



Documento de Posicionamiento de ASHRAE sobre la Descarbonización de Edificios

Traducido bajo licencia de ASHRAE

Aprobado por ASHRAE Comité de Dirección (BOD)
el 26 de junio del 2022

Caduca
el 26 de junio del 2025

MIEMBROS DEL COMITÉ

El Documento de Posicionamiento de ASHRAE sobre la Descarbonización de Edificios ha sido desarrollado por el Comité de Posicionamiento sobre la Descarbonización de Edificios de ASHRAE.

Kent W. Peterson (Chair)

P2S Inc.
Long Beach, California, USA

Constantinos A. Balaras

National Observatory of Athens (NOA)
Athens, Greece

Drury B. Crawley

Bentley Systems, Inc
Washington, D.C., USA

Jim Edelson

New Building Institute
Portland, Oregon, USA

Roger Hedrick

NORESO
Boulder, Colorado, USA

Clay Nesler

World Resources Institute
Washington, D.C., USA

Elizabeth K. Tomlinson

Stantec
Saint Paul, Minnesota, USA

Paul Torcellini

National Renewable Energy Laboratory
Golden, Colorado, USA

HISTORIAL DE LAS FECHAS DE REVISIÓN/CONFIRMACIÓN/REVOCACIÓN

A continuación, se resumen las fechas de revisión, confirmación y revocación de este documento:

Con fecha 26/06/2022—el BOD aprueba el documento de posicionamiento titulado *Descarbonización de Edificios*

Nota: El “Technology Council” y el “cognizant committee” de ASHRAE recomiendan la revisión, confirmación o revocación cada 30 meses.

This position document has been translated by permission © 2022 ASHRAE. Translation by Andrés Sepúlveda from the ASHRAE Spain Chapter. ASHRAE assumes no responsibility for accuracy of the translation. To purchase the English-language edition, contact ASHRAE, 180 Technology Parkway Peachtree Corners, GA 30092, US, www.ashrae.org.

Este documento de posicionamiento ha sido traducido bajo los derechos de autor © 2022 y con la debida autorización de ASHRAE. La traducción ha sido realizada por Andrés Sepúlveda del ASHRAE Spain Chapter. ASHRAE no asume ninguna responsabilidad respecto a la fidelidad de la traducción. Para adquirir la edición en inglés contacte con ASHRAE, 180 Technology Parkway Peachtree Corners, GA 30092, US, www.ashrae.org.

Nota: Los documentos de posicionamiento de ASHRAE se aprueban por el Comité de Dirección (BOD) y expresan la visión de la Sociedad en cuestiones específicas. El objetivo de estos documentos es proporcionar información de fondo objetiva y autorizada a las personas interesadas en cuestiones donde ASHRAE tiene conocimientos y competencia, en particular en áreas donde dicha información sea útil para la redacción de una política pública. Otro de los objetivos es poder utilizarse como herramienta educativa explicando la posición de ASHRAE a sus miembros y profesionales en general, con el fin de impulsar las artes y las ciencias en materia de climatización y refrigeración.

ÍNDICE

Documento de Posicionamiento de ASHRAE sobre la Descarbonización de Edificios

SECCIÓN	PAG
Introducción	1
Resumen Ejecutivo	2
1 La Cuestión	3
2 Antecedentes	4
2.1 Relevancia de ASHRAE	4
2.2 Decarbonizando el Entorno Construido	5
2.3 Principios der Reducción del Carbono	8
2.4 Estrategias de Descarbonización	9
2.5 Retos de la Descarbonización	11
3 Posicionamientos y Recomendaciones	12
3.1 Posicionamientos de ASHRAE	12
3.2 Compromisos de ASHRAE	13
3.3 Recomendaciones de ASHRAE	14
4 Referencias	15

INTRODUCCIÓN

Este documento de posicionamiento recomienda que se aborden estrategias de descarbonización para reducir los gases de efecto invernadero (GEI). Los edificios proporcionan muchos beneficios a la sociedad, pero tienen un impacto global significativo sobre el medioambiente debido a sus emisiones de GEI. La industria de la construcción es responsable de casi el 40% de las emisiones globales de GEI y se estima que el parque mundial de edificios pueda duplicarse en el año 2060.

Mientras que la sociedad se enfrenta al reto de mitigar el cambio climático, la posición de ASHRAE a este respecto es que la descarbonización de edificios y de sus sistemas debe basarse en un análisis holístico que incluya la salud, la seguridad y el confort en entornos, la eficiencia energética, el impacto medioambiental, la sostenibilidad, la seguridad operativa y la economía. Para el año 2030, el entorno construido mundial debe reducir, como mínimo, a la mitad sus emisiones de GEI del año 2015, por lo que:

- Todos los edificios nuevos deben producir cero emisiones netas de GEI en funcionamiento
- Las mejoras generalizadas de eficiencia energética en activos existentes deben proseguir su marcha
- El carbono incorporado en las nuevas construcciones deberá reducirse al menos un 40%

RESUMEN EJECUTIVO

Los edificios que usamos son responsables de un 40%, aproximadamente, de las emisiones de GEI asociadas al consumo de energía. Mientras que las jurisdicciones en todo el planeta se enfrentan al cambio climático, el término “descarbonización” se está aplicando para describir las prácticas o políticas que reduzcan las emisiones de GEI. La métrica estándar para cuantificar los GEI es el dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq). El hecho de compartir una métrica común ayuda a evaluar diferentes fuentes de GEI en términos de su potencial de impacto atmosférico, también conocido como Potencial de Calentamiento Global (PCG).

Este documento de posicionamiento presenta la posición de ASHRAE respecto a la descarbonización de edificios, así como las recomendaciones para seguir avanzando. Los miembros de ASHRAE tienen la competencia, misión y visión para abordar la descarbonización de edificios existentes y futuros y hacerla compatible con la disponibilidad de entornos construidos saludables y sostenibles para todos.

Las políticas y compromisos globales para impulsar la transformación del diseño y el comportamiento de edificios están ampliamente estimuladas por la lucha contra el cambio climático y se espera que el parque mundial de edificios se duplique en el año 2060. En respuesta a este llamamiento para actuar, muchas entidades públicas y privadas en muchos países, han fijado objetivos concretos para alcanzar la neutralidad de carbono antes del año 2050. Ha llegado el momento de convertir estos compromisos y objetivos en acciones concretas. Para el año 2050, como máximo, todos los activos nuevos y existentes deben producir cero emisiones netas de GEI a lo largo de su ciclo completo de vida.

La descarbonización de edificios abarca su ciclo completo de vida, incluyendo su diseño, construcción funcionamiento, ocupación y fin de ciclo de vida. La construcción del edificio, el consumo de energía, las fugas de metano y de refrigerantes, son las fuentes principales de emisiones de GEI. El Análisis de Ciclo de vida del edificio implica la consideración de las emisiones operativas e incorporadas. Las emisiones operativas proceden generalmente del consumo de energía asociado al funcionamiento del edificio. Las emisiones incorporadas comprenden las de los GEI asociadas a la construcción del edificio, incluyendo la extracción, fabricación, transporte e instalación de materiales de construcción, así como las emisiones generadas por las actividades de mantenimiento, reparación, sustitución, renovación y fin de ciclo de vida. Las emisiones incorporadas también incluyen los refrigerantes liberados durante el ciclo de vida del edificio.

Mientras que se desarrollen nuevas tecnologías y se incremente el conocimiento sobre sus efectos medioambientales, ASHRAE se compromete con la dedicación de esfuerzos continuos en la descarbonización de edificios, concretamente en las siguientes áreas:

- Investigación y desarrollo de estándares
- Diseño y aplicaciones de equipos
- Orientación técnica y formación
- Directrices regulatorias y medidas
- Recursos y alcances educativos

1. LA CUESTIÓN

Para limitar el cambio climático son necesarias reducciones agresivas y sostenidas de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (IPCC 2021). Los edificios son una fuente importante de emisiones de GEI y se estima que el parque mundial de edificios podría duplicarse en el año 2060 debido a la urbanización, el crecimiento de la población y las tendencias económicas asociadas (UNEP 2021). Los edificios tienen una larga vida, y las decisiones que puedan tomarse hoy pueden generar emisiones durante varias décadas. La descarbonización de edificios describe los métodos para reducir sus emisiones de GEI a la atmósfera. La descarbonización de edificios y del sector de la construcción necesita que se tomen acciones firmes tanto en los proyectos de edificios nuevos como en los edificios existentes, así como en su funcionamiento y mantenimiento (O&M).

El sector de la edificación es una fuente importante de emisiones globales de dióxido de carbono (CO₂) y otros GEI. La energía operativa de los edificios supuso en el año 2020 un 27% de las emisiones de GEI relativas al consumo de energía como muestra la Figura 1 (IEA 2021b). La industria de la construcción de edificios (como parte estimada de la industria de la edificación dedicada a la fabricación de materiales de construcción tales como cemento, hierro y vidrio) contribuyó en el año 2020 con un 10% adicional de emisiones de GEI relativas al consumo de energía, resultando un impacto total de emisiones del 37% (UNEP 2021). Los

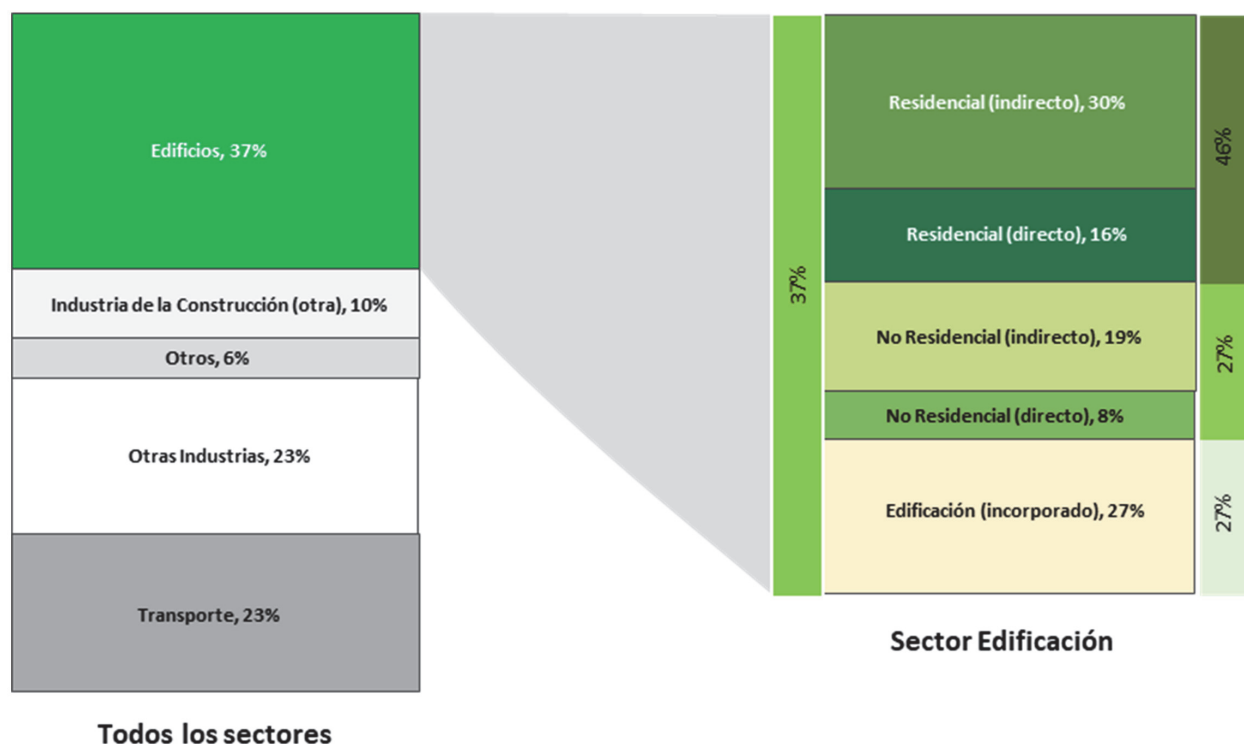


Figura 1 Emisiones de CO₂ asociadas al consumo de energía en 2020.

Nota: Los edificios no-residenciales se refieren como Servicios, Comerciales o Sector Terciario. Las emisiones directas relacionadas con la energía provienen del consumo directo de combustibles fósiles en los edificios, como el gas natural para calefacción. Las emisiones indirectas relacionadas con la energía provienen de la generación de electricidad o durante el abastecimiento, procesamiento y transporte de los combustibles consumidos por el edificio.

IEA 2021b

refrigerantes utilizados en los edificios (no incluidos en la Figura 1) generan emisiones adicionales de GEI a la atmósfera por fugas, averías en equipos y prácticas inadecuadas de recuperación al final de su ciclo de vida.

Todas las decisiones que se adopten hoy respecto al diseño, fabricación y funcionamiento de los sistemas del edificio tendrán un impacto sustancial en sus emisiones de GEI. ASHRAE está a la vanguardia en la elaboración de estándares, directrices y en la orientación y formación para estas decisiones. Su enfoque histórico en eficiencia energética ha tenido un impacto muy significativo en la reducción de los GEI. Por ello, ASHRAE y sus miembros desempeñan un papel muy importante en la descarbonización del entorno construido.

2. ANTECEDENTES

La descarbonización de edificios abarca su ciclo completo de vida, incluyendo su diseño, construcción funcionamiento, ocupación y fin de ciclo de vida. La construcción del edificio, el consumo de energía, las fugas de metano y de refrigerantes, son las fuentes principales de emisiones de GEI. El Análisis de Ciclo de Vida del edificio implica la consideración de las emisiones operativas e incorporadas. Las emisiones operativas proceden generalmente de la energía consumida en el funcionamiento del edificio. Las emisiones incorporadas incluyen las emisiones de GEI asociadas a la construcción del edificio, como la extracción, fabricación, transporte e instalación de materiales de construcción, así como las emisiones generadas por las actividades de mantenimiento, reparación, sustitución, renovación y fin de ciclo de vida. Las emisiones incorporadas también incluyen los refrigerantes liberados durante el ciclo de vida del edificio.

Las medidas principales para reducir las emisiones de GEI son las siguientes:

- Reducir el consumo de energía de los edificios incrementado su eficiencia energética
- Reducir el carbono incorporado de los edificios
- Minimizar las fugas de refrigerante, y utilizar refrigerantes con potencial bajo de calentamiento global
- Electrificar las necesidades de energía de los edificios
- Diseñar edificios para optimizar la flexibilidad de la red
- Proporcionar energía renovable in situ
- Descarbonizar la red eléctrica

La descarbonización de combustibles y la captura in situ de carbono y su almacenamiento no forman parte todavía de la corriente principal de soluciones a implantar en los edificios, pero pueden desempeñar un papel más importante a medida que las tecnologías mejoren.

Para reducir las emisiones de GEI de carbono incorporado resultará clave minimizar las fugas de refrigerante y la cantidad de materiales utilizados in situ, reducir la energía consumida en el transporte utilizando materiales que se puedan obtener localmente, reutilizar materiales existentes, seleccionar materiales de bajo contenido en carbono y minimizar los impactos de carbono de final de ciclo de vida.

2.1 Relevancia de ASHRAE

ASHRAE tiene una dilatada historia y experiencia en mejorar el diseño y funcionamiento de edificios e impulsar las tecnologías y aplicaciones en materia de climatización y refrigeración. Los estándares sólidos de ASHRAE continúan impulsando y mejorando la eficiencia

energética de los edificios y sus costes de explotación a largo plazo (ASHRAE 2019e). La eficiencia energética reduce directamente las emisiones de GEI. ASHRAE es un catalizador para lograr reducciones de emisiones asociadas a los refrigerantes en edificios mediante el asesoramiento, la investigación y la elaboración de manuales y estándares (ASHRAE 2020b). ASHRAE también favorece y promueve la descarbonización materializando las oportunidades y elaborando documentación y medios de formación y orientación como el nuevo Capítulo 36, "Climate Change", en el 2021 "ASHRAE Handbook—Fundamentals" (2021c) y en la publicación "Smart Grid Application Guide: Integrating Facilities in the Electric Grid" (2020c). El enfoque adicional de ASHRAE sobre la ocupación saludable y segura de los entornos construidos se expresa y actualiza continuamente en las directrices de diseño, manuales, estándares y otras publicaciones para lograr mejores edificios.

ASHRAE sigue liderando el diseño y funcionamiento de edificios y las tecnologías asociadas después de más de un siglo. Está impulsando el progreso de las estrategias con el objetivo de reducir las emisiones de GEI de ciclo de vida generadas por los entornos construidos. Algunos estándares de ASHRAE que abordan el carbono incorporado están rápidamente evolucionando hacia la descarbonización de edificios. La Tabla 1 enumera los estándares de ASHRAE que abordan la eficiencia energética, las emisiones de GEI, las emisiones de refrigerantes y/o las energías renovables o que puedan incluir dichas referencias en futuras actualizaciones.

2.2 Descarbonizando el Entorno Construido

La coalición "#BuildingToCOP26 Coalition" (UNEP 2021) fijó el siguiente objetivo global: En el año 2030, el entorno global construido debería reducir a la mitad sus emisiones para lo que

Tabla 1 Lista de Estándares ASHRAE Relacionados Directamente con la Eficiencia Energética, Emisiones de GEI y Refrigerantes, y Energías Renovables

Estándar/Código	Tema				
	Eficiencia Energética	Emisiones GEI Operativas	Emisiones GEI Incorporadas	Emisiones de Refrigerantes	Renovables
ANSI/ASHRAE Standard 34-2019 , <i>Designation and Safety Classification of Refrigerants</i>				✓	
ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2019 , <i>Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings</i>	✓	✓			✓
ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.2-2018 , <i>Energy-Efficient Design of Low-Rise Residential Buildings</i>	✓	✓			✓
ANSI/ASHRAE Standard 90.4-2019 , <i>Energy Standard for Data Centers</i>	✓				

Tabla 1 Lista de Estándares ASHRAE Relacionados Directamente con la Eficiencia Energética, Emisiones de GEI y Refrigerantes, y Energías Renovables (*Continuación*)

Estándar/Código	Tema				
	Eficiencia Energética	Emisiones GEI Operativas	Emisiones GEI Incorporadas	Emisiones de Refrigerantes	Renovables
ANSI/ASHRAE/IES Standard 100-2018 , <i>Energy Efficiency in Existing Buildings</i>	✓				
ANSI/ASHRAE Standard 105-2021 , <i>Standard Methods of Determining, Expressing, and Comparing Building Energy Performance and Greenhouse Gas Emissions</i>	✓	✓			✓
ANSI/ASHRAE Standard 147-2019 , <i>Reducing the Release of Halogenated Refrigerants from Refrigerating and Air-Conditioning Equipment and Systems</i>				✓	
International Green Construction Code® and ANSI/ASHRAE/ICC/USGBC/ IES Standard 189.1-2020 , <i>Standard for the Design of High-Performance Green Buildings</i>	✓	✓	✓		✓
ANSI/ASHRAE/ASHE Standard 189.3-2021 , <i>Design, Construction, and Operation of Sustainable High-Performance Health Care Facilities</i>	✓	✓	✓	✓	✓
Proposed ASHRAE Standard 227P , <i>Passive Building Design Standard</i>	✓			✓	
Proposed ASHRAE Standard 228P , <i>Standard Method of Evaluating Zero Net Energy and Zero Net Carbon Building Performance</i>		✓		✓	✓
Proposed ASHRAE Standard 240P , <i>Evaluating Greenhouse Gas (GHG) and Carbon Emissions in Building Design, Construction and Operation</i>	✓	✓	✓	✓	✓

Legend:

- ✓ Incluido en el estándar
- ✓ Metodología de cálculo de carbono incluida en el estándar
- ✓ Bajo consideración para su inclusión en la próxima actualización del estándar
- ✓ Incluido en el estándar propuesto
- ✓ Metodología de cálculo de carbono incluida en el estándar propuesto

Nota: La eficiencia energética contribuye directamente a la reducción de emisiones operativas de GEI.

el 100 % de los nuevos edificios deberían ser Cero Carbono Neto en funcionamiento, apoyado por el muy significativo progreso en marcha de la renovación energéticamente eficiente de los activos existentes. La reducción de carbono incorporado debería ser del 40% como mínimo y en los proyectos más importantes debería alcanzarse una reducción mínima del 50% de carbono incorporado. En el año 2050 como fecha límite, todos los activos nuevos y existentes deben ser Cero Neto en todo su ciclo de vida, incluyendo emisiones operativas e incorporadas.

Esto implica que las emisiones globales del sector de la edificación deben reducirse, aproximadamente, un 6% cada año desde el año 2020 al 2030. El alcance de este objetivo implica la rápida renovación de los edificios existentes, además de mejorar, el diseño de los nuevos. Si bien debe darse máxima prioridad a implantar medidas de eficiencia energética, electrificación y de energías renovables, cualquier emisión residual de ciclo completo de vida debe poder compensarse a través de proyectos de reducción o almacenamiento de carbono con certificación vía verificación independiente de terceros (WorldGBC 2021).

Tanto el carbono operativo como el incorporado son fuentes significativas del impacto de carbono en el ciclo de vida del carbono del edificio. Las emisiones incorporadas de GEI asociadas al consumo de energía suponen aproximadamente un 25% del total de las emisiones globales y anuales de GEI asociadas al consumo de energía de los edificios y quedan bloqueadas in situ en el momento que el edificio se entrega, antes incluso de su entrada en servicio. Con la estimación de que el entorno construido puede duplicarse entre el 2020 y el 2060, es imprescindible, que la industria de la edificación genere estrategias de carbono incorporado para reducir el impacto medioambiental de los edificios (UNEP-2021). La Figura 2 (NBI 2022) ilustra la importancia del carbono incorporado a lo largo del ciclo de vida del edificio.

Las siguientes medidas de diseño para abordar la descarbonización de edificios pueden ayudar en la toma inicial de decisiones:

- Reutilizar edificios existentes, estructuras y materiales cuando sea posible.
- Optimizar la envolvente del edificio, su orientación y geometría para reducir el consumo de energía y maximizar su potencial solar.
- Implantar medidas pasivas y activas de eficiencia energética.

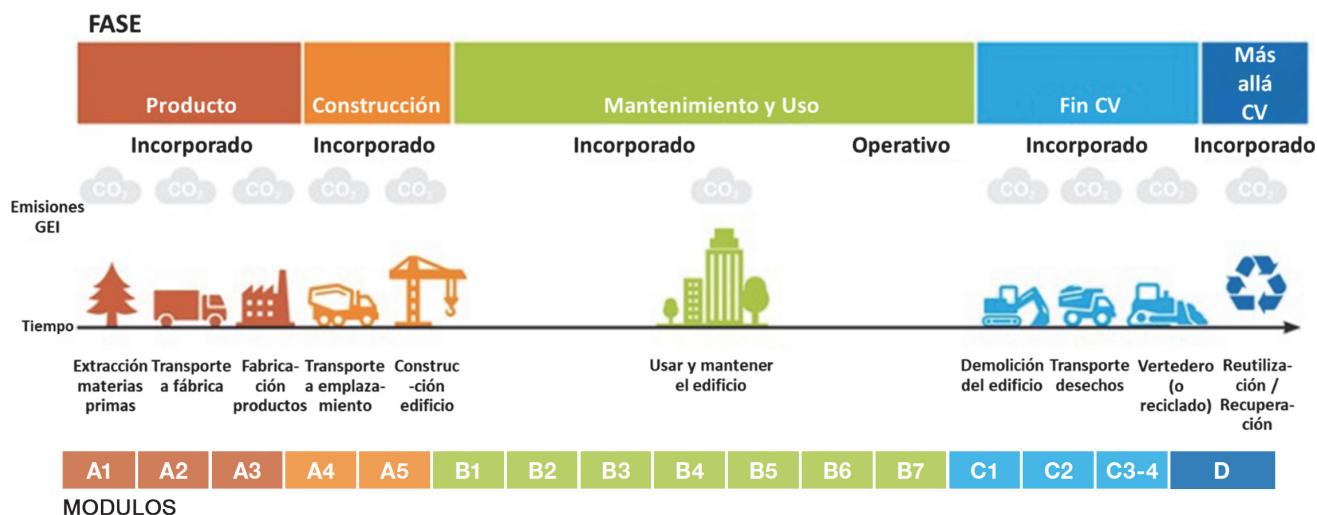


Figura 2 Etapas del ciclo de vida del carbono del edificio.
NBI 2022

- Aprovechar los flujos residuales de energía.
- Minimizar el carbono incorporado en los materiales de nueva construcción y en el proceso constructivo.
- Electrificar los sistemas de calefacción y de agua caliente cuando sea posible.
- Utilizar refrigerantes de bajo potencial de calentamiento global manteniendo la eficiencia energética.
- Utilizar sistemas de control en edificios para optimizar el almacenamiento de energía e incrementar la flexibilidad de la demanda de la red eléctrica.
- Utilizar recursos de energías renovables in situ y fuera del emplazamiento.
- Conseguir un O&M que sean eficaces a largo plazo.

2.3 Principios de Reducción del Carbono

El diseño de edificios debe priorizar las prácticas de alto rendimiento. Las modificaciones de diseño son más complejas y costosas cuanto más tarde se implantan en el proyecto. Los procesos de diseño integrados desde una fase inicial pueden optimizar las estrategias de reducción del carbono. El análisis de ciclo de vida en la fase de diseño puede aportar a este proceso la información necesaria para minimizar las emisiones de GEI de ciclo de vida.

Las decisiones sobre diseño de edificios y contrataciones deben considerar el carbono incorporado. Los arquitectos e ingenieros del sector de la edificación pueden tener un impacto directo en la reducción del carbono incorporado mediante decisiones de diseño basadas en la información obtenida utilizando el análisis de ciclo de vida para nuevos edificios y renovaciones. El carbono incorporado en edificios puede reducirse en un 25% o incluso más, reutilizando materiales, especificando materiales alternativos de bajo contenido en carbono y limitando los materiales intensivos en carbono. Se necesita más investigación para determinar el impacto del carbono incorporado en componentes y sistemas del edificio.

Las métricas de edificios son herramientas importantes para minimizar las emisiones de GEI. Las decisiones sobre diseños efectivos dependen de la prioridad asignada a las métricas utilizadas con el fin de tomar las mejores decisiones para alcanzar los objetivos del proyecto. Una estrategia de minimización de las emisiones de GEI puede significar que la utilización de opciones eléctricas eficientes, tales como bombas de calor deberían considerarse incluso cuando los precios de combustibles fósiles sean bajos. Este enfoque puede impulsarse a través de métricas de GEI para evaluar el rendimiento de edificios, en particular su cumplimiento con los códigos energéticos.

El incremento de la eficiencia energética y de la flexibilidad de la demanda de la red para edificios implicará reducir el impacto de la electrificación de los edificios. El crecimiento de la electrificación de edificios y del transporte podría necesitar un incremento importante de la capacidad de la red eléctrica. Esto destaca la necesidad de la eficiencia energética, del almacenamiento de energía y de la alineación de consumo con la generación libre de carbono para minimizar los incrementos necesarios. Internacionalmente el sector de la edificación supuso aproximadamente el 50% del consumo anual de electricidad entre el año 2010 y 2020. El consumo de electricidad de la edificación se incrementó un 24% entre el año 2010 y el 2019, con un crecimiento medio anual del 2,7% (IEA 2021c). La solución más barata consiste en mejorar de manera agresiva la eficiencia eléctrica de edificios con controles inteligentes y flexibilidad de la carga basada en variaciones minuto a minuto en intensidad de carbono de la red.

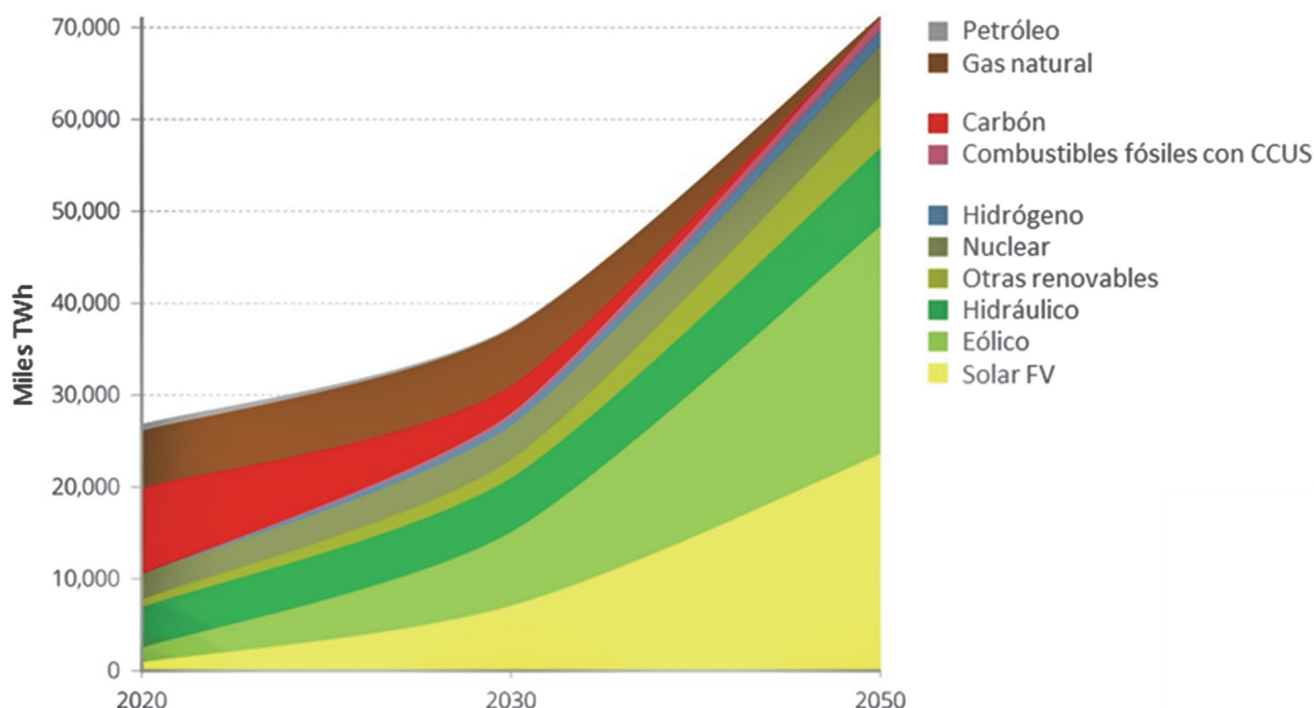


Figura 3 Previsiones de la generación global de electricidad por fuente en el objetivo de Cero Emisiones Netas en el año 2050.

Fuente: IEA 2021a

Para descarbonizar el sector de la edificación, la red eléctrica global debe descarbonizarse. La generación de electricidad es actualmente el mayor contribuidor a las emisiones globales de GEI. Los combustibles suponen aproximadamente un 65% de la producción neta global de electricidad, un 25% procede de renovables y un 10% tiene origen nuclear. El Escenario 2050 de Emisiones Netas Cero (IEA 2021a) muestra el camino de la red eléctrica con el fin de alcanzar cero emisiones. La generación eléctrica global de origen renovable se triplicará en el año 2030 y se multiplicará por 8 en el año 2050 como muestra la Figura 3.

2.4 Estrategias de Descarbonización

La descarbonización puede llevarse a cabo en cualquier edificio. A menudo, la descarbonización es más sencilla en los edificios más pequeños, incluidos los residenciales y comerciales de menor tamaño. Aunque el impacto individual pueda ser más reducido, ampliamente aplicada en soluciones llave en mano puede tener un gran impacto. Las bombas de calor y otras estrategias de descarbonización son fácilmente implantables en edificios pequeños. Los campus y comunidades brindan oportunidades de descarbonización a mayor escala. Sistemas geotérmicos pueden proyectarse para dar servicio a comunidades completas mientras que la recuperación de calor de aguas residuales, centros de procesos de datos, refrigeración y otros procesos industriales pueden suministrar calor a otros edificios.

El análisis de ciclo completo de vida de los edificios (WBLCA) es una herramienta importante para minimizar el impacto medioambiental de los edificios y sus sistemas de climatización. El análisis de ciclo completo de vida de los edificios (WBLCA) incluye la

evaluación de las emisiones operativas e incorporadas de GEI, adicionalmente a otros impactos medioambientales.

Los proyectos de nuevos edificios ofrecen la oportunidad de establecer objetivos de descarbonización durante su fase de diseño. Pueden incorporar técnicas arquitectónicas y de ingeniería que minimicen el consumo de energía e integren sistemas para su almacenamiento, capaces de desplazar las cargas para alinearlas con períodos de menores emisiones de carbono de la red. Los edificios cuyas cargas pueden ser controladas, permiten su reducción o su desplazamiento; pueden utilizar el aprendizaje automático para entender cada edificio individualmente y anticipar cuándo se alcanzará el pico de carga. Los códigos de edificación son el principal instrumento político para fomentar la adopción generalizada de prácticas de descarbonización en la construcción de nuevos edificios. Aquellos existentes son más complejos, ya que cada uno es único, pero el análisis inicial y las opciones de diseño pueden tener un importante beneficio de descarbonización a largo plazo.

La renovación de un gran número de edificios existentes para su descarbonización es crítica. Esto puede ser mucho más efectivo si se lleva a cabo en actuaciones importantes durante el ciclo de vida del edificio tales como auditorías e inspecciones periódicas, cambios de propiedad o de inquilino, renovaciones de licencias, cambios de uso del edificio y otras tales como ampliaciones, modificaciones y sustituciones al final del ciclo de vida de equipos. Las políticas de edificios existentes tales como códigos de edificación de edificios construidos, mejoras obligatorias, estándares de emisiones de aparatos y estándares de rendimiento de edificios (BPS) están enfocados sobre esas actuaciones (ASHRAE 2021d). Un informe del U.S. “Environmental Protection Agency” (EPA 2021) revela que varias jurisdicciones han centrado su atención en políticas BPS para reducir las emisiones de GEI de edificios existentes comerciales y multifamiliares. Las políticas BPS necesitan que estos edificios cumplan objetivos específicos de rendimiento tales como emisiones de GEI, consumo de energía in situ, consumo normalizado con la climatología o puntuación ENERGY STAR por encima del valor local promedio. El Estándar ANSI/ASHRAE/IES 100 es el único estándar ANSI que fija objetivos de rendimiento energético para edificios existentes y proporciona un marco técnico concreto de actuación para asesoramiento de los niveles actuales de rendimiento energético (ASHRAE 2018b).

Las buenas prácticas en el O&M de edificios proporcionan un impacto significativo en la reducción de emisiones disminuyendo el consumo de energía en un 10% o por encima, además de alargar la vida de los equipos y sistemas del edificio. Las economías en las actuaciones de aumento de la eficiencia en operación y mantenimiento tienen unos retornos de la inversión necesaria mucho más cortos que la renovación de edificios u otras actuaciones de mejora integral. Los alcances efectivos de O&M comienzan instalando contadores de energía y sistemas de monitorización e implantando procesos estructurados de commissioning complementados con reajustes continuos o periódicos y actuaciones de retrocommissioning. Hay que tener en cuenta que, aunque la extensión de la vida de los equipos puede reducir las emisiones incorporadas de GEI limitando su sustitución prematura, la vida de equipos no eficientes no debe prolongarse, ya que incrementaría las emisiones operativas de GEI a lo largo del ciclo de vida del edificio.

Las políticas de descarbonización tendrán un impacto de amplio espectro. En un momento en el que el mundo está en un periodo de transición social, los profesionales del sector de la edificación están bien posicionados para promocionar un liderazgo en las comunidades que mejore permanentemente el entorno construido en aquellas previamente marginadas. Aunque

no todos los beneficios de la descarbonización pueden medirse directamente, se requiere la consideración de todos los impactos -económicos, de viabilidad, igualdad, salud, confort, seguridad, protección y medioambiental - para el desarrollo de políticas de descarbonización y fomentar inversiones asociadas. Declaraciones financieras corporativas están incrementando la evaluación de los criterios ESG ("Environment, Social and Governance") para gestionar activos, finanzas, reputación y riesgos de responsabilidad legal. Estos criterios declaran el cumplimiento con los requisitos locales, regionales, nacionales e internacionales de gobierno, la protección medioambiental y la disposición climática futura. Los criterios corporativos ESG obligan a la adopción de infraestructuras de bajas emisiones de carbono y a los cambios tecnológicos por los consultores en la gestión de activos inmobiliarios y de diseño.

La reputación, posición social y la influencia de los inversores desempeñan un papel creciente en la toma de decisiones corporativas con respecto a la sostenibilidad y a la mitigación del cambio climático. Los miembros de ASHRAE pueden jugar un papel crítico como asesores expertos en entornos construidos tanto en su vida personal como profesional.

La descarbonización de edificios debe mantener o mejorar las condiciones de salud y la resiliencia de los entornos interiores. Los equipos de diseño y los operadores de edificios descarbonizados deben contemplar los retos que el actual y futuro cambio climático pudieran imponer al edificio y a la salud y seguridad del público en general.

2.5 Retos de la Descarbonización

Los climas fríos presentan retos en los equipos del edificio para lograr los objetivos de descarbonización. Las bombas de calor condensadas por aire tienen limitaciones para su aplicación en calefacción en climas muy fríos. Se necesita más investigación para desarrollar bombas de calor que trabajen en climas muy fríos. La utilización de calderas de combustibles fósiles y hornos como apoyo debe considerarse hasta que las tecnologías para climas fríos y capacidades de la red puedan tener una eficiencia de costes para satisfacer las cargas de calefacción. Las tecnologías emergentes deben tenerse en cuenta a medida que se hacen viables.

Hay retos en la infraestructura de la red eléctrica para alcanzar los objetivos de descarbonización de edificios. La electrificación generalizada de los sistemas de calefacción y agua caliente de edificios podría requerir una infraestructura de red eléctrica sustancialmente mayor a no ser que se produzca una reducción importante del consumo de energía del edificio mediante medidas de eficiencia energética. Suplementar la eficiencia energética mediante estrategias de flexibilidad y almacenamiento de la demanda y almacenamiento, puede reducir el impacto en la red.

Los retornos inciertos de las proyecciones de inversión para la construcción y remodelación de edificios, fabricación, y selección de sistemas, suponen obstáculos para el progreso de la descarbonización en la industria de la edificación. Cambios potenciales en parámetros clave de coste incluyen las obligaciones futuras locales y regionales, la disponibilidad futura de fuentes de energía no tradicionales o sistemas, los incentivos existentes del proveedor eléctrico y el régimen de tarifas, y las capacidades del sistema del proveedor existente y su futura fiabilidad. Las condiciones de cambio climático futuras complican un retorno fiable en las estimaciones de inversión. El cambio climático in situ y las transiciones de infraestructura complican aún más los costes de energía del proyecto, los ahorros de emisiones de GEI y los retornos de la inversión.

Los edificios históricos presentan retos únicos en la descarbonización. Los edificios históricos deben estar incluidos en la descarbonización de edificios existentes, con la seguridad de que las renovaciones mantienen sus características históricas. Retos adicionales incluyen infraestructuras eléctricas sub dimensionadas, sistemas de distribución de calor por vapor que son difíciles de descarbonizar y espacios interiores, envolventes y superficies exteriores que no pueden acomodarse fácilmente a los nuevos diseños térmicos y eléctricos.

Dos tercios de los países no tienen códigos voluntarios u obligatorios respecto a los mínimos requisitos de eficiencia energética en nuevos edificios. El aumento de la adopción de códigos de edificación y de políticas, es necesario para impulsar el mundo hacia las emisiones operativas netas cero. Los actuales códigos energéticos están enfocados hacia métricas de coste de energía y eficiencia, pero no hacia métricas de GEI. Aunque la eficiencia energética reduce las emisiones de GEI, algunos códigos energéticos están empezando a abordar directamente las emisiones de GEI.

Los edificios que pueden modificar sus cargas eléctricas para adaptarlas a la disponibilidad de electricidad baja en carbono pueden maximizar las reducciones de carbono. Para ello es necesario disponer de información en tiempo real sobre el contenido de carbono de la energía suministrada por la red. Sin embargo, la información en tiempo real describiendo las emisiones de GEI asociadas a la electricidad suministrada al edificio no suele estar disponible. Las emisiones de carbono de la red son dinámicas y varían a nivel local, estacional y según la hora del día.

3. POSICIONAMIENTOS Y RECOMENDACIONES

3.1 Posicionamientos de ASHRAE

Los posicionamientos responsables de ASHRAE con respecto a la descarbonización de edificios es el siguiente:

- Eliminar las emisiones de GEI procedentes del entorno construido es fundamental para abordar el cambio climático.
- En el año 2030, el entorno global construido debe reducir a la mitad sus emisiones de GEI de 2015, para lo cual:
 - Todos los edificios nuevos deben producir cero emisiones netas de GEI en funcionamiento
 - Las mejoras generalizadas de eficiencia energética en activos existentes deben proseguir su marcha
 - El carbono incorporado en las nuevas construcciones deberá reducirse al menos un 40%
- En el año 2050 como fecha límite, todos los activos nuevos y existentes deberían producir cero emisiones netas de GEI a lo largo de su ciclo completo de vida.
- La descarbonización de edificios proporciona beneficios más allá de la reducción de GEI, incluyendo la reducción de la contaminación del aire interior y exterior, los ahorros energéticos, la mejora de la salud y bienestar de la comunidad, la mejora de la responsabilidad social y el incremento del valor del activo.
- Las emisiones operativas de GEI asociadas al consumo de energía pueden reducirse implantando medidas de eficiencia electrificación del edificio, mejorando el O&M, utilizando refrigerantes de bajo potencial de calentamiento global y minimizando el

volumen de refrigerante mientras se mantiene la eficiencia energética; mejorando la gestión de refrigerantes e incrementando el uso de las fuentes de energías renovables tanto dentro como fuera del emplazamiento, el almacenamiento de energía y la integración edificio-red eléctrica.

- El diseño y la operación de los edificios deben ser capaces de responder a las señales de carbono en tiempo real de la red eléctrica para reducir las emisiones de GEI.
- Aumentar el rigor y cumplimiento de los códigos de energía es crítico para la descarbonización.
- El análisis de ciclo completo de vida de los edificios (WBLCA), debe considerarse en códigos futuros para reducir las emisiones incorporadas y operativas de GEI asociadas a los edificios y a sus instalaciones de climatización.
- Los estándares de rendimiento de edificios (Building Performance Standards. BPS) deben considerarse como una herramienta para las políticas aplicadas a la descarbonización de edificios existentes.
- Las políticas de descarbonización deben considerar y mitigar los impactos en comunidades desfavorecidas y países subdesarrollados.
- Las estrategias y políticas de descarbonización de edificios deben considerar la disponibilidad de entornos saludables seguros y confortables, los impactos medioambientales y sociales, la sostenibilidad, la resiliencia y la economía.

3.2 Compromisos de ASHRAE

ASHRAE se compromete con lo siguiente:

- Desarrollar orientación técnica, estándares, formación y otras herramientas para apoyar los objetivos de las políticas de descarbonización de edificios.
- Apoyar la investigación y estudios de desarrollo y progreso de las tecnologías y prácticas que minimicen las emisiones de GEI de los edificios.
- Desarrollar políticas y recomendaciones basadas en la ciencia a nivel global relacionadas con el impacto medioambiental del sector de la edificación.
- Asumir un papel de liderazgo en la determinación y armonización de un conjunto de definiciones y terminología alineada para todos los edificios relacionados con los términos de carbono.
- Reforzar las secciones de descarbonización de los estándares de ASHRAE cada 3 a 5 años, compatibles con lograr un entorno construido completamente descarbonizado en el año 2050.
- Proporcionar recursos para apoyar el desarrollo, la implantación y el cumplimiento de estándares de rendimiento de edificios (BPS).
- Desarrollar y revisar directrices y estándares para reducir las emisiones de GEI de los edificios, manteniendo o mejorando la calidad ambiental interior, la sostenibilidad y la resiliencia de los edificios.
- Promocionar el análisis del ciclo completo de vida de los edificios (WBLCA).
- Colaborar con otras organizaciones para promocionar y hacer progresar la descarbonización global de edificios.
- Promover tecnologías y prácticas de climatización y refrigeración que minimicen el impacto medioambiental de los refrigerantes mejorando el rendimiento, la economía y la seguridad.

- Movilizar la base de miembros de ASHRAE en todo el mundo para fomentar estrategias firmes, equilibradas, e innovadoras de reducción del carbono e implicarse con las entidades de establecimiento de políticas.
- Apoyar los beneficios de la electrificación de los sistemas de calefacción mediante formación, divulgación de información e instrucción especializada.
- Educar y formar a los futuros profesionales de la descarbonización de edificios.

3.3 Recomendaciones de ASHRAE

Con el fin de apoyar la descarbonización global de edificios, ASHRAE recomienda el enfoque de las instituciones gubernamentales y no gubernamentales en las siguientes áreas:

3.3.1 Investigación y Desarrollo de Estándares y Directrices

- Promocionar estudios y desarrollo de programas para la investigación y adopción de estrategias de descarbonización de edificios que reduzcan las emisiones de GEI e incrementen la flexibilidad de la demanda de la red eléctrica sin comprometer la calidad y seguridad ambiental interior.
- Promocionar la investigación y desarrollo de la tecnología de las bombas de calor.
- Apoyar el desarrollo, actualización y adopción de estándares y directrices que faciliten la reducción de las emisiones de GEI de ciclo de vida en edificios nuevos y existentes.
- Fomentar la estandarización de mediciones y etiquetado de carbono incorporado en materiales de construcción, sistemas y equipos.

3.3.2 Mejora del Diseño y de las Aplicaciones de Equipos

- Equilibrar la seguridad, la eficiencia energética, los costes y el impacto medioambiental para lograr la descarbonización de edificios.
- Promover el diseño, desarrollo y aplicación de equipos y sistemas de climatización y refrigeración que minimicen las emisiones de GEI durante la vida de los equipos.
- Fomentar una mayor colaboración, así como el desarrollo de estándares y directrices en los sectores de la edificación, transporte y energía para mejorar la integración segura del edificio en la red, la comunicación de datos y la optimización del rendimiento energético (generación, consumo y almacenamiento).
- Desarrollar herramientas, equipos, metodología y prácticas para minimizar o prevenir las emisiones de GEI durante la instalación, funcionamiento, mantenimiento, renovación y desmantelamiento de edificios y sus sistemas.
- Desarrollar los datos y procedimientos necesarios para aplicar métodos de cálculo prácticos y repetibles con el fin de estimar el carbono incorporado en los equipos y sistemas mecánicos de climatización y refrigeración.

3.3.3 Desarrollo del Personal

- Trabajar en colaboración con la industria para incrementar la capacidad y oportunidades para un personal más especializado en apoyo a la descarbonización de edificios.
- Apoyar la generación y aplicación de fondos a la formación y el desarrollo de profesionales en la descarbonización de edificios.

4. REFERENCES

- ASHRAE. n.d. Proposed ASHRAE Standard 227P, *Passive building design standard*. Forthcoming. Peachtree Corners, GA: ASHRAE.
- ASHRAE. n.d. Proposed ASHRAE Standard 228P, *Standard method of evaluating zero net energy and zero net carbon building performance*. Forthcoming. Peachtree Corners, GA: ASHRAE.
- ASHRAE. n.d. Proposed ASHRAE Standard 240P, *Evaluating greenhouse gas (GHG) and carbon emissions in building design, construction and operation*. Forthcoming. Peachtree Corners, GA: ASHRAE.
- ASHRAE. 2018a. ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.2-2018, *Energy-efficient design of low-rise residential buildings*. Peachtree Corners, GA: ASHRAE.
- ASHRAE. 2018b. ANSI/ASHRAE/IES Standard 100-2018, *Energy efficiency in existing buildings*. Peachtree Corners, GA: ASHRAE.
- ASHRAE. 2019a. ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2019, *Energy standard for buildings except low-rise residential buildings*. Peachtree Corners, GA: ASHRAE.
- ASHRAE. 2019b. ANSI/ASHRAE Standard 34-2019, *Designation and safety classification of refrigerants*. Peachtree Corners, GA: ASHRAE.
- ASHRAE. 2019c. ANSI/ASHRAE Standard 90.4-2019, *Energy standard for data centers*. Peachtree Corners, GA: ASHRAE.
- ASHRAE. 2019d. ANSI/ASHRAE Standard 147-2019, *Reducing the release of halogenated refrigerants from refrigerating and air-conditioning equipment and systems*. Peachtree Corners, GA: ASHRAE.
- ASHRAE. 2019e. *ASHRAE position document on energy efficiency in buildings*. Peachtree Corners, GA: ASHRAE. www.ashrae.org/file%20library/about/position%20documents/pd_energyefficiencyinbuildings_2020.pdf.
- ASHRAE. 2020a. ANSI/ASHRAE/ICC/USGBC/IES Standard 189.1-2020, *Standard for the design of high-performance green buildings*. Peachtree Corners, GA: ASHRAE.
- ASHRAE. 2020b. *ASHRAE position document on refrigerants and their responsible use*. Peachtree Corners, GA: ASHRAE. www.ashrae.org/file%20library/about/position%20documents/pd_refrigerants-and-their-responsible-use-pd-6.29.2020.pdf.
- ASHRAE. 2020c. *Smart grid application guide: Integrating facilities with the electric grid*. Peachtree Corners, GA: ASHRAE.
- ASHRAE. 2021a. ANSI/ASHRAE/ASHE Standard 189.3-2021, *Design, construction, and operation of sustainable high-performance health care facilities*. Peachtree Corners, GA: ASHRAE.
- ASHRAE. 2021b. ANSI/ASHRAE Standard 105-2021, *Standard methods of determining, expressing, and comparing building energy performance and greenhouse gas emissions*. Peachtree Corners, GA: ASHRAE.
- ASHRAE. 2021c. Chapter 36, Climate change. In *ASHRAE Handbook—Fundamentals*. Peachtree Corners, GA: ASHRAE.
- ASHRAE. 2021d. *Using building performance standards to address carbon emissions*. A product of the ASHRAE Task Force for Building Decarbonization. Peachtree Corners, GA: ASHRAE. www.ashrae.org/file%20library/about/building-performance-standards-overview-2021-9-16---staff-review.pdf.

- CEN. 2011. EN 15978:2011, *Sustainability of construction works. Assessment of environmental performance of buildings. Calculation method*. Brussels: European Committee For Standardization (CEN).
- EPA. 2021. *Understanding and choosing metrics for building performance standards and zero-carbon recognition*. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency. www.energystar.gov/sites/default/files/asset/document/BPS-White_paper_v14May2021.pdf.
- ICC. 2021. *International Green Construction Code®*. Washington, DC: International Code Council.
- IEA. 2021a. *Net zero by 2050: A roadmap for the global energy sector*. Paris: International Energy Agency. https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroBy2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf.
- IEA. 2021b. *Tracking buildings 2021*. Paris: International Energy Agency. www.iea.org/reports/tracking-buildings-2021.
- IEA. 2021c. *World energy outlook 2021*. Paris: International Energy Agency. www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021.
- IPCC. 2021. *Climate change 2021: The physical science basis*. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change. www.ipcc.ch/2021/08/09/ar6-wg1-20210809-pr/.
- NBI. 2022. Figure 1 adapted from EN 15978. *Lifecycle GHG impacts in building codes*. Portland, OR: New Buildings Institute. https://gettingtozeroforum.org/wp-content/uploads/sites/2/2022/01/NBI_Lifecycle-GHG-Impacts-in-Codes_Jan2022.pdf.
- UNEP. 2021. *2021 Global status report for buildings and construction: Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector*. Nairobi: United Nations Environment Programme. https://globalabc.org/sites/default/files/2021-10/GABC_Buildings-GSR-2021_BOOK.pdf.
- WorldGBC. 2021. *Advancing net zero whole life carbon: Offsetting residual emissions from the building and construction sector*. London: World Green Building Council. https://www.worldgbc.org/sites/default/files/WorldGBC%20Advancing%20Net%20Zero%20Whole%20Life%20Carbon_PUBLICATION.pdf.