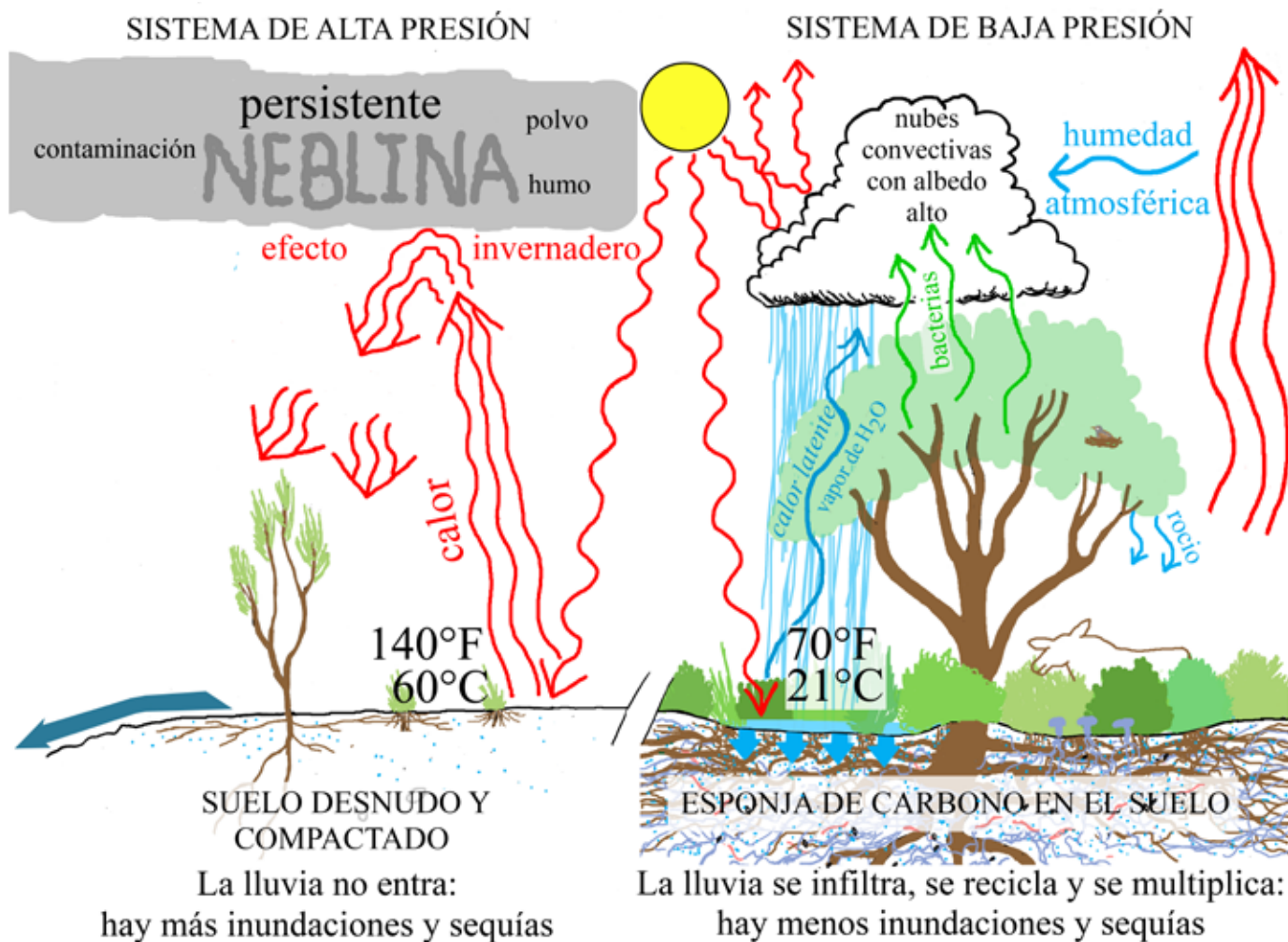


Fig. 9.1. ¿En qué medio ambiente quieres vivir y contribuir a su conservación?
 El estado de la esponja de carbono del suelo controla el destino de las lluvias y afecta al clima.
 Adaptado de "Recognizing the Soil Carbon Sponge" de Peter Donovan, SoilCarbonCoalition.org.
 Para más información, ver la introducción del volumen 2, 2ª edición. del volumen 2, 2ª edición.