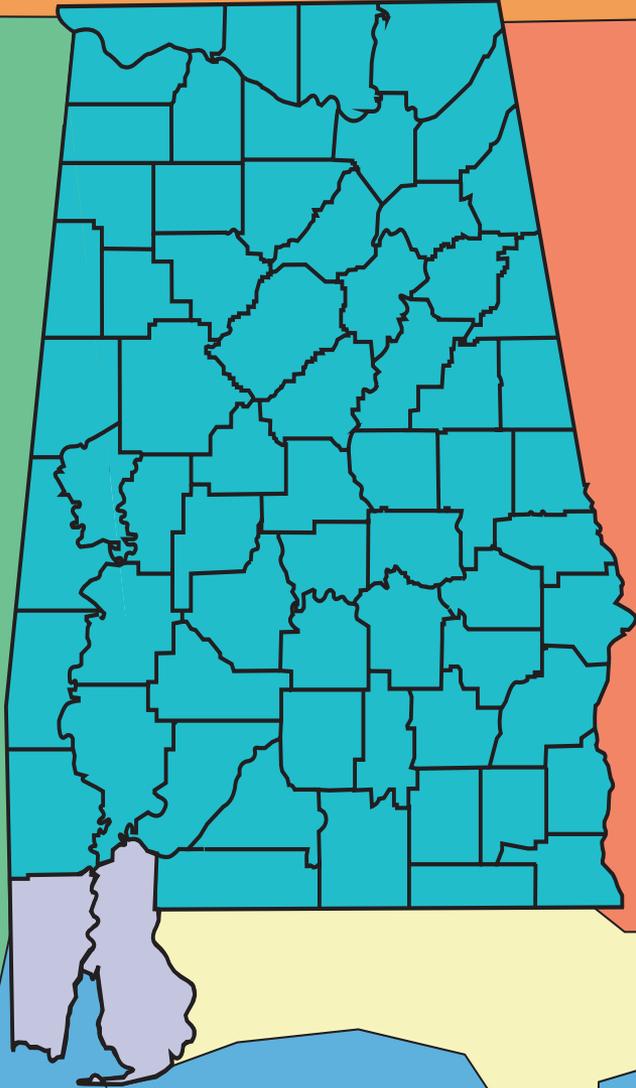


Código de energía comercial de Alabama

# GUÍA DE CAMPO



ASHRAE 90.1-2013 + IECC-2015

La información, los datos o el trabajo incluidos en el presente fue financiado en parte por la Oficina de Eficiencia Energética y Energía Renovable (EERE), el Departamento de Energía de los EE. UU., conforme al número de adjudicación DE-EE0006978, administrada por la División de Energía del Departamento de Economía y Asuntos Comunitarios de Alabama.

Esta publicación fue elaborada por Instituto Southface. Se puede descargar, imprimir y distribuir gratuitamente. No se puede vender ni reutilizar esta publicación para ningún uso comercial (por ejemplo, como recurso en capacitaciones pagas o para inclusión en una publicación para la venta) sin el consentimiento expreso por escrito del Instituto Southface (correo electrónico: [courses@southface.org](mailto:courses@southface.org)).

**Código de energía  
comercial de Alabama**

**GUÍA DE  
CAMPO**

---

ASHRAE 90.1-2013  
e IECC-2015

## Cómo utilizar la Guía de campo

Esta guía tiene por objeto ayudar a explicar la parte comercial del código de energía y no incluye necesariamente todos los aspectos y detalles. Esta guía está organizada por componente de construcción e intenta recopilar toda la información relevante y las prácticas clave relacionadas con cada componente. Cada entrada enfatiza los requisitos de ASHRAE 90.1-2013 e incluye (cuando corresponda) referencias a las Disposiciones comerciales de IECC 2015. Los gráficos y las ilustraciones se proporcionan únicamente como ejemplos.

## ¿Necesita ayuda?

Recursos en línea adicionales:

[www.southface.org/education/our-courses/georgia-energy-code-support-documents](http://www.southface.org/education/our-courses/georgia-energy-code-support-documents)

Línea de ayuda del Código de energía del Instituto Southface:  
energycodes@southface.org  
404-604-3598

## Reconocimientos

Autores principales:

Mike Barcik, director técnico sénior de Southface  
Bourke Reeve, gerente de proyectos, Three Points Planning

Diseño gráfico e ilustración:

Greg Brough, P.E., director técnico sénior de Southface  
Kat Schaich, asistente editorial

Editor: Mike L. Ford, gerente de proyectos sénior de Southface

Descargo de responsabilidad: La información, los datos o el trabajo incluidos en el presente fueron financiados en parte por una agencia del Gobierno de los Estados Unidos. Ni el gobierno de los Estados Unidos, ni ninguna agencia de este, como ninguno de sus empleados, otorga ninguna garantía, expresa o implícita, ni asume ninguna responsabilidad legal por la exactitud, integridad o utilidad de cualquier información, aparato, producto o proceso publicado, o declara que su uso no infringiría los derechos de propiedad privada. La referencia en este documento a cualquier producto, proceso o servicio comercial específico por nombre comercial, marca comercial, fabricante o de otro modo, no constituye necesariamente ni implica su respaldo, recomendación o favoritismo por parte del Gobierno de los Estados Unidos o cualquier agencia de este. Los puntos de vista y las opiniones de los autores expresados en este documento no expresan ni reflejan necesariamente los del Gobierno de los Estados Unidos o cualquier agencia de este.

---

## Índice

---

Introducción.....	1
Techo, aislamiento completamente por encima de la cubierta.....	5
Techo, edificio de metal.....	6
Techo, ático y otros.....	7
Paredes, por encima del nivel del suelo: masa.....	8
Paredes, por encima del nivel del suelo: edificio de metal.....	9
Paredes, por encima del nivel del suelo: marco de acero.....	10
Paredes, por encima del nivel del suelo: marco de madera.....	11
Paredes, por debajo del nivel del suelo.....	12
Pisos, masa.....	13
Pisos, viga de acero.....	14
Pisos, marco de madera.....	15
Pisos, losa sobre nivel: suelos radiantes.....	16
Pisos, losa sobre nivel: suelos no radiantes.....	17
Tabla 5.5, Requisitos de envoltura del edificio de las CZ 2–3.....	18
Puertas opacas, giratorias.....	21
Puertas opacas, no giratorias.....	22
Cristales verticales, 0 %–40 % del área de la pared.....	23
Claraboyas, factor U y SHGC.....	27
Claraboyas, área de ventanaje mínima y máxima.....	28
Ventanaje etiquetado.....	29
Productos de ventanaje no etiquetados.....	30
Aislamiento en el ático.....	31
Deflectores de ventilación en el ático.....	32
Aislamiento, contacto sustancial.....	33
Espesor del aislamiento.....	34
Techos suspendidos.....	35
Protección del aislamiento exterior.....	36
Sellado de aire.....	37
Certificación de las fugas de aire del ventanaje.....	38
Etiquetas de los componentes y documentación de respaldo.....	39
Vestíbulos.....	40
Alcance de la opción de enfoque simplificado para sistemas HVAC.....	41
1. Zona única.....	42
2. Equipo de flujo variable.....	43
3. Equipo de refrigeración.....	44
4. Economizadores.....	45
5. Equipo de calefacción.....	46
6. Recuperación de energía del aire de salida.....	47
7. Controles del termostato.....	48
8. Calor suplementario.....	49
9. Recalentamiento.....	50
10. Control del reloj.....	51
11. Aislamiento de la tubería.....	52
12. Aislamiento de conductos.....	53
13. Informe de equilibrio de aire.....	54
14. Compuertas automáticas.....	55
15. Termostatos bloqueados.....	56
16. Controles de arranque óptimos.....	57

17. Ventilación controlada por la demanda .....	58
18. Interruptores de las puertas.....	59
Calentamiento de agua de servicio .....	60
Conductores de alimentación y derivación .....	61
Control automático del receptáculo .....	62
Monitoreo eléctrico de energía.....	63
Cálculo de la potencia de iluminación .....	64
Vatio de la iluminación interior y exterior instalada .....	66
Cumplimiento del vatio de iluminación.....	68
Señales de salida.....	69
Controles de iluminación interior.....	70
A. Control local .....	71
B. ENCENDIDO manual restringido .....	72
C. ENCENDIDO manual parcial restringido .....	73
D. Control de iluminación de dos niveles .....	74
E–F. Controles automáticos sensibles a la luz del día para la iluminación lateral y superior .....	75
G–H. APAGADO automático: APAGADO parcial y APAGADO total.....	76
I. Cierre programado .....	77
Controles de los cuartos de huéspedes del hotel .....	78
Controles de iluminación para propósitos especiales .....	79
Balastos .....	80
Controles de iluminación exterior .....	81
Energía de iluminación exterior .....	82
Cumplimiento del vatio de iluminación.....	84
Esquema de iluminación: accesorios exteriores .....	85
Reclamos de exención: accesorios exteriores.....	86
Prueba funcional .....	87
Prueba funcional (continuación).....	88
Resumen de la iluminación de IECC 2015 .....	89
Resumen de la iluminación exterior de IECC 2015 .....	90
Resumen de la iluminación interior de IECC 2015 .....	91

---

## Introducción

---

El Código de energía comercial de Alabama de IECC 2015/ASHRAE 90.1-2013 fue adoptado el 1 de enero de 2016:

### 305-2-4-.08

### Código de energía comercial

- (1) Se aplicará y hará cumplir el Código Internacional de Conservación de Energía 2015, o la Norma 90.1-2013 de ANSI/ASHRAE/IES para los edificios comerciales.
- (2) A efectos de aplicación, el presente código entrará en vigor el 1 de enero de 2016.

Esta Guía de campo del Código de energía comercial está principalmente destinada a ser utilizada por los funcionarios encargados de los códigos al inspeccionar proyectos de construcción comercial para verificar el cumplimiento de la Norma 90.1-2013 de ASHRAE. Esto incluye edificios nuevos y sus sistemas, nuevas partes de edificios y sus sistemas, o nuevos sistemas y equipos en edificios existentes.

Esta guía de campo ilustra los requisitos clave de inspección del código de energía que se basan en los certificados de cumplimiento de COMcheck del departamento de energía para la envoltura, la iluminación interior/exterior y el calentamiento de agua de servicio, sumado a los requisitos (A-R) de ASHRAE 90.1-2013 conforme al enfoque de cumplimiento simplificado para sistemas mecánicos. Cada requisito de inspección tiene detalles específicos, referencias a los códigos y gráficos para ayudar a los funcionarios encargados de los códigos.

En Alabama, existe una opción de cumplimiento alternativa: Código Internacional de Conservación de Energía 2015 (IECC-2015). Cuando corresponda, esta guía de campo incluye referencias que indican diferencias importantes entre la norma ASHRAE 90.1 y el IECC; sin embargo, como se ha señalado, la mayor parte de esta guía está relacionada con la norma ASHRAE 90.1-2013. Para obtener más información o realizar una capacitación sobre las disposiciones comerciales de IECC, visite [www.southface.org/education/our-courses/georgia-energy-code-support-documents](http://www.southface.org/education/our-courses/georgia-energy-code-support-documents) o envíe un correo electrónico a [energycodes@southface.org](mailto:energycodes@southface.org).

### Opciones de cumplimiento

El cumplimiento del código de energía se puede demostrar mediante el enfoque normativo, de compensación o de simulación de energía (p. ej., presupuesto de costos de energía). Aproximadamente el 85 % de todos los edificios comerciales pueden utilizar el enfoque normativo o de compensación simple. Aunque COMcheck se usa normalmente para demostrar el enfoque de compensación simple, también se puede usar para documentar un proyecto que sigue el enfoque normativo. El resultado final es una lista de verificación específica del proyecto que los funcionarios encargados de los códigos pueden controlar fácilmente. **Por esta razón, se recomienda encarecidamente a todas las jurisdicciones que exijan el uso de COMcheck como parte del proceso para obtener permisos.**

**Nota:** Si se utiliza un enfoque de compensación o de rendimiento para demostrar el cumplimiento de la envoltura, es posible que el edificio NO

cumpla con los valores del código normativo que se enumeran en esta guía de campo y que aún así se considere que cumple con el código (y que, por lo tanto, debe marcarse como que cumple para el elemento de la lista de verificación) sobre la base de que algún otro aspecto del edificio excede el requisito del código. Esta compensación será validada a través del certificado de cumplimiento de COMcheck.

**Excepción:** un edificio que ha sido designado de manera específica como históricamente significativo por la autoridad de adopción o que está inscrito en el registro nacional de lugares históricos o que se determinó que es elegible para ser incluido en la lista por el secretario del interior de los Estados Unidos que no necesita cumplir con los requisitos de ASHRAE 90.1-2013.

**Zonas climáticas de Alabama por condado**

Muchos de los requisitos del código de energía dependen de la zona climática (CZ) en la que se encuentra el edificio. En la siguiente tabla, el dígito indica la zona de cada condado. La mayoría de los condados de Alabama están en CZ 3A, y los condados de Mobile y Baldwin en CZ 2A. La letra indica el régimen de humedad de una zona; todo el estado de Alabama

**Zona climática 3**

Bibb Blount Calhoun Salas Cherokee Chilton Clay Cleburne Colbert Coosa Cullman	DeKalb Etowah Fayette Franklin Greene Hale Jackson Jefferson Lamar Lauderdale Lawrence	Lee Limestone Madison Marion Marshall Morgan Pickens Randolph Shelby St. Clair Sumter	Talladega Tallapoosa Tuscaloosa Walker Winston
--	--	---	--

**Zona climática 3\* (húmeda)**

Autauga Barbour Bullock Butler Choctaw Clarke Coffee Conecuh	Covington Crenshaw Dale Dallas Elmore Escambia Geneva Henry	Houston Lowndes Macon Marengo Monroe Montgomery Perry Pike	Russell Washington Wilcox
---	--	---	---------------------------------

**Zona climática 2 (húmeda)**

Baldwin	Mobile
---------	--------

está designado como Régimen A (húmedo); ninguna zona está incluida en B (seco) o C (marino). Además, el asterisco (\*) indica que un condado está designado como un lugar cálido y húmedo.

### **Clasificaciones de espacios**

Se supondrá que los espacios serán espacios acondicionados y que cumplirán con los requisitos del espacio acondicionado en el momento de la construcción, independientemente de si el equipo mecánico o eléctrico está incluido en la solicitud de permiso del edificio o instalado en ese momento. (En las CZ 3-8, un espacio se puede designar como semicalefaccionado o no acondicionado solo si fue aprobado por el funcionario del edificio).

**Espacio acondicionado:** un espacio refrigerado, un espacio calefaccionado o un espacio acondicionado indirectamente, cada uno de los cuales se define de la siguiente manera:

**Espacio refrigerado:** un espacio cerrado dentro de un edificio que es enfriado por un sistema de refrigeración cuya capacidad de salida excede los 5 Btu/h-pies<sup>2</sup> del área del piso.

**Espacio calefaccionado:** un espacio cerrado dentro de un edificio que es calentado por un sistema de calefacción cuya capacidad de salida relativa al área del piso es mayor o igual a 5 Btu/h-pies<sup>2</sup> del área del piso en CZ2 y 10 Btu/h-pies<sup>2</sup> del área del piso en CZ3

**Espacio acondicionado indirectamente:** un espacio cerrado dentro de un edificio que se calienta o enfría indirectamente al estar conectado a un espacio adyacente, siempre que:

a. El producto del factor U y la superficie del espacio adyacente a los espacios conectados supere la suma combinada del producto del factor U y la superficie del espacio adyacente a los espacios al aire libre, los espacios no acondicionados y los espacios semicalefaccionados (por ejemplo, los pasillos).

o

b. El aire de los espacios calentados o enfriados se transfiere intencionalmente (natural o mecánicamente) al espacio a una velocidad superior a 3 ACH (por ejemplo, los atrios).

### **Categorías de espacios acondicionados**

Los requisitos de la envoltura exterior de un edificio comercial independiente se especifican para cada una de las tres categorías de espacio acondicionado, definidas de la siguiente manera:

**No residencial:** todas las ocupaciones que no sean residenciales.

**Residencial:** espacios en edificios utilizados principalmente para vivir y dormir. Los espacios residenciales incluyen, pero no se limitan a, unidades de vivienda, habitaciones de hotel/motel, dormitorios, residencias de ancianos, habitaciones de pacientes en hospitales, casas de alojamiento, casas de fraternidad/hermandad, hostales, prisiones y estaciones de bomberos.

**Semicalefaccionado:** un espacio cerrado dentro de un edificio que es calentado por un sistema de calefacción cuya capacidad de salida es menor o igual a 3.4 Btu/h-pies<sup>2</sup> del área del piso pero no es un espacio acondicionado. El sistema de calefacción no debe exceder los 5 Btu/h-pies<sup>2</sup> para CZ2, 10 Btu/h-pies<sup>2</sup> para CZ3; de lo contrario, el espacio se calienta lo suficiente como para ser considerado acondicionado.

## **Inspecciones**

De acuerdo con la norma ASHRAE 90.1-2013 (Sección 4.2.4), todas las construcciones, adiciones o alteraciones de edificios sujetas a las disposiciones de esta norma estarán sujetas a inspección por parte del funcionario de la construcción, y todos estos trabajos deberán permanecer accesibles y expuestos a efectos de la inspección hasta que sean aprobados de acuerdo con los procedimientos especificados por el funcionario de la construcción. Los artículos para la inspección incluyen por lo menos lo siguiente:

- a. aislamiento de la pared después de que el aislamiento esté en su lugar pero antes de la ocultación
- b. aislamiento del techo después de que el techo/aislamiento esté en su lugar pero antes de la ocultación
- c. pared de la losa/cimiento después de que el aislamiento de la losa/cimiento esté en su lugar pero antes de la ocultación
- d. ventanaje después de que todos los cristales estén en su lugar
- e. sistemas y equipos mecánicos y aislamiento después de la instalación pero antes de la ocultación
- f. equipos y sistemas eléctricos después de la instalación pero antes de la ocultación

## Techo, aislamiento completamente por encima de la cubierta

### Requisitos de inspección

Verifique que el valor R del aislamiento continuo (c.i.) sobre la cubierta del techo cumpla o exceda el valor requerido por la zona climática. El certificado de cumplimiento de COMcheck (si corresponde) debe coincidir con los niveles del aislamiento instalado.

### Detalles

El aislamiento rígido continuo instalado sobre la cubierta del techo es una aplicación más efectiva del aislamiento del techo que el aislamiento del ático, ya que provee una resistencia térmica ininterrumpida a la energía radiante del sol y reduce la transferencia de calor al espacio acondicionado.

Asegúrese de que se cumpla el valor R mínimo y uniforme, incluso en el punto más bajo del techo, ya que el espesor del aislamiento a veces se ve comprometido para proporcionar drenaje al techo. (Preste atención a las áreas adyacentes a los drenajes e imbornales). Las superficies del techo deben ser reflectantes\* o un R-33 incrementado (máx. U-0.030) debe alcanzarse para no residenciales (R-34, máx. U-0.029 para residencial).

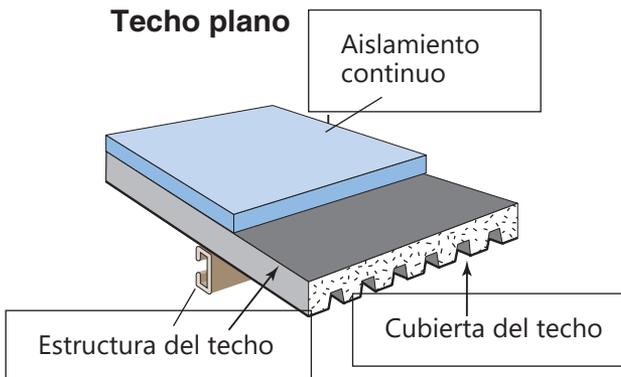
- ☑ Los valores R de IECC 2015 para el aislamiento continuo totalmente por encima de la cubierta del techo son equivalentes a ASHRAE 90.1-2013.
- ☑ Para cumplir con el código normativo, se puede satisfacer el valor R normativo (p. ej. aislamiento continuo R-25) o cualquier ensamblaje con un factor U que no exceda el umbral de la tabla estará en cumplimiento. Consulte los valores del código normativo en las páginas 18-20 para obtener más detalles.

\* Reflectancia solar mínima de 3 años de 0.55 y emitancia térmica de 0.75 o SRI > 0 = 64. Se aplican algunas excepciones.

**Valores normativos** (Para conocer el factor U del ensamblaje y otros requisitos, consulte la Tabla 5.5 en las páginas 18-20).

Zona climática	No residencial	Residencial	Semicalefaccionado
2	R-25.0 c.i.	R-25.0 c.i.	R-5.0 c.i.
3	R-25.0 c.i.	R-25.0 c.i.	R-7.6 c.i.

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 5.5.1



## Techo, edificio de metal

### Requisitos de inspección

Verifique que el valor R del aislamiento del edificio de metal cumpla o exceda el nivel requerido y que se instalen los bloques térmicos. Verifique que los niveles instalados coincidan con el valor del certificado de cumplimiento de COMcheck (si corresponde).

### Detalles

El código exige que el aislamiento se cubra perpendicularmente a las correas del techo con bloques térmicos (A2.3.2.1). Se describen mejor como «tiras» que como «bloques»; este material de aislamiento rígido R-3 mínimo recorre la longitud de cada correa/vigueta y actúa como una rotura térmica para reducir la transferencia de energía conductiva hacia y desde el techo.

Los valores normativos que se indican a continuación contienen notas a pie de página adicionales relacionadas con los sistemas de aislamiento metálico de edificios. En este contexto, *fc* significa «cavidad llena» y *ls* significa «sistema de recubrimiento». El primer valor R indicado se refiere al recorrido del aislamiento perpendicular y cubierto sobre la correa. El segundo valor R indicado se refiere al aislamiento sin revestimiento instalado sobre la primera capa y paralelo a la correa. Se producirá algo de compresión. La superficie del techo debe ser reflectante\* o el edificio de metal debe tener R-35 (máximo U-0.028).

- ☑ *El IECC 2015 requiere R-19 + 11 ls para los techos de los edificios de metal en las CZ 2-3.*
- ☑ *Para cumplir con el código normativo, se puede satisfacer el valor R normativo o cualquier ensamblaje con un factor U que no exceda el umbral de la tabla estará en cumplimiento. Consulte los valores del código normativo en las páginas 18-20 para obtener más detalles.*

\* *Reflectancia solar mínima de 3 años de 0.55 y emitancia térmica de 0.75 o SRI > 0 = 64. Se aplican algunas excepciones.*

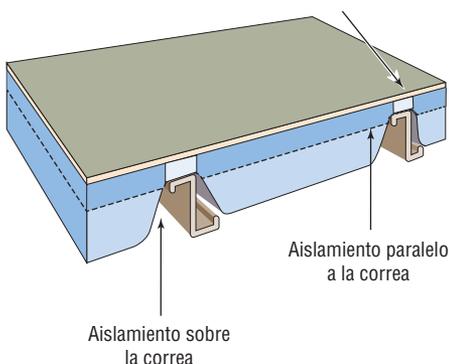
**Valores normativos** (Para conocer el factor U del ensamblaje y otros requisitos, consulte la Tabla 5.5 en las páginas 18-20).

Zona climática	No residencial	Residencial	Semicalefaccionado
2	R-10.0 + R-19.0 fc	R-10.0 + R-19.0 fc	R-16.0
3	R-10.0 + R-19.0 fc	R-10.0 + R-19.0 fc	R-16.0

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 5.5.1

### Construcción de metal

Bloques térmicos, mínimo R-3



## Techo, ático y otros

### Requisitos de inspección

Verifique que el valor R del aislamiento cumpla o exceda los valores requeridos por la zona climática. Verifique que el valor de aislamiento instalado coincida con el certificado de cumplimiento de COMcheck (si corresponde).

### Detalles

Cualquier aislamiento del techo que no esté completamente por encima de la cubierta o una parte del techo del edificio de metal entra dentro de esta categoría.

El aislamiento soplado o de relleno suelto debe aplicarse a una profundidad o espesor uniforme y debe extenderse a todo el límite térmico, en este caso sobre la placa superior hasta la cara más externa de cada pared exterior.

Las reglas instaladas cada 300 pies cuadrados son una buena manera de verificar la profundidad del ático de relleno suelto o soplado.

- ☑ *El IECC 2015 requiere R-38 para el aislamiento del ático en las CZ 2-3.*
- ☑ *Para cumplir con el código normativo, se puede satisfacer el valor R normativo o cualquier ensamblaje con un factor U que no exceda el umbral de la tabla estará en cumplimiento. Consulte los valores del código normativo en las páginas 18-20 para obtener más detalles.*

**Valores normativos** (Para conocer el factor U del ensamblaje y otros requisitos, consulte la Tabla 5.5 en las páginas 18-20).

Zona climática	No residencial	Residencial	Semicalefaccionado
2	R-38.0	R-38.0	R-19.0
3	R-38.0	R-38.0	R-19.0

Referencia del Código

ASHRAE 90.1-2013: Sección 5.5.1



La regla muestra la profundidad del aislamiento soplado instalado. El aislamiento de fibra de vidrio soplado típico tiene un valor R de alrededor de R-3 por pulgada; de 12 a 14 pulgadas de aislamiento soplado es típico para lograr R-38.

## Paredes, por encima del nivel del suelo: masa

### Requisitos de inspección

Verifique que el valor R del aislamiento continuo (c.i.) en muros de masa cumpla o exceda los valores requeridos por la zona climática. Verifique que el valor de aislamiento instalado coincida con el certificado de cumplimiento de COMcheck (si corresponde).

### Detalles

Los muros de masa son paredes gruesas y pesadas; los materiales típicos son el hormigón, el CMU o el ladrillo macizo de múltiples capas.

- ☑ *Los valores R de IECC 2015 para el aislamiento de los muro de masa sobre el nivel del suelo son equivalentes a ASHRAE 90.1-2013.*
- ☑ *Para cumplir con el código normativo, se puede satisfacer el valor R normativo o cualquier ensamblaje con un factor U que no exceda el umbral de la tabla estará en cumplimiento. Consulte los valores del código normativo en las páginas 18-20 para obtener más detalles.*

**Valores normativos** (Para conocer el factor U del ensamblaje y otros requisitos, consulte la Tabla 5.5 en las páginas 18-20).

Zona climática	No residencial	Residencial	Semicalefaccionado
2	R-5.7 c.i. <sup>b</sup>	R-7.6 c.i.	N/A
3	R-7.6 c.i.	R-9.5 c.i.	N/A

<sup>b</sup> En el caso de aislamientos sobre el nivel del suelo, se permite una excepción para los muros de masa que utilicen tipos de montaje de construcción aprobados. Para más detalles, consulte ASHRAE 90.1-2013, sección 5.5.3.2.

### Referencia del Código

ASHRAE 90.1-2013: Sección 5.5.3.2



Instalación de un revestimiento impermeable instalado bajo un aislamiento continuo en una pared de hormigón.

## Paredes, por encima del nivel del suelo: edificio de metal

### Requisitos de inspección

Verifique que el valor R del aislamiento continuo (c.i.) en edificios de metal cumpla o exceda los valores requeridos por la zona climática. Verifique que el valor de aislamiento instalado coincida con el certificado de cumplimiento de COMcheck (si corresponde).

### Detalles

El aislamiento es perpendicular a las correas. Se permite la compresión en las correas.

- ☑ *El IECC 2015 requiere un R-13 + 6.5 c.i. mínimo para las paredes del edificio de metal en las CZ 2-3. Consulte la Tabla C402.1.3 del IECC para obtener detalles.*
- ☑ *Para cumplir con el código normativo, se puede satisfacer el valor R normativo o cualquier ensamblaje con un factor U que no exceda el umbral de la tabla estará en cumplimiento. Consulte los valores del código normativo en las páginas 18-20 para obtener más detalles.*

**Valores normativos** (Para conocer el factor U del ensamblaje y otros requisitos, consulte la Tabla 5.5 en las páginas 18-20).

Zona climática	No residencial	Residencial	Semicalefaccionado
2	R-9.8 c.i.	R- 9.8 c.i.	R-13.0
3	R-9.8 c.i.	R-13.0 c.i.	R-13.0

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 5.5.3.2



## Paredes, por encima del nivel del suelo: marco de acero

### Requisitos de inspección

Verifique que el valor R del aislamiento continuo (c.i.) en paredes con marco de acero cumpla o exceda los valores requeridos por la zona climática.

Verifique que el valor de aislamiento instalado coincida con el certificado de cumplimiento de COMcheck (si corresponde).

### Detalles

El metal conduce fácilmente la energía; el aislamiento continuo (c.i.) a través de la cara de una pared metálica (idealmente en el exterior) minimiza el efecto de puente térmico. Por lo tanto, el código a menudo requiere tanto aislamiento de la cavidad como aislamiento continuo. Verifique que el aislamiento de la cavidad esté en contacto permanente y continuo con el revestimiento exterior, sin huecos ni espacios vacíos.

- ☑ *En algunas instancias, el IECC 2015 requiere niveles ligeramente superiores de aislamiento continuo para paredes con marco de metal de edificios comerciales en las CZ 2–3. Consulte la Tabla C402.1.3 del IECC para ver los valores R de aislamiento (página 20).*
- ☑ *Para cumplir con el código normativo, se puede satisfacer el valor R normativo o cualquier ensamblaje con un factor U que no exceda el umbral de la tabla estará en cumplimiento. Consulte los valores del código normativo en las páginas 18-20 para obtener más detalles.*

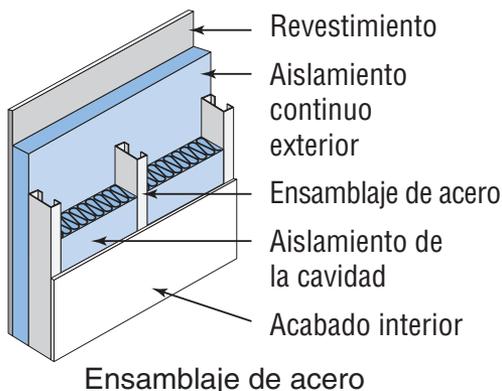
**Valores normativos** (Para conocer el factor U del ensamblaje y otros requisitos, consulte la Tabla 5.5 en las páginas 18-20).

Zona climática	No residencial	Residencial	Semicalefaccionado
2	R-13.0 + R-3.8 c.i.	R-13.0 + R7.5 c.i.	R-13.0
3	R-13.0 + R-5 c.i.	R-13.0 + R7.5 c.i.	R-13.0

Nota: Dos valores indican cavidad + aislamiento continuo.

### Referencia del Código

ASHRAE 90.1-2013: Sección 5.5.3.2



## Paredes, por encima del nivel del suelo: marco de madera

### Requisitos de inspección

Verifique que el valor R del aislamiento sobre las paredes con marco de madera cumpla o exceda los valores requeridos por la zona climática. Verifique que el valor de aislamiento instalado coincida con el certificado de cumplimiento de COMcheck (si corresponde).

### Detalles

Verifique que el aislamiento de la cavidad esté en contacto permanente y continuo con el revestimiento exterior, sin huecos ni espacios vacíos.

- ☑ *El IECC 2015 requiere R-13 + 3.8 c.i. o R-20 para paredes con marco de madera por encima del nivel del suelo en las CZ 2-3.*
- ☑ *Para cumplir con el código normativo, se puede satisfacer el valor R normativo o cualquier ensamblaje con un factor U que no exceda el umbral de la tabla estará en cumplimiento. Consulte los valores del código normativo en las páginas 18-20 para obtener más detalles.*

**Valores normativos** (Para conocer el factor U del ensamblaje y otros requisitos, consulte la Tabla 5.5 en las páginas 18-20).

Zona climática	No residencial	Residencial	Semicalefaccionado
2	R-13.0	R-13.0	R-13.0
3	R-13.0	R-13.0 + R-3.8 o R-20	R-13.0

Nota: Dos valores indican cavidad + aislamiento continuo.

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 5.5.3.2



**Instalación inaceptable:** El valor R del aislamiento se reduce por los huecos, los espacios vacíos, la compresión, la humedad y la falta de contacto con la barrera de aire en todos los lados.

## Paredes, por debajo del nivel del suelo

### Requisitos de inspección

Verifique que el valor R del aislamiento en paredes por debajo del nivel del suelo cumpla o exceda los valores requeridos por la zona climática. Verifique que el valor de aislamiento instalado coincida con el certificado de cumplimiento de COMcheck (si corresponde).

### Detalles

En Alabama, no se requiere aislamiento en las paredes debajo del nivel del suelo (sótanos).

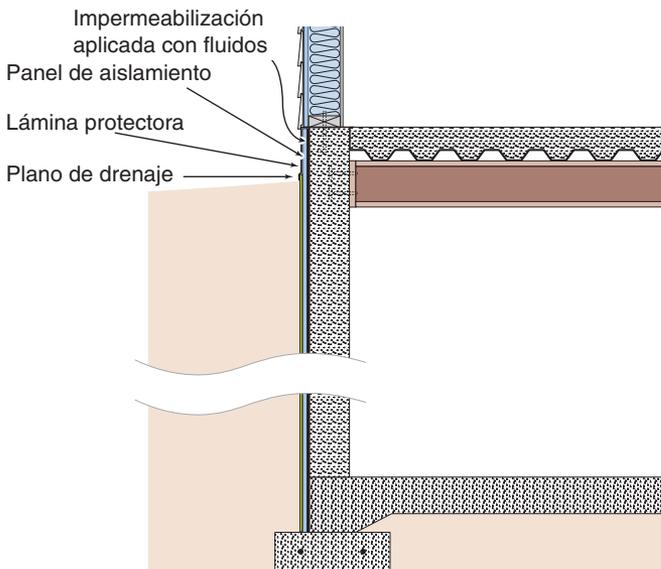
- El IECC 2015 tampoco requiere aislamiento en las paredes por debajo del nivel del suelo.*

**Valores normativos** (Para conocer el factor U del ensamblaje y otros requisitos, consulte la Tabla 5.5 en las páginas 18-20).

Zona climática	No residencial	Residencial	Semicalefaccionado
2	N/A	N/A	N/A
3	N/A	N/A	N/A

Referencia del Código

ASHRAE 90.1-2013: Sección 5.5.3.3



## Pisos, masa

### Requisitos de inspección

Verifique que el valor R del aislamiento continuo (c.i.) en los pisos de masa cumpla o exceda los valores requeridos por la zona climática. Verifique que el valor de aislamiento instalado coincida con el certificado de cumplimiento de COMcheck (si corresponde).

### Detalles

El aislamiento instalado en los pisos de masa debe cubrir completamente la estructura, sin huecos ni espacios vacíos visibles. El aislamiento del suelo de masa a menudo es requerido para las losas elevadas sobre cubiertas de estacionamiento en edificios comerciales.

- ☑ *Los valores R del IECC 2015 para el aislamiento del suelo de masa son equivalentes a ASHRAE 90.1-2013 para las CZ 2-3.*
- ☑ *Para cumplir con el código normativo, se puede satisfacer el valor R normativo o cualquier ensamblaje con un factor U que no exceda el umbral de la tabla estará en cumplimiento. Consulte los valores del código normativo en las páginas 18-20 para obtener más detalles.*

**Valores normativos** (Para conocer el factor U del ensamblaje y otros requisitos, consulte la Tabla 5.5 en las páginas 18-20).

Zona climática	No residencial	Residencial	Semicalefaccionado
2	R-6.3 c.i.	R-8.3 c.i.	N/A
3	R-10.0 c.i.	R-10.0 c.i.	R-4.2 c.i.

Referencia del Código

ASHRAE 90.1-2013: Sección 5.5.3.4



## Pisos, viga de acero

### Requisitos de inspección

Verifique que el valor R del aislamiento de la cavidad del piso cumpla o exceda los valores requeridos por la zona climática y que el aislamiento esté en contacto permanente y continuo con la parte inferior de la cubierta del piso. Verifique que el valor de aislamiento instalado coincida con el certificado de cumplimiento de COMcheck (si corresponde).

### Detalles

Preste mucha atención a la instalación del aislamiento en los pisos enmarcados. Los espacios de aire creados por el aislamiento del suelo que se ha separado (caído/abandonado) del contacto directo con la parte inferior de un piso pueden permitir que el aire fluya a través del aislamiento y anular los beneficios térmicos.

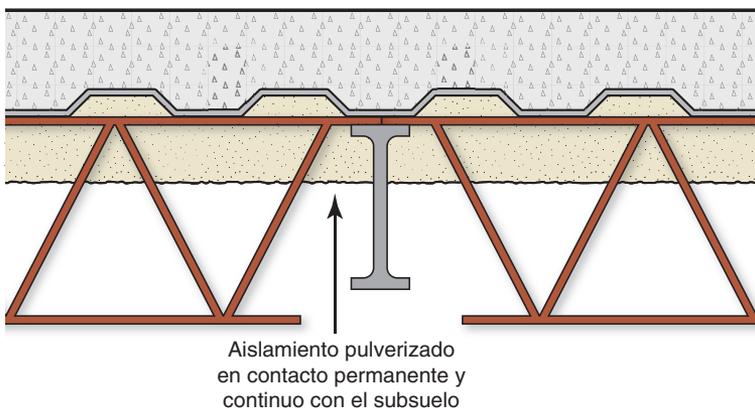
- ☑ *Los valores R de IECC 2015 para los pisos enmarcados con vigas de acero son equivalentes a ASHRAE 90.1-2013.*
- ☑ *Para cumplir con el código normativo, se puede satisfacer el valor R normativo o cualquier ensamblaje con un factor U que no exceda el umbral de la tabla estará en cumplimiento. Consulte los valores del código normativo en las páginas 18-20 para obtener más detalles.*

**Valores normativos** (Para conocer el factor U del ensamblaje y otros requisitos, consulte la Tabla 5.5 en las páginas 18-20).

Zona climática	No residencial	Residencial	Semicalefaccionado
2	R-30	R-30	R-13
3	R-30	R-30	R-19

Referencia del Código

ASHRAE 90.1-2013: Sección 5.5.3.4



## Pisos, marco de madera

### Requisitos de inspección

Verifique que el valor R del aislamiento de la cavidad del piso cumpla o exceda los valores requeridos por la zona climática y que el aislamiento esté en contacto permanente y continuo con la parte inferior de la cubierta del piso. Verifique que el valor de aislamiento instalado coincida con el certificado de cumplimiento de COMcheck (si corresponde).

### Detalles

Preste atención a la instalación del aislamiento en los pisos enmarcados. Los espacios de aire creados por el aislamiento del suelo que se ha separado (caído/abandonado) del contacto directo con la parte inferior de un piso pueden permitir que el aire fluya a través del aislamiento y anular los beneficios térmicos. Los pisos en voladizo deben estar aislados y las cavidades de las vigas bloqueadas por encima de la pared exterior de soporte.

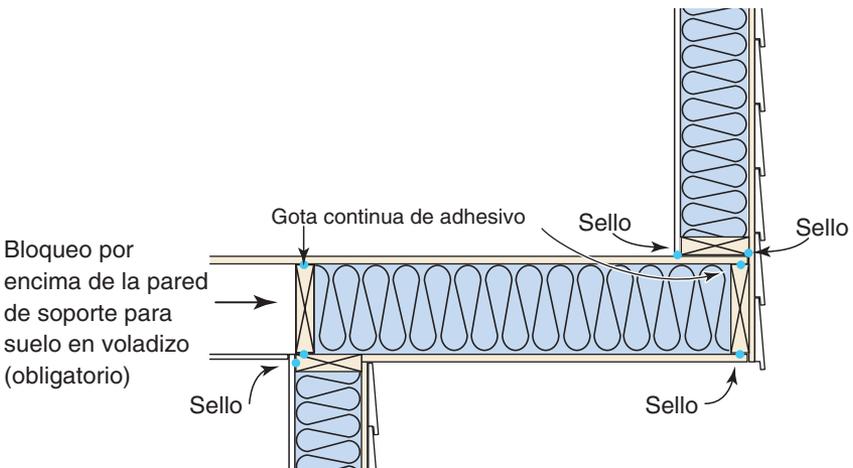
- ☑ *Los valores R de IECC 2015 para los pisos con marco de madera son equivalentes a ASHRAE 90.1-2013.*
- ☑ *Para cumplir con el código normativo, se puede satisfacer el valor R normativo o cualquier ensamblaje con un factor U que no exceda el umbral de la tabla estará en cumplimiento. Consulte los valores del código normativo en las páginas 18-20 para obtener más detalles.*

**Valores normativos** (Para conocer el factor U del ensamblaje y otros requisitos, consulte la Tabla 5.5 en las páginas 18-20).

Zona climática	No residencial	Residencial	Semicalefaccionado
2	R-30	R-30	R-13
3	R-30	R-30	R-19

Referencia del Código

ASHRAE 90.1-2013: Sección 5.5.3.4



## Pisos, losa sobre nivel: suelos radiantes

### Requisitos de inspección

Verifique que el valor R y la extensión del aislamiento del perímetro de la losa cumplan o excedan los valores requeridos por la zona climática. Verifique que el valor de aislamiento instalado coincida con el certificado de cumplimiento de COMcheck (si corresponde). Nota: Una «losa calentada» implica que hay un sistema de distribución de calefacción dentro de la losa.

### Detalles

La pérdida de calor en el borde de losa se minimiza mediante el aislamiento perimetral de la losa instalado según ASHRAE 90.1-2013, Tablas 5.5-2 a 5.5-3.

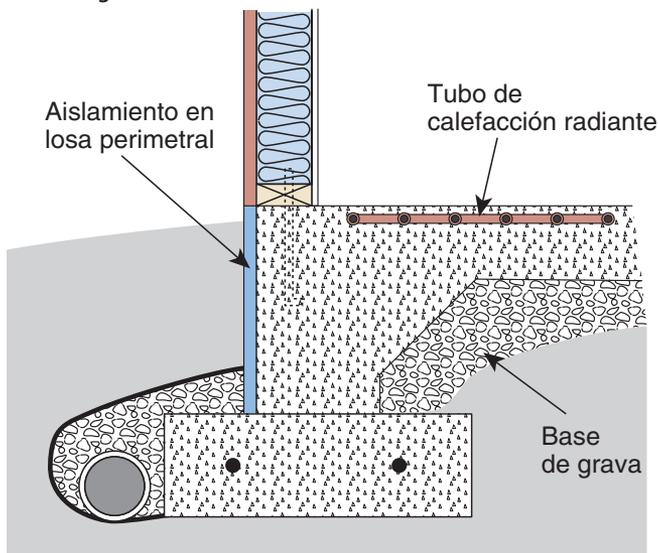
- ☑ *Los valores R del IECC 2015 para pisos radiantes de losa a nivel del piso son menos rigurosos que los valores R de ASHRAE 90.1-2013. El IECC requiere R-7.5 a R-15 para edificios comerciales dependiendo de la zona climática. Consulte la Tabla C402.1.3 del IECC para obtener detalles.*
- ☑ *Para cumplir con el código normativo, se puede satisfacer el valor R normativo o cualquier ensamblaje con un factor U que no exceda el umbral de la tabla estará en cumplimiento. Consulte los valores del código normativo en las páginas 18-20 para obtener más detalles.*

**Valores normativos** (Para conocer el factor U del ensamblaje y otros requisitos, consulte la Tabla 5.5 en las páginas 18-20).

Zona climática	No residencial	Residencial	Semicalefaccionado
2	R-10.0 para 24 pulgadas	R-15.0 para 24 pulgadas	R-7.5 para 12 pulgadas
3	R-15.0 para 24 pulgadas	R-15.0 para 24 pulgadas	R-7.5 para 12 pulgadas

Referencia del Código

ASHRAE 90.1-2013: Sección 5.5.3.5



Nota: El aislamiento debajo de la losa no es necesario ni especialmente útil en las CZ 2-3.

## Pisos, losa a nivel del suelo: suelos no radiantes

### Requisitos de inspección

Verifique que el valor R y la extensión del aislamiento del perímetro de la losa cumplan o excedan los valores requeridos por la zona climática. Verifique que el valor de aislamiento instalado coincida con el certificado de cumplimiento de COMcheck (si corresponde).

### Detalles

En Alabama CZ3, las losas sin calefacción en edificios comerciales residenciales ahora requieren aislamiento. La pérdida de calor en el borde de losa se minimiza mediante el aislamiento perimetral de la losa instalado según ASHRAE 90.1-2013, Tablas 5.5-3.

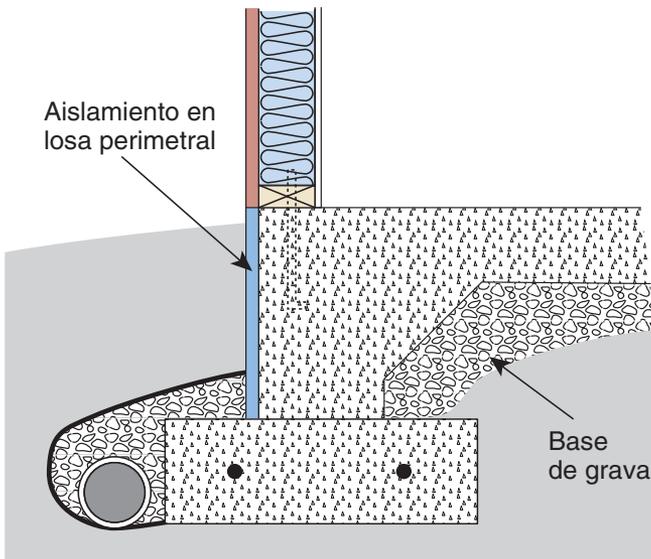
*IECC 2015 no requiere aislamiento del suelo de losa no calentada para CZ2-3.*

**Valores normativos** (Para conocer el factor U del ensamblaje y otros requisitos, consulte la Tabla 5.5 en las páginas 18-20).

Zona climática	No residencial	Residencial	Semicalefaccionado
2	NR	NR	NR
3	NR	R-10 para 24 pulgadas	NR

Referencia del Código

ASHRAE 90.1-2013: Sección 5.5.3.5



**Tabla 5.5, Requisitos de envoltura del edificio de las CZ 2-3**

Las tablas 5.5-2 a 5.5-3 se incluyen aquí y en las dos páginas siguientes como suplementos de la sección Elementos opacos (págs. 6-17, arriba) y muestran los factores U y otros requisitos para varios componentes. También se incluyen los valores R y los factores U normativos del IECC.

**Tabla 5.5-2 Requisitos de la envoltura del edificio para la zona climática 2 (A,B)\***

Elementos opacos	No residencial		Residencial		Semicalefaccionado				
	Ensamblaje máximo	Aislamiento mín. Valor R	Ensamblaje máximo	Aislamiento mín. Valor R	Ensamblaje máximo	Aislamiento mín. Valor R			
<i>Techos</i>									
Aislamiento completamente por encima de la cubierta	U-0.039	R-25 c.i.	U-0.039	R-25 c.i.	U-0.173	R-5 c.i.			
Edificio de metal <sup>a</sup>	U-0.041	R-10 + R-19 FC	U-0.041	R-10 + R-19 FC	U-0.096	R-16			
Ático y otros	U-0.027	R-38	U-0.027	R-38	U-0.053	R-19			
<i>Paredes, por encima del nivel del suelo</i>									
Masa	U-0.151 <sup>b</sup>	R-5.7 c.i. <sup>b</sup>	U-0.123	R-7.6 c.i.	U-0.580	NR			
Edificio de metal	U-0.094	R-0 + R-9.8 c.i.	U-0.094	R-0 + R-9.8 c.i.	U-0.162	R-13			
Marco de acero	U-0.084	R-13 + R-3.8 c.i.	U-0.064	R-13 + R-7.5 c.i.	U-0.124	R-13			
Marco de madera y otros	U-0.089	R-13	U-0.089	R-13	U-0.089	R-13			
<i>Paredes, por debajo del nivel del suelo</i>									
Pared por debajo del nivel del suelo	C-1.140	NR	C-1.140	NR	C-1.140	NR			
<i>Pisos</i>									
Masa	U-0.107	R-6.3 c.i.	U-0.087	R-8.3 c.i.	U-0.322	NR			
Viga de acero	U-0.038	R-30	U-0.038	R-30	U-0.069	R-13			
Marco de madera y otros	U-0.033	R-30	U-0.033	R-30	U-0.066	R-13			
<i>Pisos de losa al nivel del piso</i>									
No calefaccionado	F-0.730	NR	F-0.730	NR	F-0.730	NR			
Calefaccionado	F-0.900	R-10 para 20 pulgadas	F-0.860	R-15 para 24 pulgadas	F-1.020	R-7.5 para 12 pulgadas			
<i>Puertas opacas</i>									
Giratorias	U-0.700		U-0.500		U-0.700				
No giratorias	U-0.500		U-0.500		U-1.450				
<i>Ventanas</i>									
Ventanaje	Ensamblaje	Ensamblaje	Ensamblaje	Ensamblaje	Ensamblaje	Ensamblaje	Ensamblaje	Ensamblaje	Ensamblaje
	máx. U	máx. SHGC	mín. VT/SHGC	máx. U	máx. SHGC	mín. VT/SHGC	máx. U	máx. SHGC	mín. VT/SHGC
<i>Ventanaje vertical, 0 %-40 % de la pared</i>									
	<i>(para todos los tipos de marcos)</i>			<i>(para todos los tipos de marcos)</i>			<i>(para todos los tipos de marcos)</i>		
Marco no de metal, todos	U-0.40			U-0.40			U-0.93		
Marco de metal, fijo	U-0.57			U-0.57			U-1.20		
Marco de metal, operable	U-0.65	SHGC-0.25	1.10	U-0.65	SHGC-0.25	1.10	U-1.20	NR	NR
Marco de metal, puerta de ingreso	U-0.83			U-0.77			U-0.83		
<i>Claraboya, 0 %-3 % del techo</i>									
Todos los tipos	U-0.65	SHGC-0.35	NR	U-0.65	SHGC-0.35	NR	U-1.80	NR	NR

\* Se aplican las siguientes definiciones: c.i. = aislamiento continuo (consulte la Sección 3.2), FC = cavidad rellena (consulte la Sección A2.3.2.5), Ls = sistema de revestimiento (consulte la Sección A2.3.2.4), NR = ningún requisito (de aislamiento).

a. Cuando se utiliza el método de cumplimiento con el valor R para techos de edificios de metal, se requiere un bloque espaciador térmico (consulte la Sección A2.3.2).

b. La excepción a la Sección 5.5.3.2 se aplica a los muros de masa por encima del nivel del suelo.

Tabla 5.5, Requisitos de envoltura del edificio, continuación

Elementos opacos	No residencial			Residencial		Semicalfeccionado			
	Ensamblaje máximo	Aislamiento mín. Valor R		Ensamblaje máximo	Aislamiento mín. Valor R	Ensamblaje máximo	Aislamiento mín. Valor R		
<i>Techos</i>									
Aislamiento completamente por encima de la cubierta	U-0.039	R-25 c.i.		U-0.039	R-25 c.i.		U-0.119	R-7.6 c.i.	
Edificio de metal*	U-0.041	R-10 + R-19 FC		U-0.041	R-10 + R-19 FC		U-0.096	R-16	
Ático y otros	U-0.027	R-38		U-0.027	R-38		U-0.053	R-19	
<i>Paredes, por encima del nivel del suelo</i>									
Masa	U-0.123	R-7.6 c.i.		U-0.104	R-9.5 c.i.		U-0.580	NR	
Edificio de metal	U-0.094	R-0 + R-9.8 c.i.		U-0.072	R-0 + R-13 c.i.		U-0.162	R-13	
Marco de acero	U-0.077	R-13 + R-5 c.i.		U-0.064	R-13 + R-7.5 c.i.		U-0.124	R-13	
Marco de madera y otros	U-0.089	R-13		U-0.064	R-13 + R3.8 c.i. o R-20		U-0.089	R-13	
<i>Paredes, por debajo del nivel del suelo</i>									
Pared por debajo del nivel del suelo	C-1.140	NR		C-1.140	NR		C-1.140	NR	
<i>Pisos</i>									
Masa	U-0.074	R-10 c.i.		U-0.074	R-10 c.i.		U-0.137	R-4.2 c.i.	
Viga de acero	U-0.038	R-30		U-0.038	R-30		U-0.052	R-19	
Marco de madera y otros	U-0.033	R-30		U-0.033	R-30		U-0.051	R-19	
<i>Pisos de losa al nivel del piso</i>									
No calefaccionado	F-0.730	NR		F-0.540	R-10 para 24 pulgadas		F-0.730	NR	
Calefaccionado	F-0.860	R-15 para 24 pulgadas		F-0.860	R-15 para 24 pulgadas		F-1.020	R-7.5 para 12 pulgadas	
<i>Puertas opacas</i>									
Giratorias	U-0.700			U-0.500			U-0.700		
No giratorias	U-0.500			U-0.500			U-1.450		
Ventanaje	Ensamblaje máx. U	Ensamblaje máx. SHGC	Ensamblaje mín. VT/SHGC	Ensamblaje máx. U	Ensamblaje máx. SHGC	Ensamblaje mín. VT/SHGC	Ensamblaje máx. U	Ensamblaje máx. SHGC	Ensamblaje mín. VT/SHGC
<i>Ventanaje vertical, 0 %-40 % de la pared</i>									
	<i>(para todos los tipos de marcos)</i>			<i>(para todos los tipos de marcos)</i>			<i>(para todos los tipos de marcos)</i>		
Marco no de metal, todos	U-0.35			U-0.35			U-0.87		
Marco de metal, fijo	U-0.50			U-0.50			U-1.20		
Marco de metal, operable	U-0.60	SHGC-0.25	1.10	U-0.60	SHGC-0.25	1.10	U-1.20	NR	NR
Marco de metal, puerta de ingreso	U-0.77			U-0.68			U-0.77		
<i>Claraboya, 0 %-3 % del techo</i>									
Todos los tipos	U-0.55	SHGC-0.35	NR	U-0.55	SHGC-0.35	NR	U-1.70	NR	NR

\* Se aplican las siguientes definiciones: c.i. = aislamiento continuo (consulte la Sección 3.2), FC = cavidad rellena (consulte la Sección A2.3.2.5), Ls = sistema de revestimiento (consulte la Sección A2.3.2.4), NR = ningún requisito (de aislamiento).

a. Cuando se utiliza el método de cumplimiento con el valor R para techos de edificios de metal, se requiere un bloque espaciador térmico (consulte la Sección A2.3.2).

## Requisitos normativos del IECC

Elemento opaco

Valores R normativos del IECC 2015

Factores U normativos del IECC 2015

Clima Zona	2		3		2		3	
	Todos los demás	Grupo R	Todos los demás	Grupo R	Todos los demás	Grupo R	Todos los demás	Grupo R
Aislamiento completamente por encima de la cubierta del techo	R-25 ci	R-25 ci	R-25 ci	R-25 ci	U-0.039	U-0.039	U-0.039	U-0.039
Edificios de metal	R-19 + R-11 LS	U-0.035	U-0.035	U-0.035	U-0.035			
Ático y otros	R-38	R-38	R-38	R-38	U-0.027	U-0.027	U-0.027	U-0.027
Masa <sup>d</sup>	R-5.7 ci <sup>e</sup>	R-7.6 ci	R-7.6 ci	R-9.5 ci	U-0.151	U-0.123	U-0.123	U-0.104
Edificio de metal	R-13 + R-6.5 ci	R-13 + R-13 ci	R-13 + R-6.5 ci	R-13 + R-13 ci	U-0.079	U-0.079	U-0.079	U-0.052
Marco de metal	R-13 + R-5 ci	R-13 + R-7.5 ci	R-13 + R-7.5 ci	R-13 + R-7.5 ci	U-0.077	U-0.064	U-0.064	U-0.064
Marco de madera y otros <sup>e</sup>	R-13 + R-3.8 ci o R-20	U-0.064	U-0.064	U-0.064	U-0.064			
Pared por debajo del nivel del suelo <sup>c</sup>	NR	NR	NR	NR	C-1.140 <sup>a</sup>	C-1.140 <sup>a</sup>	C-1.140 <sup>a</sup>	C-1.140 <sup>a</sup>
Masa	R-6.3 ci	R-8.3 ci	R-10 ci	R-10 ci	U-0.107	U-0.087	U-0.076	U-0.076
Viga/ensamblaje	R-30	R-30	R-30	R-30	U-0.033	U-0.033	U-0.033	U-0.033
Losas no calentadas	NR	NR	NR	NR	F-0.73 <sup>a</sup>	F-0.73 <sup>a</sup>	F-0.73 <sup>a</sup>	F-0.73 <sup>a</sup>
Losas calentadas <sup>f</sup>	R-7.5 para 12" debajo	R-7.5 para 12" debajo	R-10 para 24" debajo	R-10 para 24" debajo	F-0.70	F-0.70	F-0.70	F-0.70
No giratorias	R-4.75	R-4.75	R-4.75	R-4.75	F-0.61	F-0.61	F-0.61	F-0.61

ci = aislamiento continuo, NR = ningún requisito, LS = sistema de recubrimiento

c. Se permite que R-5.7 ci sea sustituido con paredes de bloques de hormigón que cumplan con ASTM C 90, sin enlechar o parcialmente enlechadas a 32 pulgadas o menos en el centro verticalmente y 48 pulgadas o menos en el centro horizontalmente,

con núcleos sin lechada llenos de materiales que tienen una conductividad térmica máxima de 0.44 Btu-in/h-f<sup>2</sup> F.

d. Cuando las losas calentadas estén por debajo del nivel del suelo, las paredes bajo el nivel del suelo deben cumplir con los requisitos de aislamiento exterior para losas calentadas.

e. «Pisos de masa» incluirá los pisos que pesen no menos de:

1.35 libras por pie cuadrado de superficie del piso

2.25 libras por pie cuadrado de superficie del piso donde el peso del material no es más de 120 libras por pie cúbico

## Puertas opacas, giratorias

### Requisitos de inspección

Verifique que el valor U de ensamblaje estampado en el producto no sea superior a los valores requeridos por la zona climática. Verifique que el valor de aislamiento instalado coincida con el certificado de cumplimiento de COMcheck (si corresponde).

### Detalles

El etiquetado de los valores U en las puertas no es una práctica habitual en la industria. A menudo es necesario solicitar una documentación que demuestre el cumplimiento cuando no hay ninguna etiqueta presente en el producto instalado.

- El IECC 2015 requiere U-0.61 para todas las puertas giratorias en edificios comerciales en las CZ 2-3.*

### Valores normativos

Zona climática	No residencial	Residencial	Semicalefaccionado
2	U-0.70	U-0.50	U-0.70
3	U-0.70	U-0.50	U-0.70

Referencia del Código

ASHRAE 90.1-2013: Sección 5.5.3.6

ENERGY PERFORMANCE RATINGS				
Product Description* Default Frame** Wood	U-Factor/Solar Heat Gain Coefficient (SHGC)			
	1/4 Lite ≤410†	1/2 Lite ≤900†	3/4 Lite ≤1100†	Full Lite >1100†
2/A1(na)/AIR/0.250	0.23	0.30	—	0.40
2/A1/.020(3)/ARG/0.750	0.21	0.24	—	0.28
2/A1(na)/AIR/0.675	—	0.28	0.33	0.34
3/SS(na)/AIR/0.250	0.21	0.25	—	0.29
Flush/Embossed	U-Factor 0.19		SHGC 0.04	

Manufacturer stipulates that these ratings conform to applicable NFRC procedures for determining whole product performance. NFRC ratings are determined for a fixed set of environmental conditions and a specific product size.

\* #glazing layers / spacer type / low-e emissivity (surface) / gap fill / gap width (na-not applicable)  
 \*\* per NFRC 100 Section B9.24 † square inches  
 www.nfrc.org

## Puertas opacas, no giratorias

### Requisitos de inspección

Verifique que el valor U de ensamblaje estampado en el producto no sea superior a los valores requeridos por la zona climática. Verifique que el valor de aislamiento instalado coincida con el certificado de cumplimiento de COMcheck (si corresponde).

### Detalles

El etiquetado de los valores U en las puertas no es una práctica habitual en la industria. A menudo es necesario solicitar una documentación que demuestre el cumplimiento cuando no hay ninguna etiqueta presente en el producto instalado.

- El IECC 2015 requiere R-4.75 para todas las puertas no giratorias en edificios comerciales en las CZ 2-3.*

### Valores normativos

Zona climática	No residencial	Residencial	Semicalefaccionado
2	U-0.50	U-0.50	U-1.45
3	U-0.50	U-0.50	U-1.45

Referencia del Código

ASHRAE 90.1-2013: Sección 5.5.3.6



**Cristales verticales, 0 %–40 % del área de la pared**

**Requisitos de inspección**

Verifique que el valor U, SHGC y VT/SHGC del ensamblaje, tal como se indica en el producto o certificado, cumpla con los valores requeridos por la zona climática. Compruebe que los valores del producto instalado coinciden con el certificado de cumplimiento de COMcheck (si procede).

		<b>World's Best Window Co.</b> Millennium 2000® Vinyl-Clad Wood Frame Double Glazing - Argon Fill - Low E Product Type: Vertical Slider	
<b>ENERGY PERFORMANCE RATINGS</b>			
U-Factor (U.S./I-P)	Solar Heat Gain Coefficient		
<b>0.30</b>	<b>0.30</b>		
<b>ADDITIONAL PERFORMANCE RATINGS</b>			
Visible Transmittance	Air Leakage (U.S./I-P)		
<b>0.51</b>	<b>0.2</b>		
<small>Manufacturer requires that these ratings continue to apply with NFRC protocols for determining window product performance. NFRC ratings are determined for a fixed set of environmental conditions and a specific product size. NFRC does not measure any product and does not warrant the quality of any product for any specific use. Consult manufacturer literature for other product performance information and ratings.</small>			

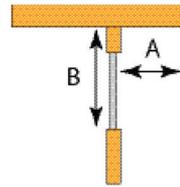
**Detalles**

La opción de la envoltura normativa del edificio es aplicable solo si el área de ventanaje vertical no excede el 40 % del área bruta de la pared para cada categoría de acondicionamiento del espacio. Los edificios con más del 40 % de cristales deben utilizar COMcheck o la vía de rendimiento de la Sección 11 del presupuesto de costo de energía para demostrar su cumplimiento.

El valor U del ensamblaje y el SHGC pueden ser verificados ya sea con una etiqueta instalada en fábrica o con un certificado del fabricante.

El valor objetivo de SHGC de 0.25 en las CZ 2-3 puede ser difícil de alcanzar solo con el rendimiento de los cristales. Un voladizo o dispositivo de sombreado puede mejorar el rendimiento de los cristales.

El crédito del «factor de proyección» de un voladizo se puede calcular utilizando los valores de la Tabla 5.5.4.4.1. El valor de esta tabla multiplicado por el SHGC de vidrio real producirá un SHGC efectivo más bajo. COMcheck es generalmente la forma más fácil de recibir crédito por este beneficio de sombreado externo del código 90.1. Consulte el problema de ejemplo en la página 25.



**PF = A/B**

*Factor de proyección (PF) y SHGC  
 PF= Relación de la proyección del voladizo dividida por la altura desde el alféizar de la ventana hasta la parte inferior del voladizo (Debe ser permanente).*

**Tabla 5.5.4.4.1 Multiplicadores SHGC para proyecciones permanentes**

Factor de proyección	Multiplicador SHGC (orientaciones no al Norte)	Multiplicador SHGC (orientado al Norte)
0-0.10	1.0	1.0
>0.10-0.20	0.91	0.95
>0.20-0.30	0.82	0.91
>0.30-0.40	0.74	0.87
>0.40-0.50	0.67	0.84
>0.50-0.60	0.61	0.81
>0.60-0.70	0.56	0.78
>0.70-0.80	0.51	0.76
>0.80-0.90	0.47	0.75
>0.90-1.00	0.44	0.73

**Cristales verticales, 0 %–40 % del área de la pared, continuación**

ASHRAE 90.1-2013 también exige el cumplimiento de la relación entre la transmitancia visible y el coeficiente de ganancia de calor solar (VT/SHGC). La relación no debe ser inferior a 1.1, el requisito especificado en la siguiente tabla.

Además, la sección 5.5.4.5 de ASHRAE 90.1 limita normativamente el área de cristales este y oeste. Para seguir cumpliendo con la norma, el área de cristales oeste no deberá exceder el 25 % del área total de cristales, y el área de cristales este no deberá exceder el 25 % del área total de cristales. Si el diseño propuesto no puede cumplir, COMcheck puede usarse para demostrar una compensación válida.

- ☑ *El IECC 2015 limita el ventanaje al 30 % del área bruta de la pared cuando se utiliza la vía normativa. (Continúa en la página siguiente).*
- ☑ *El IECC 2015 requiere U-0.50 en la CZ2, U-0.46 en la CZ3 para el ventanaje fijo de edificios comerciales. Los requisitos de SHGC son los mismos que los de ASHRAE (0.25) para cristales que miran al sur, este y oeste. Los cristales orientados al norte tiene un requisito independiente de SHGC en el IECC. El IECC también acredita el factor de proyección de manera diferente. Consulte la Tabla C402.4 de IECC para obtener más detalles.*
- ☑ *El IECC 2015 no requiere el cumplimiento de la relación VT/SHGC.*

**Valores normativos**

Zona climática	No residencial	Residencial	Semialefaccionado
2	U-0.57, SHGC-0.25, VT/SHGC-1.10	U-0.57, SHGC-0.25, VT/SHGC-1.10	U-1.20, SHGC – NA, VT/SHGC - NA
3	U-0.50, SHGC-0.25, VT/SHGC-1.10	U-0.50, SHGC-0.25, VT/SHGC-1.10	U-1.20, SHGC – NA, VT/SHGC - NA

Los valores normativos anteriores se refieren al ensamblaje metálico fijo (muro cortina o fachada de la tienda). Para otros valores normativos de cristales vertical, consulte ASHRAE 90.1-2013, Tablas 5.5-2 a 5.5-4.

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 5.5.4 y 5.8.2

**CERTIFICATE OF COMPLIANCE**

10.0 – Certificate of Compliance

**OVERALL RATING**

U-Factor: (U-factor/Vt)

SHGC:

Directions: Fill out form completely. Determine the Overall Rating for the project by using the C.O.G. U-Factor and C.O.G. SHGC from Table 1 and looking up the overall rating in Table 2. Indicate the Overall Rating in the space above. Under no condition is certified.

**Certificate Authorization**

Name: \_\_\_\_\_

Company: \_\_\_\_\_

Signature: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

CERTIFIED THAT THE MATERIALS LISTED ON THIS CERTIFICATE WERE INSTALLED ON THE PROJECT IDENTIFIED BELOW.

**PROJECT INFORMATION:**

<b>YKK AP America Inc.</b> 1000 The Bluffs, Suite 100 City: <b>Austell</b>				<b>Mike Turner</b> Phone Number: <b>800-955-9551</b> Email: _____ Zip: <b>30168</b> GA			
<b>U-factor Matrix (U-factor/Vt)</b>				<b>SHGC Matrix</b>			
C.O.G. U-Factor	OVERALL U-Factor	C.O.G. SHGC	OVERALL SHGC	C.O.G. U-Factor	OVERALL SHGC		
0.48	0.63	0.15	0.87	0.48	0.88		
0.46	0.67	0.15	0.88	0.44	0.89		
0.44	0.68	0.15	0.90	0.42	0.64		
0.42	0.64	0.60	0.64	0.40	0.59		
0.38	0.61	0.50	0.65	0.38	0.45		
0.36	0.58	0.45	0.41	0.34	0.59		
0.32	0.49	0.35	0.52	0.30	0.58		
0.30	0.54	0.35	0.58	0.28	0.53		
0.28	0.48	0.20	0.53	0.26	0.41		
0.24	0.40	0.15	0.14	0.22	0.38		
0.22	0.38	0.10	0.38	0.20	0.38		
0.20	0.38	0.05	0.38				

**Product Line: **YES 45 TU****

The overall ratings for U-factor and SHGC are based on a size of 2000 mm x 2000 mm (78 3/4 in x 78 3/4 in) as required in NFRC 100.

Overall U-factors and Solar Heat Gain Coefficients (SHGC) listed in this matrix were determined in accordance with NFRC 100 and NFRC 310 respectively by a NFRC accredited laboratory.

ACCREDITED LABORATORY:  
**Architectural Testing**  
 Reference Test Report #  
**76081.01-116-45**

Certificado de cumplimiento de ejemplo

**Cálculo de factor de proyección (PF) y problema SHGC**

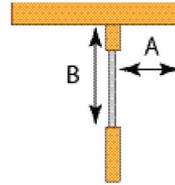
**Pequeño edificio comercial**

Todos los cristales de muros cortina de metal están en la fachada frontal (este) y están sombreados por un voladizo de 6'.

**Opción 1:** cristales U = 0.50, SHGC = 0.52

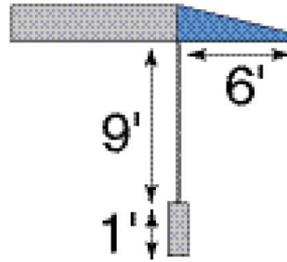
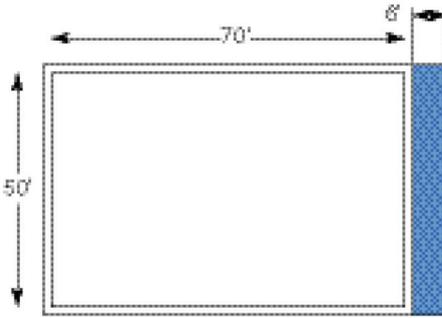
**Opción 2:** cristales U = 0.36, SHGC = 0.44

*¿Cualquiera de las opciones cumple con los requisitos normativos de cristales CZ3 de 90.1?*



$PF = A/B$

Factor de proyección (PF) y SHGC  
 PF= Ración de la proyección del voladizo dividida por la altura desde el alféizar de la ventana hasta la parte inferior del voladizo (Debe ser permanente).



**Solución al problema de cristales de ejemplo:**

CZ3: el factor U máx. del código normativo Factor U para el ventanaje de marco metálico fijo es 0.50 y el máx. de SHGC para cristales es 0.25.

Ambas opciones de cristales 1 y 2 cumplen con el factor U; sin embargo, ninguna cumple con SHGC usando solo el cristal.

Tomando crédito por  $6'/9' = 0.67$  PF, el multiplicador es 0.56 para cristales orientados al este.

- Opción 1 SHGC efectivo:  $0.52 \times 0.56 = 0.29$  (No cumple con el requisito normativo de 0.25).
- Opción 2, SHGC efectivo:  $0.44 \times 0.56 = 0.24$  (Cumple con el requisito normativo de 0.25).

*[Tener en cuenta que cualquiera de los cristales podría ser acreditado con PF y compensado para demostrar el cumplimiento si se usa COMcheck]*

Requisitos normativos de ventanaje

Tabla 5.5-2 Requisitos de la envoltura del edificio para la zona climática 2 (A,B)\*

Ventanaje	No residencial			Residencial			Semialefaccionado		
	Ensamblaje máx. U	Ensamblaje máx. SHGC	Ensamblaje mín. VT/SHGC	Ensamblaje máx. U	Ensamblaje máx. SHGC	Ensamblaje mín. VT/SHGC	Ensamblaje máx. U	Ensamblaje máx. SHGC	Ensamblaje mín. VT/SHGC
<i>Ventanaje vertical, 0 %-40 % de la pared</i>	<i>(para todos los tipos de marcos)</i>			<i>(para todos los tipos de marcos)</i>			<i>(para todos los tipos de marcos)</i>		
Marco no de metal, todos	U-0.40			U-0.40			U-0.93		
Marco de metal, fijo	U-0.57			U-0.57			U-1.20		
Marco de metal, operable	U-0.65	SHGC-0.25	1.10	U-0.65	SHGC-0.25	1.10	U-1.20	NR	NR
Marco de metal, puerta de ingreso	U-0.83			U-0.77			U-0.83		
<i>Claraboya, 0 %-3 % del techo</i>									
Todos los tipos	U-0.65	SHGC-0.35	NR	U-0.65	SHGC-0.35	NR	U-1.80	NR	NR

Tabla 5.5-3 Requisitos de la envoltura del edificio para la zona climática 3 (A,B,C)\*

Ventanaje	No residencial			Residencial			Semialefaccionado		
	Ensamblaje máx. U	Ensamblaje máx. SHGC	Ensamblaje mín. VT/SHGC	Ensamblaje máx. U	Ensamblaje máx. SHGC	Ensamblaje mín. VT/SHGC	Ensamblaje máx. U	Ensamblaje máx. SHGC	Ensamblaje mín. VT/SHGC
<i>Ventanaje vertical, 0 %-40 % de la pared</i>	<i>(para todos los tipos de marcos)</i>			<i>(para todos los tipos de marcos)</i>			<i>(para todos los tipos de marcos)</i>		
Marco no de metal, todos	U-0.35			U-0.35			U-0.87		
Marco de metal, fijo	U-0.50			U-0.50			U-1.20		
Marco de metal, operable	U-0.60	SHGC-0.25	1.10	U-0.60	SHGC-0.25	1.10	U-1.20	NR	NR
Marco de metal, puerta de ingreso	U-0.77			U-0.68			U-0.77		
<i>Claraboya, 0 %-3 % del techo</i>									
Todos los tipos	U-0.55	SHGC-0.35	NR	U-0.55	SHGC-0.35	NR	U-1.70	NR	NR

ZONA CLIMÁTICA	2		3	
	Ventanaje vertical			
Factor U				
Ventanaje fijo	0.50		0.46	
Ventanaje operable	0.65		0.60	
Puertas de entrada	0.83		0.77	
SHGC				
Orientación*	SEO	N	SEO	N
PF <0.2	0.25	0.33	0.25	0.33
0.2 ≤ PF <0.5	0.30	0.37	0.30	0.37
PF ≤0.5	0.40	0.40	0.40	0.40
	Claraboyas			
Factor U	0.65		0.55	
SHGC	0.35		0.35	

## Claraboyas, factor U y SHGC

### Requisitos de inspección

Verifique que el valor U de ensamblaje según aparece en el producto no sea superior a los valores requeridos por la zona climática. Compruebe que los valores del factor U y de SHGC del producto instalado coinciden con el certificado de cumplimiento de COMcheck (si procede).

### Detalles

El valor U del ensamblaje y el SHGC pueden ser verificados ya sea con una etiqueta instalada en fábrica o con un certificado del fabricante.

- Los valores normativos para el factor U de la claraboya y el SHGC son los mismos para el IECC 2015 (Tabla C402.4).*

### Valores normativos

Zona climática	No residencial	Residencial	Semicalefaccionado
2	U-0.65, SHGC-0.35	U-0.65, SHGC-0.35	U-1.80
3	U-0.55, SHGC-0.35	U-0.55, SHGC-0.35	U-1.7

Los valores normativos anteriores son para claraboyas que comprenden menos del 3 % de la superficie del techo por categoría de espacio.

Referencia del Código      ASHRAE 90.1-2013: Sección 5.5.4 y 5.8.2



## Claraboyas, área de ventanaje mínima y máxima

### Requisitos de inspección

Verifique que el área máxima y mínima de la claraboya cumpla con los requisitos.

### Detalles

ASHRAE 90.1-2013 generalmente limita el área máxima total de la claraboya a 0-3 % del área total del techo para cada categoría de acondicionamiento del espacio. A los edificios se les puede permitir hasta un 6 % de área de claraboya siempre que tengan lo siguiente:

- valor de neblina >90 %
- VT >0.40
- fotocontroles multinivel para accesorios en sus zonas iluminadas
- área total de la claraboya con luz natural  $\geq$  la mitad del área de piso del espacio

Además, ASHRAE 90.1-2013 requiere que algunos edificios tengan un área mínima para las claraboyas. Esta superficie mínima se describe en la Sección 5.5.4.2.3 y se aplica a los espacios de los edificios que:

1. Tienen 2500 pies cuadrados o más.
2. Tienen techos con una altura mayor de 15 pies.

Los tipos de espacio aplicables incluyen oficina, vestíbulo, atrio, primer subsuelo, pasillo, almacenamiento (incluido almacén no refrigerado), gimnasio y área de asientos del gimnasio, área de ejercicios/entrenamiento, área de juego, espacio para exposiciones y eventos de la convención, sala de audiencias, servicio automotriz, sala de máquinas de la estación de bomberos, áreas del pasillo/transición de fabricación y de compartimento, áreas de venta al por menor, áreas de lectura y apilamiento de bibliotecas, área de distribución/clasificación, área de transporte de equipajes y áreas de asientos, y talleres.

- El IECC 2015 limita las claraboyas a un 3 % del área total del techo. Consulte la sección C402.4 para obtener detalles.*
- El IECC 2015 también tiene un área mínima para la claraboya del 3 % para espacios mayores de 2500 pies cuadrados con techos de más de 15 pies. Consulte la sección 402.4.2 del IECC para obtener detalles.*

**Referencia del Código** ASHRAE 90.1-2013: Sección 5.5.4 y 5.8.2

**Ventanaje etiquetado**

**Requisitos de inspección**

Verifique que las ventanas y claraboyas estén etiquetadas y certificadas por el fabricante para el factor U, SHGC, tasa de fuga de aire y transmitancia visual.

**Detalles**

Un certificado de cumplimiento del fabricante también es una documentación aceptable.

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Secciones 5.8.2.3–5.8.2.5

10.0 – Certificate of Compliance

**CERTIFICATE of COMPLIANCE**

<b>OVERALL RATING</b>	
<b>U-Factor:</b> ( $Btu/h \cdot ft^2 \cdot F$ )	
<b>SHGC:</b>	

Directions: Fill out form completely. Determine the Overall Rating for this project by using the C.O.G. U-Factor and C.O.G. SHGC from Table 1 and looking up the overall rating from Table 2. Indicate the Overall Rating in the space above. Linear interpolation is permitted.

**Certificate Authorization**  
Name: \_\_\_\_\_ Company: \_\_\_\_\_  
Signature: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

CERTIFIES THAT THE MATERIALS LISTED ON THIS CERTIFICATE WERE INSTALLED ON THE PROJECT IDENTIFIED BELOW.

---

**PROJECT INFORMATION:**

Street Address: \_\_\_\_\_  
City: \_\_\_\_\_ State: \_\_\_\_\_ Zip: \_\_\_\_\_

**GLAZING CONTRACTOR / INSTALLER:** Contact Person: \_\_\_\_\_  
Street Address: \_\_\_\_\_ Phone Number: \_\_\_\_\_  
City: \_\_\_\_\_ State: \_\_\_\_\_ Zip: \_\_\_\_\_

**GLAZING MATERIAL SUPPLIER:** Contact Person: \_\_\_\_\_  
Street Address: \_\_\_\_\_ Phone Number: \_\_\_\_\_  
City: \_\_\_\_\_ State: \_\_\_\_\_ Zip: \_\_\_\_\_

TABLE 1 – GLAZING

$Btu/h \cdot ft^2 \cdot F$

**FRAMING MATERIAL SUPPLIER:** Contact Person: \_\_\_\_\_  
Street Address: \_\_\_\_\_ Phone Number: \_\_\_\_\_  
City: \_\_\_\_\_ State: \_\_\_\_\_ Zip: \_\_\_\_\_

**U-Factor Matrix** ( $Btu/h \cdot ft^2 \cdot F$ )

U-Factor Matrix		SHGC Matrix	
C.O.G. U-factor	OVERALL U-factor	C.O.G. SHGC	OVERALL SHGC
0.48	0.69	0.75	0.67
0.46	0.67	0.70	0.63
0.44	0.65	0.65	0.59
0.42	0.64	0.60	0.54
0.40	0.62	0.55	0.50
0.38	0.61	0.50	0.46
0.36	0.60	0.45	0.41
0.34	0.48	0.40	0.38
0.32	0.48	0.35	0.32
0.30	0.44	0.30	0.29
0.28	0.43	0.25	0.23
0.26	0.41	0.20	0.19
0.24	0.40	0.15	0.14
0.22	0.38	0.10	0.10
0.20	0.38	0.05	0.06

TABLE 2 – FRAMING

Product Line: **YES 45 TU**

The overall ratings for U-factor and SHGC are based on a size of 2000 mm x 2000 mm (79 3/4 in x 79 3/4 in) as required in NFRC 100.

Overall U-factors and Solar Heat Gain Coefficients (SHGC) listed in the matrix were determined in accordance with NFRC 100 and NFRC 200 respectively by a NFRC accredited laboratory.

ACCREDITED LABORATORY:  
**Architectural Testing**  
Reference Test Report #: \_\_\_\_\_  
76081.01-116-45

## Productos de ventanaje no etiquetados

### Requisitos de inspección

Verifique que las ventanas y las claraboyas fijas y otro ventanaje verticales (operables y fijas) que no estén etiquetadas por el fabricante hayan sido etiquetadas en el sitio usando el factor U y SHGC predeterminado. Verifique que no se haya dado crédito por marcos metálicos con roturas térmicas, recubrimientos de baja emisividad, rellenos de gas o espaciadores aislantes.

### Detalles

El ventanaje no etiquetado es necesario para utilizar el factor U y el SHGC predeterminado. Estos valores predeterminados son deficientes y no cumplen con los valores de la vía normativa.

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013—A8.1, A8.2 y 5.8.2.5

**TABLA A8.2 Factores U de ensamblaje, SHGC de ensamblaje y ensamblaje de transmitancias de luz visible (VLT) para ventanaje vertical sin etiquetar**

Tipo de marco	Tipo de cristales	Ventanaje vertical sin etiquetar					
		Vidrio transparente			Vidrio esmerilado		
		Factor U	SHGC	VLT	Factor U	SHGC	VLT
Todos los tipos de marcos							
	Cristales simples	1.25	0.82	0.76	1.25	0.70	0.58
	Bloque de vidrio	0.60	0.56	0.56	n.a.	n.a.	n.a.
Marcos de madera, vinilo o fibra de vidrio							
	Cristales dobles	0.60	0.59	0.64	0.60	0.42	0.39
	Cristales triples	0.45	0.52	0.57	0.45	0.34	0.21
Marcos de metal y otros tipos							
	Cristales dobles	0.90	0.68	0.66	0.90	0.50	0.40
	Cristales triples	0.70	0.60	0.59	0.70	0.42	0.22

## Aislamiento en el ático

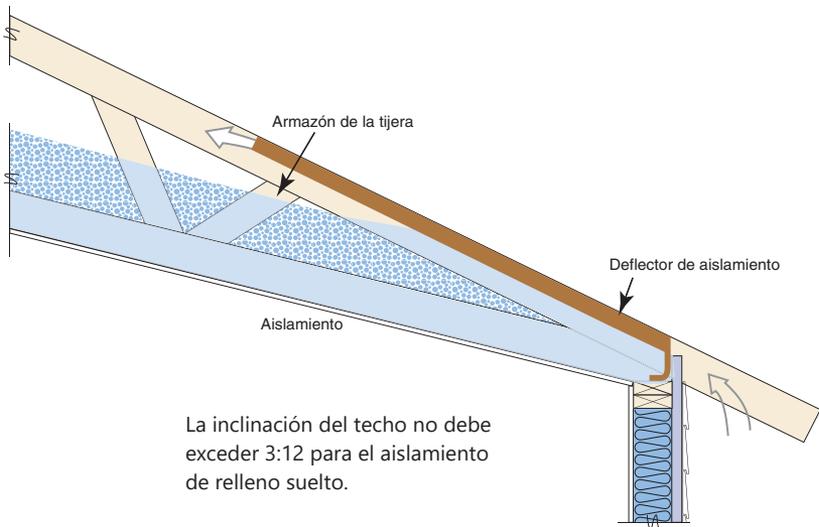
### Requisitos de inspección

Verifique que el aislamiento de relleno suelto soplado o vertido no se utilice en los espacios del techo del ático sobre los techos con una inclinación mayor a 3:12. El aislamiento debe dejarse expuesto para su inspección.

### Detalles

El aislamiento de relleno suelto (soplado o vertido) solo se puede utilizar en una pendiente del techo de 3:12 o menos. Cuando la pendiente excede 3:12, el aislamiento de relleno suelto no es aceptable.

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 4.2.4 y Sección 5.8.1.3



## Deflectores de ventilación en el ático

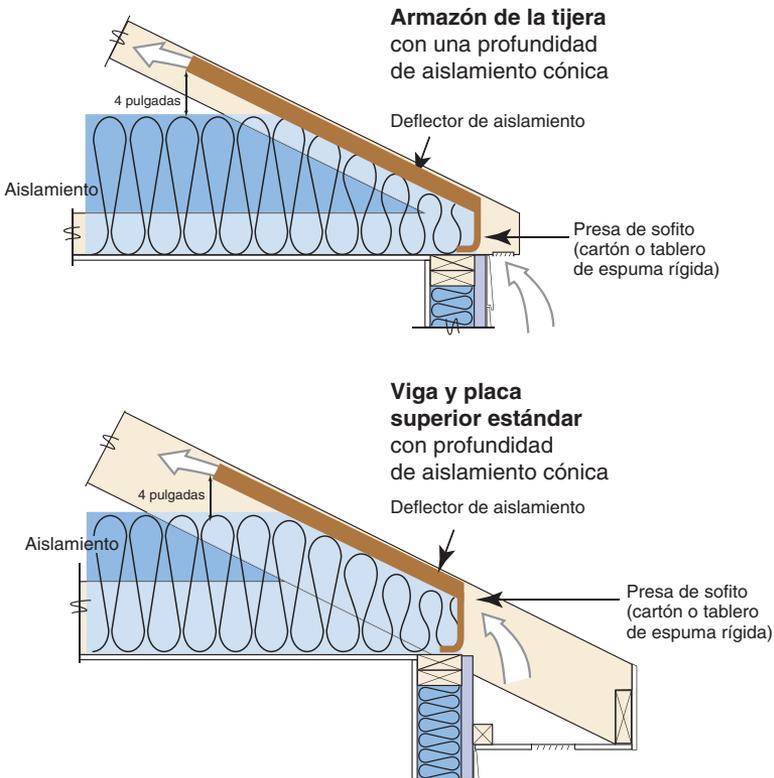
### Requisitos de inspección

Verifique que los deflectores estén instalados para desviar el aire que entra por encima del aislamiento dondequiera que se encuentren las rejillas de ventilación.

### Detalles

ASHRAE 90.1-2013 requiere que se instalen deflectores de ventilación para dirigir el viento/aire sobre el aislamiento (debido a que el viento que pasa a través de las rejillas de ventilación puede expulsar los bloques y el aislamiento suelto). Además, la resistencia a la transferencia de energía por el bloque y el aislamiento suelto se ve muy disminuida por el flujo de aire convectivo (a menudo denominado «lavado por viento»).

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 5.8.1.4 y 5.8.2.5



## Aislamiento, contacto sustancial

### Requisitos de inspección

Verifique que el aislamiento esté instalado en contacto directo con una barrera de aire (superficie sólida o material de lámina).

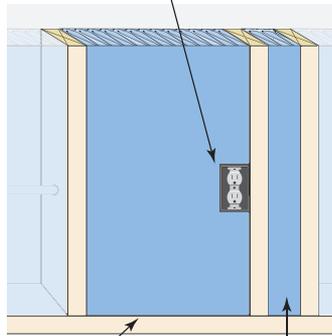
### Detalles

El aislamiento debe instalarse en contacto permanente con la superficie interior de acuerdo con las recomendaciones del fabricante para el tipo de sistema de ensamblaje utilizado.

El aislamiento del bloque instalado en las cavidades del piso debe ser soportado de manera permanente. El espacio entre los soportes no puede ser mayor de 24 pulgadas en el centro.

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 5.8.1.5

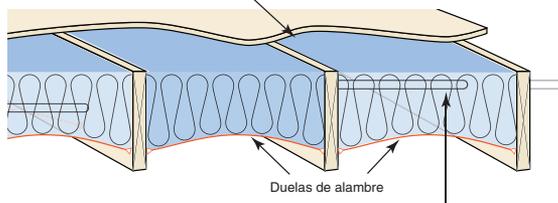
El aislamiento está dentado y rodea completamente la caja eléctrica.



El aislamiento llena completamente la cavidad en la parte superior e inferior.

Cavidad estrecha totalmente aislada

El aislamiento instalado está en contacto total con la barrera de aire (subsuelo).



La cobertura del aislamiento está completa.

El aislamiento se corta alrededor de la tubería y el cableado, y se fija de manera segura con una compresión mínima.

## Espesor de aislamiento

### Requisitos de inspección

Verifique que las luces empotradas, el equipo y los conductos no afecten el espesor del aislamiento.

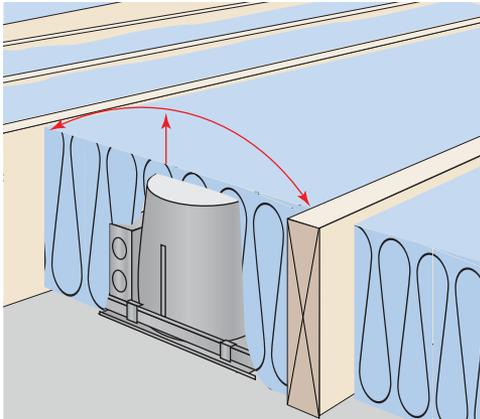
### Detalles

El aislamiento instalado debe mantener el espesor adecuado por encima de las luces empotradas, por debajo de los conductos y dondequiera que se coloque el equipo en un ático.

El aislamiento no debe comprimirse ni reducirse a causa del equipo. El aislamiento del bloque y flojo no cumplirá con los valores R prescritos cuando se comprime. La iluminación empotrada en un techo aislado debe ser hermética y con clasificación de contacto de aislamiento (IC).

- El IECC 2015 también requiere que las lámparas empotradas herméticas y con clasificación IC se instalen en techos aislados.*

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 5.8.1.6



## Techos suspendidos

### Requisitos de inspección

Verifique que el aislamiento del techo no esté instalado en un techo suspendido con paneles de techo extraíbles.

### Detalles

La norma ASHRAE 90.1 no permite el aislamiento en techos suspendidos como parte de la envoltura térmica del edificio. Los techos suspendidos no son una barrera de aire efectiva. Además, el aislamiento soportado por un techo suspendido a menudo se ve perturbado por las actividades de mantenimiento, lo que disminuye la eficacia.

- El IECC 2015 tampoco permite el aislamiento en techos suspendidos como parte de la envoltura térmica del edificio.*

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 5.8.1.8



El aislamiento de la envoltura no se puede instalar en la parte superior de los paneles del techo suspendido. Se pueden aislar los techos caídos/suspendidos para evitar el ruido, pero ese aislamiento no puede contarse como parte del valor R de aislamiento del techo.

## Protección del aislamiento exterior

### Requisitos de inspección

Verifique que todo el aislamiento exterior esté cubierto con un material de protección.

### Detalles

El aislamiento exterior debe protegerse con un material que evite los daños causados por la luz solar, la humedad, la zona de jardines, el mantenimiento y el viento.

Los áticos y salas mecánicas deben proporcionar un fácil acceso al equipo y evitar daños o compresión del aislamiento al acceder al espacio.

Los rejillas de ventilación del cimientto no deben interrumpir el aislamiento. Los materiales de aislamiento en contacto con el suelo deben tener una tasa de absorción de agua no superior al 0.3 %.

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 5.8.1.7



El aislamiento exterior debe estar protegido por un sistema de revestimiento. Algunos ejemplos son EIFS, estuco, chapa de ladrillo, revestimiento del solapado y paneles de metal o cemento.

## Sellado de aire

### Requisitos de inspección

Verifique los materiales/ensamblajes de barrera de aire obligatorios.

Materiales aceptables:

- madera contrachapada o OSB de 3/8"
- XPS o tabla de espuma de uretano con revestimiento de aluminio de 1/2"
- tabla de yeso o cemento de 1/2"
- membranas de techo de una sola capa acumuladas, con betún modificado o totalmente adheridas
- cubierta de cemento/arena, estuco o yeso de 1/2"
- hormigón
- lámina de metal
- espuma celular cerrada de 1"
- CMU que esté completamente enlechado o pintado

Verifique que todas las juntas y penetraciones estén enmasilladas, empaquetadas, con burletes o selladas de otra manera.

### Detalles

Las aberturas en la envoltura térmica del edificio (penetraciones de la barrera de aire) pueden ser fuentes de una fuga de aire considerable, lo que resulta en una pérdida importante de aire acondicionado y en la introducción de aire exterior no filtrado. Las siguientes áreas de la envoltura del edificio deben estar selladas, enmasilladas, con juntas o con burletes para minimizar la fuga de aire:

- juntas alrededor del ventanaje y los marcos de las puertas
- uniones entre paredes en esquinas de edificios y entre paredes y cimientos, pisos o techos estructurales, paneles de techo o pared
- aberturas en las penetraciones de los servicios públicos a través de techos, paredes y pisos
- ventanaje y puertas construidas en el sitio
- conjuntos de edificios utilizados como conductos o plénum
- juntas, costuras y penetraciones de los retardadores de vapor.
- todas las demás aberturas en la envoltura del edificio

Preste especial atención a las conexiones de las paredes del techo y a cualquier unión oculta por techos o ductos suspendidos.

*El IECC 2015 (Sección C402.5) requiere que los edificios comerciales creen una envoltura térmica hermética. Al igual que ASHRAE, el IECC tiene requisitos para materiales de barrera de aire y métodos de construcción aceptables.*

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 5.4.3.1.2



### Certificación de las fugas de aire del ventanaje

#### Requisitos de inspección

Verifique que las ventanas, puertas y claraboyas estén certificadas como que cumplen con los requisitos de fugas de aire.

#### Detalles

Las fugas de aire del ventanaje deben estar etiquetadas en el producto. Si la información sobre la fuga de aire no se encuentra en la etiqueta del producto, debe ser proporcionada por el fabricante.

- El IECC 2015 (Sección C402.5) también requiere el etiquetado del ventanaje para fugas de aire.

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 5.4.3.2

 National Fenestration Rating Council® <b>CERTIFIED</b>	<b>World's Best                  Window Co.</b> Millennium 2000+ Vinyl-Clad Wood Frame Double Glazing • Argon Fill • Low E Product Type: <b>Vertical Slider</b>
ENERGY PERFORMANCE RATINGS	
U-Factor (U.S./I-P) <b>0.30</b>	Solar Heat Gain Coefficient <b>0.30</b>
ADDITIONAL PERFORMANCE RATINGS	
Visible Transmittance <b>0.51</b>	Air Leakage (U.S./I-P) <b>0.2</b>
<small>Manufacturer stipulates that these ratings conform to applicable NFC procedures for determining whole product performance. NFC ratings are determined for a fixed set of environmental conditions and a specific product size. NFC does not recommend any product and does not warrant the suitability of any product for any specific use. Consult manufacturer's literature for other product performance information.                  www.nfrc.org</small>	

## Etiquetas de los componentes y documentación de respaldo

### Requisitos de inspección

Verifique que todos los valores R y factores U de los componentes de la envoltura estén etiquetados como certificados o que «otros» componentes tengan documentación de apoyo para los factores U propuestos.

### Detalles

Para ciertos ensamblajes, incluidas paredes, techos o pisos construidos, asegúrese de que cada componente (como el revestimiento de madera contrachapada o ladrillo) esté etiquetado o que se proporcione alguna documentación para demostrar su cumplimiento.

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección A1.1

TABLA A3.1-1 Factores U de montaje para muros de hormigón y paredes de mampostería sobre el nivel del suelo

Tipo y profundidad de ensamblaje	Valor R clasificado de aislamiento solo	Factores U de montaje para 8 pulgadas Peso normal 145 libras/pies cúbicos paredes de hormigón sólido	Factores U de montaje para 8 pulgadas Paredes de bloque de hormigón de peso medio de 115 libras/pies cúbicos: Lechada sólida	Factores U de montaje para 8 pulgadas Paredes de bloque de hormigón de peso medio de 115 libras/pies cúbicos: Lechada parcial (núcleos no aislados excepto donde se especifique)
No Ensamblaje	R-0	U-0.740	U-0.580	U-0.480
	Núcleos sin lechada rellenos de aislamiento de relleno suelto	N/A	N/A	U-0.350
<b>Ensamblaje continuo de metal a 24 pulgadas en el centro horizontal</b>				
1.0 pulgadas	R-0	U-0.414	U-0.359	U-0.318
1.0 pulgadas	R-3.8	U-0.325	U-0.290	U-0.263
1.0 pulgadas	R-5	U-0.314	U-0.281	U-0.255
1.0 pulgadas	R-6.5	U-0.305	U-0.274	U-0.249
1.5 pulgadas	R-11	U-0.267	U-0.243	U-0.223
2.0 pulgadas	R-7.6	U-0.230	U-0.212	U-0.197
2.0 pulgadas	R-10	U-0.219	U-0.202	U-0.188
2.0 pulgadas	R-13	U-0.210	U-0.195	U-0.182
3.0 pulgadas	R-11.4	U-0.178	U-0.167	U-0.157
3.0 pulgadas	R-15	U-0.168	U-0.158	U-0.149
3.0 pulgadas	R-19.0	U-0.161	U-0.152	U-0.144
3.5 pulgadas	R-11.0	U-0.168	U-0.158	U-0.149
3.5 pulgadas	R-13.0	U-0.161	U-0.152	U-0.144
3.5 pulgadas	R-15.0	U-0.155	U-0.147	U-0.140

## Vestíbulos

### Requisitos de inspección

Verifique que las entradas de los edificios se construyan según sea necesario. Tenga en cuenta que los edificios en la CZ2 están exentos de los requisitos de vestíbulo.

### Detalles

Los vestíbulos reducen la pérdida de aire acondicionado cuando las puertas exteriores están abiertas. Las entradas de los edificios se definen en la Sección 3.2 de ASHRAE como «los medios que normalmente se utilizan para acceder al edificio». Por lo tanto, las salidas de las escaleras de incendio, las puertas de acceso para discapacitados y el acceso a las salas mecánicas/eléctricas no se consideran entradas al edificio.

Las entradas de los edificios que separan el espacio acondicionado del exterior deben protegerse con un vestíbulo cerrado. Todas las puertas de entrada y salida del vestíbulo deben estar equipadas con dispositivos de cierre automático. Los vestíbulos deben estar diseñados de tal manera que, cuando una persona pase por el vestíbulo, las puertas interiores y exteriores no se abran al mismo tiempo. Las puertas interiores y exteriores en la posición cerrada deben estar a no menos de 7 pies de distancia.



La envoltura exterior (cristales) de los vestíbulos acondicionados debe cumplir los requisitos de rendimiento térmico de ventanaje exigidos por la zona climática. La envoltura interior y exterior de los vestíbulos no acondicionados debe cumplir los requisitos de un espacio semicalefaccionado.

Hay algunas excepciones a estos requisitos:

- entradas de edificios con puertas giratorias
- puertas no destinadas a ser utilizadas como entrada al edificio
- puertas que se abren directamente desde una vivienda
- entradas de edificios en edificios situados en la CZ2
- entradas de edificios ubicados en la CZ3 que están a menos de cuatro pisos sobre el nivel del suelo y < 10 000 pies cuadrados de área
- puertas que se abren directamente desde un espacio que tiene un área de < 3000 pies cuadrados y está separado de la entrada del edificio

*El IECC 2015 (C402.5.7) requiere que todos los edificios comerciales tengan vestíbulos en las entradas primarias a menos que el edificio o espacio califique para una de las siguientes excepciones: edificios en las CZ 1-2, puertas no para uso público, puertas que se abren desde una vivienda, puertas de un espacio de menos de < 3000 pies cuadrados, puertas giratorias y el uso de cortinas de aire.*

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 5.4.3.4

## Alcance de la opción de enfoque simplificado para sistemas HVAC

### Enfoque

El enfoque simplificado es una vía opcional para el cumplimiento dentro de ASHRAE 90.1. Este enfoque implica 18 requisitos, que se detallan en las páginas siguientes.

Los edificios pueden cumplir con la sección mecánica de ASHRAE 90.1 cuando se cumplen las siguientes condiciones:

- a. El edificio tiene dos pisos o menos de altura.
- b. El área total del piso es menos de 25 000 pies cuadrados.
- c. Cada sistema de HVAC en el edificio debe cumplir con los 18 requisitos.

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 6.3



Este pequeño edificio de oficinas comerciales es un excelente candidato para el enfoque de cumplimiento simplificado.

## 1. Zona única

### Requisitos de inspección

Verifique que cada sistema sirva a una sola zona de HVAC.

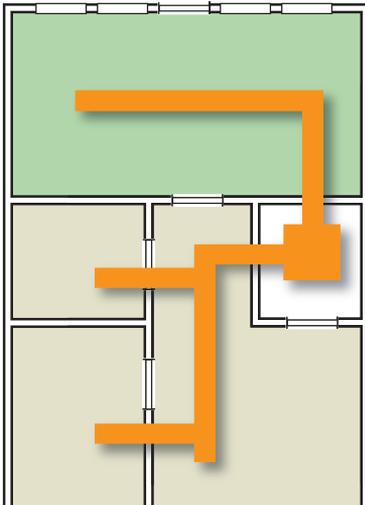
### Detalles

Una zona de HVAC es un espacio o grupo de espacios dentro de un edificio con requisitos de calefacción y refrigeración que son suficientemente similares para que las condiciones deseadas (por ejemplo, temperatura) puedan mantenerse durante todo el tiempo que se use un solo sensor (por ejemplo, termostato o sensor de temperatura).

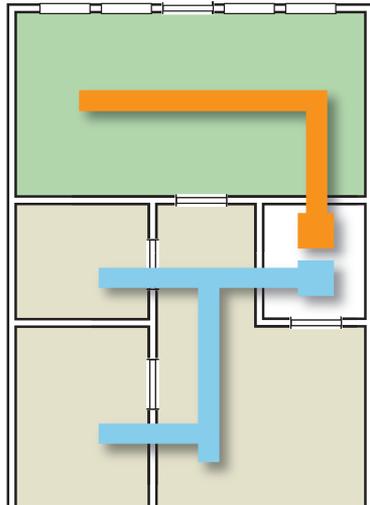
Cada sistema debe tener un solo termostato. Los sistemas mecánicos de múltiples zonas no cumplirían este requisito (y, por lo tanto, no podrían demostrar su cumplimiento utilizando el enfoque simplificado), pero sí los sistemas mecánicos independientes que sirven a cada zona.

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 6.3.2

Espacios mal zonificados



Espacios debidamente zonificados



## 2. Equipo de flujo variable

### Requisitos de inspección

Verifique que el equipo de velocidad variable del ventilador cumpla con los requisitos de control de la Sección 6.5.3.2.1.

### Detalles

DX y las unidades de refrigeración de agua fría que controlan la capacidad de refrigeración mecánica directamente en función de la temperatura del espacio deberán tener un mínimo de dos etapas de control del ventilador. Se aplican las siguientes reglas:

- La velocidad baja o mínima no superará el 66 % de la velocidad máxima.
- A velocidad baja o mínima, el sistema de ventilador no debe consumir más del 40 % de la potencia del ventilador a velocidad máxima.
- Se utilizará una velocidad baja o mínima durante los períodos de baja carga de refrigeración y de funcionamiento con solo ventilación.

Todas las demás unidades, incluidas las unidades de refrigeración DX y las unidades de agua fría que controlan la temperatura del espacio mediante la modulación del flujo de aire, tendrán un control de ventilador modulante. Se aplican las siguientes reglas:

- La velocidad mínima no excederá del 50 % de la velocidad máxima.
- A velocidad mínima, el sistema de ventilador no debe consumir más del 30 % de la potencia a velocidad máxima del ventilador.
- Se utilizará una velocidad baja o mínima durante los períodos de baja carga de refrigeración y de funcionamiento con solo ventilación.

Las unidades que incluyen un economizador en la zona de aire para cumplir con los requisitos de la Sección 6.5.1 deben tener un mínimo de dos velocidades de control del ventilador durante el funcionamiento del economizador.

Se hacen algunas excepciones cuando los requisitos de ASHRAE 62.1 requieren mayores volúmenes de aire exterior o para ventiladores de baja potencia. Consulte la Sección 6.5.3.2.1 para obtener más detalles sobre las excepciones.

**Referencia del Código** ASHRAE 90.1-2013: Sección 6.3.2

### 3. Equipos de refrigeración

#### Requisitos de inspección

Verifique que los documentos de construcción indiquen que los equipos enfriados por aire o por evaporación cumplen con las eficiencias mínimas. Por ejemplo, una bomba de calor o aire acondicionado de 5 toneladas o menos debe tener un mínimo de 13.0 SEER, mientras que una unidad de 10 toneladas debe tener al menos 11.2 EER y 12.9 IEER. Verifique que la instalación en campo coincida con los documentos de construcción. Nota: El equipo enfriado por evaporación raramente se utiliza en el sureste.

#### Detalles

La refrigeración deberá ser proporcionada por un acondicionador de aire de sistema unitario empaquetado o dividido que sea enfriado por aire o por evaporación, con una eficiencia que cumpla con los requisitos que se muestran en ASHRAE 90.1-2013, Tabla 6.8.1-1(acondicionadores de aire), Tabla 6.8.1-2 (bombas de calor), o Tabla 6.8.1-4 (terminales empaquetadas y acondicionadores de aire y bombas de calor de la sala) para la categoría aplicable.

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 6.3.2  
Tabla 6.8.1-1, Tabla 6.8.1-2 o Tabla 6.8.1-4

**TABLA 6.8.1-1 Acondicionadores de aire unitarios y unidades condensadoras de funcionamiento electrónico: requisitos mínimos de eficiencia**

Tipo de equipo	Categoría del tamaño	Tipo de sección de calefacción	Subcategoría o condición de capacidad nominal	Eficiencia mínima	Procedimiento de prueba <sup>a</sup>
Aires acondicionados, enfriados por aire	<65 000 Btu/h <sup>b</sup>	Todo	Sistema dividido	13.0 SEER	ARI 210/240
			Paquete único	13.0 SEER (antes del 1/20/2015) 14 SEER (a partir del 1/1/2015)	
A través de la pared, enfriado por aire	≤30 000 Btu/h <sup>b</sup>	Todo	Sistema dividido	12.0 SEER	
			Paquete único	12.0 SEER	
Conducto pequeño a alta velocidad, enfriado por aire	<65 000 Btu/h <sup>b</sup>	Todo	Sistema dividido	11.0 SEER	
				Resistencia eléctrica (o ninguna)	11.2 EER 11.4 IEER (antes del 1/1/2016) 12.9 IEER (a partir del 1/1/2016)
				Todos los demás	11.0 EER 11.2 IEER (antes del 1/1/2016) 12.7 IEER (a partir del 1/1/2016)



## 4. Economizadores

### Requisitos de inspección

Verifique que las funciones del economizador estén instaladas y que funcionen correctamente como se requiere en la Sección 6.5.1. Nota: Los economizadores son ahora necesarios para la mayoría de los edificios comerciales en las CZ 2-3.

### Detalles

ASHRAE 90.1-2013 ahora requiere economizadores para sistemas de >5 toneladas en las CZ 2-3. (Este es un cambio significativo con respecto al código de energía comercial anterior de Alabama. Muchos más edificios comerciales ahora requieren economizadores).

El sistema de HVAC tendrá un economizador de aire, según se indica en la Tabla 6.5.1. (equipo de 5 toneladas y más en CZ 2A-3A), con los controles indicados en las Tablas 6.5.1.1.3 y con alivio barométrico o eléctrico para evitar la sobrepresurización del edificio. Las compuertas de aire exterior para uso del economizador deberán estar provistas de sellos de lámina y jamba.

Hay 10 excepciones, incluidos los sistemas en ciertos tipos de salas de computación, instalaciones de atención médica y supermercados. Consulte la Sección 6.5.1 para obtener detalles.

Los economizadores de las salas de computación nunca son necesarios en las CZ 2-3. (Consulte la Tabla 6.5.1-2.)

El uso de un economizador puede ser intercambiado por un equipo más eficiente. En la CZ2, los controles del economizador pueden eliminarse utilizando equipos que sean un 17 % más eficientes que el mínimo; en la CZ3, el umbral es de 27 %. (Consulte la Tabla 6.5.1-3.)

**Referencia del Código** ASHRAE 90.1-2013: Sección 6.3.2 y 6.5.1

### Resumen de la Tabla 6.5.1 excepciones del economizador:

1. Equipo <5 toneladas.
2. Sistemas de tratamiento de aire sin partículas.
3. Hospitales y centros quirúrgicos.
4. Amplios sistemas de recuperación de calor de condensador.
5. Sistemas residenciales de poca capacidad.
6. La carga sensible es pequeña en comparación con 60F.
7. Sistemas funcionando <20 horas/semana.
8. Supermercados y cajas refrigeradas.
9. Equipo más eficiente (37 % en CZ3A).
10. La mayoría de los sistemas que sirven a las salas de informática.
11. Sistemas de salas de computadoras dedicadas.



## 5. Equipo de calefacción

### Requisitos de inspección

Verifique que los documentos de construcción indiquen que el equipo de calefacción cumple con las eficiencias mínimas.

Verifique que la instalación en campo coincida con los documentos de construcción.

### Detalles

La calefacción se debe suministrar a través de lo siguiente:

- bomba de calor unitaria empaquetada o de sistema dividido que cumple con los requisitos de eficiencia aplicables que se muestran en la Tabla 6.8.1-2 (bombas de calor) o en la Tabla 6.8.1-4 (terminales empaquetadas y acondicionadores de aire de la sala y bombas de calor)
- horno de combustible que cumple con los requisitos de eficiencia aplicables que se muestran en la Tabla 6.8.1-5 (hornos, hornos de conducto y calefactores)
- calentador de resistencia eléctrica
- sistema de zócalo conectado a una caldera que cumpla con los requisitos de eficiencia aplicables que se muestran en la Tabla 6.8.1-6 (calderas)

**Referencia del Código** ASHRAE 90.1-2013: Sección 6.3.2,  
Tabla 6.8.1A, Tabla 6.8.1B o Tabla 6.8.1D;  
Tabla 6.8.1-2 (requisitos de la bomba de calor)

## 6. Recuperación de energía del aire de salida

### Requisitos de inspección

Verifique que la recuperación de energía esté instalada en los sistemas de aire de salida según sea necesario.

### Detalles

El sistema deberá cumplir los requisitos de recuperación de energía del aire de salida de la Sección 6.5.6.1.

Cada sistema de ventilación tendrá un sistema de recuperación de energía cuando la tasa de flujo de aire de suministro del sistema exceda el valor indicado en las Tablas 6.5.6.1-1 y 6.5.6.1-2, basado en la zona climática y en el porcentaje de flujo de aire exterior en las condiciones de diseño. En general, esto significa sistemas muy grandes, sistemas con un gran volumen de aire exterior, o sistemas que funcionan más de 8000 horas al año.

La Tabla 6.5.6.1.-1 se utiliza para todos los sistemas de ventilación que funcionan menos de 8000 horas al año. La Tabla 6.5.6.1-2 se utiliza para todos los sistemas de ventilación que funcionan 8000 o más horas al año.

Los sistemas de recuperación de energía deben tener una eficacia de recuperación de energía de al menos el 50 %. El cincuenta por ciento de la eficacia de la recuperación de energía significa un cambio en la entalpía del suministro de aire exterior equivalente al 50 % de la diferencia entre las entalpías de aire exterior y de aire de retorno en las condiciones de diseño.

Se deben tomar medidas para evitar o controlar el sistema de recuperación de energía para permitir el funcionamiento del economizador de aire como se requiere en la Sección 6.5.1.1.

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 6.3.2

**TABLA 6.5.6.1.-1 Requisitos de recuperación de energía del aire de salida para sistemas de ventilación que funcionan menos de 8000 horas al año**

% de aire exterior a una tasa de flujo de aire de diseño completo	≥10 % y <20 %	≥20 % y <30 %	≥30 % y <40 %	≥40 % y <50 %	≥50 % y <60 %	≥60 % y <70 %	≥70 % y <80 %	≥80 %
Tasa de flujo de aire de suministro de diseño (cfm) para las CZ 2-3	≥26 000	≥16 000	≥5500	≥4500	≥3500	≥2000	≥1000	≥0

**TABLA 6.5.6.1-2 Requisitos de recuperación de energía del aire de salida para sistemas de ventilación que operan más o igual a 8000 horas por año**

% de aire exterior a una tasa de flujo de aire de diseño completo	≥10 % y <20 %	≥20 % y <30 %	≥30 % y <40 %	≥40 % y <50 %	≥50 % y <60 %	≥60 % y <70 %	≥70 % y <80 %	≥80 %
Tasa de flujo de aire de suministro de diseño (cfm) para las CZ 2-3	≥2500	≥2000	≥1000	≥500	>0	>0	>0	>0

## 7. Controles del termostato

### Requisitos de inspección

Verifique que el sistema esté controlado por un cambio manual o por un termostato con doble punto de ajuste.

### Detalles

Un termostato programable típico cumplirá con estos requisitos porque el control requiere que el usuario cambie manualmente de calefacción a refrigeración.

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 6.3.2



## 8. Calor suplementario

### Requisitos de inspección

Verifique que la función de calefacción suplementaria de la bomba de calor (resistencia eléctrica auxiliar) tenga un sistema de control de bloqueo adecuado. Este requisito solo es aplicable si se instalan bombas de calor. Si es así, los proyectos deben usar algún dispositivo de control (como un dispositivo de bloqueo de temperatura exterior) capaz de restringir el calor de resistencia auxiliar suplementario para que no funcione cuando el compresor de la bomba de calor pueda soportar la carga.

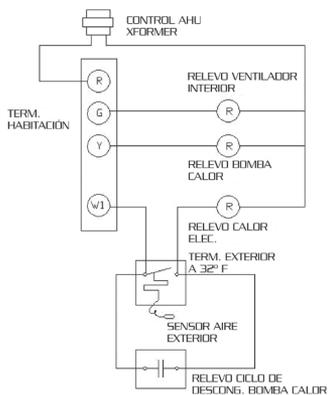
### Detalles

Las bombas de calor con resistencia eléctrica auxiliar de calor deben tener controles que impidan el funcionamiento suplementario del calefactor cuando la carga de calefacción puede ser alcanzada por la bomba de calor sola. Se permite la operación suplementaria del calefactor durante los ciclos de descongelamiento de la bobina al aire libre. La bomba de calor debe ser controlada por cualquiera de los dos siguientes dispositivos:

1. un termostato digital o electrónico diseñado para uso con bomba de calor que energiza el calor auxiliar solo cuando la bomba de calor no tiene capacidad suficiente para mantener el punto de ajuste o para calentar el espacio a una velocidad suficiente
2. un termostato de espacio de varias etapas y un termostato de aire exterior conectados para energizar el calor auxiliar solo en la última etapa del termostato de espacio y cuando la temperatura del aire exterior es inferior a 40 °F

Hay una excepción para algunos equipos certificados por NAECA.

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 6.3.2



Esquema de cableado de muestra para el bloqueo eléctrico de las bombas de calor

## 9. Recalentamiento

### Requisitos de inspección

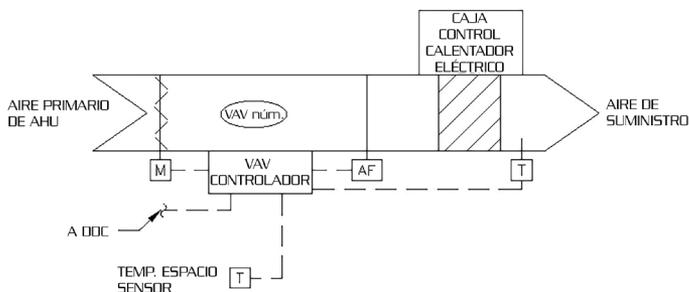
Verifique que los controles del sistema no permitan el recalentamiento o cualquier otra forma de calefacción y refrigeración simultánea para el control de la humedad.

### Detalles

Un sistema puede no enfriarse y luego recalentar el aire para controlar la humedad. Un ejemplo de esto se ve comúnmente en las escuelas donde un 100 % de la unidad de aire exterior en la azotea se enfría y luego recalienta el aire.

En general, el recalentamiento está prohibido (con algunas excepciones, como la energía solar en el sitio), ya que se dispone de medios más eficientes de deshumidificación. Si se desea recalentar para el control de la humedad, se debe utilizar la vía normativa para demostrar el cumplimiento.

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 6.3.2



1  
MS02.0

CAJA TÍPICA VAV CON DIAGRAMA DE CONTROL DE RECALENTAMIENTO ELÉCTRICO  
ESCALA: NINGUNO

El recalentamiento está prohibido por el enfoque simplificado y tiene aplicaciones limitadas en el enfoque normativo.

## 10. Control del reloj

### Requisitos de inspección

Verifique que se hayan instalado los controles del reloj apropiados.

### Detalles

Los sistemas con una capacidad de refrigeración o calefacción superior a 15 000 BTU/h y una potencia del motor del ventilador de suministro superior a 0.75 hp deben tener un control del reloj que cumpla los cinco requisitos siguientes:

1. Puede iniciar y detener el sistema en diferentes horarios para siete tipos de días diferentes por semana.
2. Es capaz de mantener la programación y el ajuste de tiempo durante una pérdida de energía durante un período de al menos diez horas.
3. Incluye un mando manual accesible que permite el funcionamiento temporal del sistema durante un máximo de dos horas.
4. Es capaz de reducir la temperatura a 55 °F durante las horas no laborables.
5. Es capaz de ajustar la temperatura a 90 °F durante las horas no laborables.

Los cuartos de huéspedes de hotel/motel y los espacios que requieren un funcionamiento continuo se encuentran exentos.

**Referencia del Código** ASHRAE 90.1-2013: Sección 6.3.2



## 11. Aislamiento de la tubería

### Requisitos de inspección

Verifique que el aislamiento en las tuberías esté instalado y protegido correctamente.

Nota: Las tuberías del refrigerante requieren aislamiento, y el aislamiento debe estar protegido de los elementos (por ejemplo, viento, lluvia, rayos UV solares).

### Detalles

Las tuberías de HVAC deben aislarse de acuerdo con las Tablas 6.8.3-1 y 6.8.3-2. El aislamiento expuesto a la intemperie debe estar protegido con aluminio, lámina de metal, lona pintada o cubierta de plástico. El aislamiento de espuma celular debe estar protegido como el anterior o pintado con una capa que sea resistente al agua y que proteja de la radiación solar.

Las tuberías dentro de las unidades del fabricante están exentas.

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 6.3.2



## 12. Aislamiento de conductos

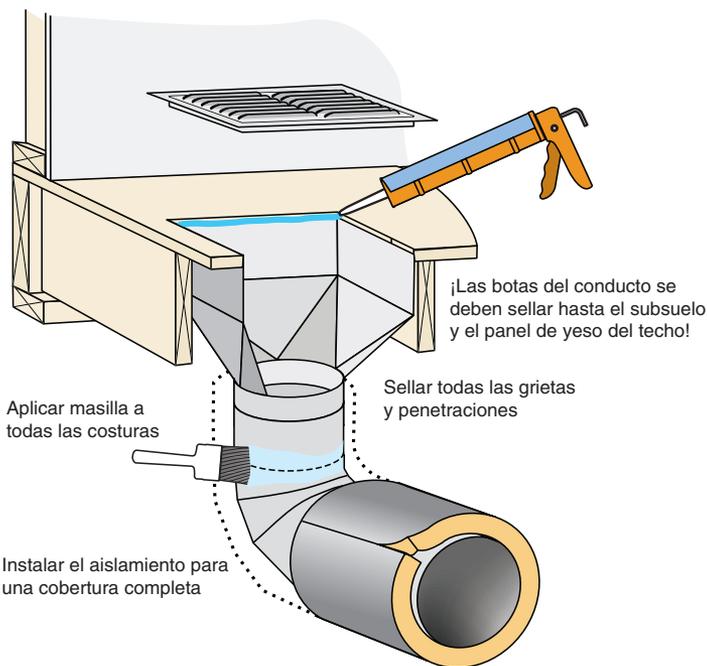
### Requisitos de inspección

Verifique que la red de conductos y el plénum estén aislados y sellados según sea necesario. R-6 cumplirá con todas las condiciones de las CZ 2-3. Asegúrese de que la barrera de aire del conducto (revestimiento, tabla del conducto, etc.) haya sido sellada con aire mediante la inspección visual de los collares, conectores, costuras y plénum del sistema de conductos.

### Detalles

La red de conductos y el plénum deben aislarse de acuerdo con las Tablas 6.8.2-1 y 6.8.2-2. La red de conductos debe estar sellada de acuerdo con la Sección 6.4.4.2.1.

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 6.3.2



### 13. Informe de equilibrio de aire

#### Requisitos de inspección

Verifique que los documentos de construcción requieran que se proporcione un informe de equilibrio de aire al propietario del edificio (o a su representante) para todos los sistemas de HVAC.

Solicitar informe en la inspección mecánica final.

#### Detalles

Los documentos de construcción requerirán que el sistema de conductos esté equilibrado de acuerdo con los procedimientos aceptados por la industria. Por lo general, este flujo de aire medido está dentro del 10 % del diseño de CFM.

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 6.3.2

Ejemplo de prueba e informe de equilibrio

<b>AIRE-BAL</b>				
<b><u>AIR MOVING EQUIPMENT TEST SHEET</u></b>				
Project: <u>Chastain Tennis Center</u> Location: <u>Fulton Co., GA</u> Date: <u>8/23/10</u>				
Unit No.	AHU-1		DH-1	
Location	Mechanical Room		Mechanical Room	
Manufacturer	Trane		Honeywell	
Model No.	4TEE3F65B1000		DH150	
Serial No.	100831331V		D1009764	
Operating Conditions	Specified	Actual	Specified	Actual
Total CFM	1820	1835	---	---
Return CFM	1420	1442	---	---
O.S.A. CFM	400	393	---	---
Ext. S.P.	.60"	.71"	---	.27"
Suction Press.	---	.49"	---	.43"
Disch. Press.	---	.22"	---	-.16"
Fan Sheave	---	D.D.	---	D.D.
Motor Sheave	---	D.D.	---	D.D.
Belts	---	D.D.	---	D.D.
Motor Manuf.	---	G.E.	---	G.E.
Motor Size	1.0	1.0	160W	160W
Voltage	208	207	120	120
Phase	1	1	1	1
Motor RPM	MED	MED/HI	HIGH	HIGH
Operating Conditions	Rated	Running	Rated	Running
Amperage	7.0	2.4	1.4	1.0
Fan RPM	MED	MED/HI	HIGH	HIGH

## 14. Compuertas automáticas

### Requisitos de inspección

Verifique que los sistemas de ventilación y salida tengan una compuerta de gravedad o motorizada según sea necesario.

### Detalles

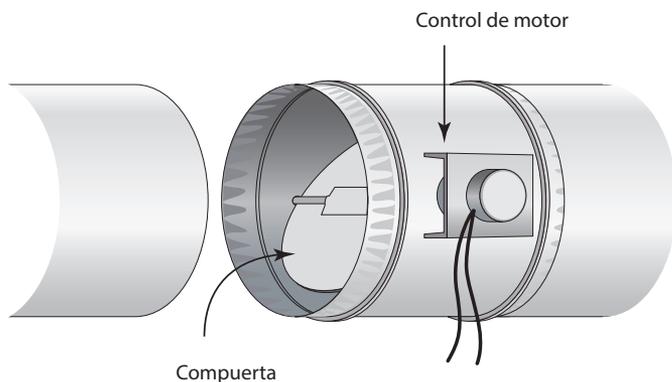
Los sistemas de entrada y salida de aire exterior deberán cumplir los requisitos de la Sección 6.4.3.4.

Todos los sistemas de entrada y salida de aire exterior estarán equipados con compuertas motorizadas que se cerrarán automáticamente cuando no se utilicen los sistemas o espacios a los que se preste servicio.

Las compuertas de gravedad de retroceso no motorizadas se aceptan para la salida y escape en edificios de menos de tres pisos y para tomas de aire de ventilación y compuertas de salida/escape en edificios de cualquier altura ubicados en las CZ 2-3 y en sistemas con una capacidad de entrada o salida de aire exterior de diseño de 300 cfm o menos.

No se necesitan compuertas en los sistemas de ventilación o escape que proveen a espacios no acondicionados ni en los sistemas de salida que proveen a campanas de cocina «tipo 1».

**Referencia del Código** ASHRAE 90.1-2013: Sección 6.3.2



## 15. Termostatos bloqueados

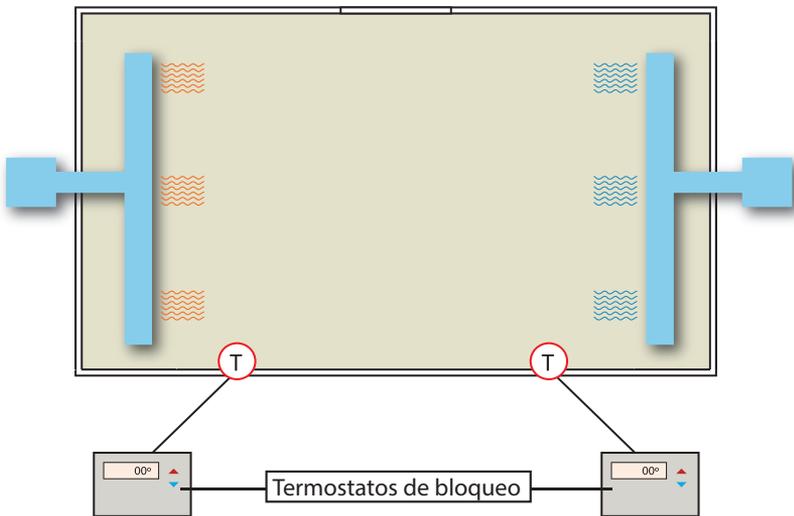
### Requisitos de inspección

Verifique que los sistemas de termostato en la misma zona se puedan trabar. Un ejemplo en el que esto sería aplicable es una sala de conferencias provista por dos sistemas. Los controles del sistema deben estar trabados para evitar el calentamiento de una unidad y el enfriamiento de otra al mismo tiempo.

### Detalles

Cuando un equipo de calefacción y refrigeración independiente provee al mismo espacio o zona, los termostatos deberán estar trabados para evitar el calentamiento y el enfriamiento simultáneos.

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 6.3.2



Los termostatos trabados evitan el calentamiento y enfriamiento simultáneo mediante sistemas separados.

## 16. Controles de arranque óptimos

### Requisitos de inspección

Verifique que los sistemas con una capacidad de suministro de aire de diseño >10 000 cfm tengan controles de arranque óptimos.

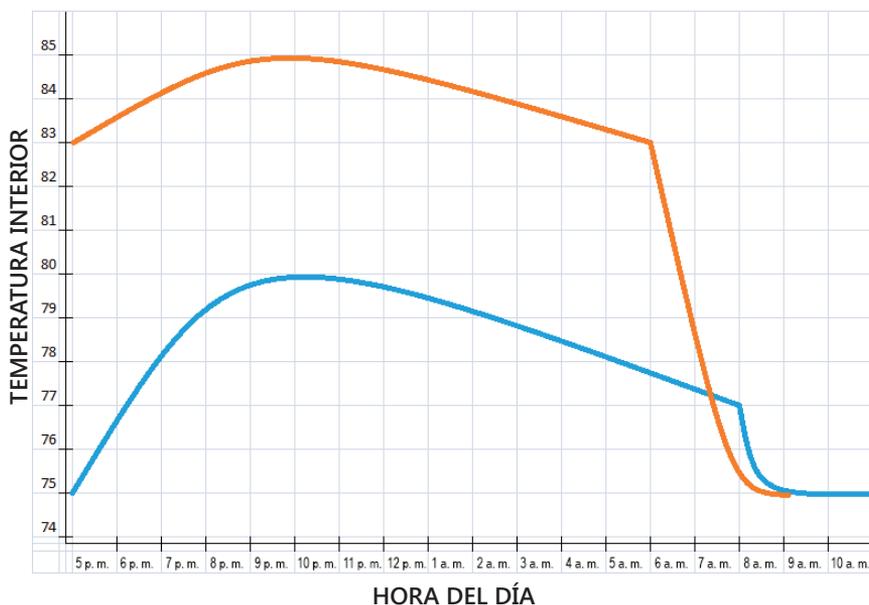
### Detalles

Los sistemas con una capacidad de suministro de aire de diseño superior a 10 000 pcm deben tener controles de arranque óptimo.

Un sistema de 10 000 cfm por lo general tendrá 25 toneladas de enfriamiento o más. Estos sistemas requieren un termostato o sistema de control inteligente para proporcionar una capacidad de arranque óptimo. A veces denominados «aprendizaje adaptativo», estos controles están diseñados para ajustar automáticamente la hora de inicio de un sistema de HVAC cada día con la intención de llevar el espacio a los niveles de temperatura ocupados deseados inmediatamente antes de la ocupación programada. Por ejemplo, un edificio que se retrasa durante el fin de semana probablemente requerirá una hora de inicio diferente (más temprana) para que el sistema se recupere el lunes por la mañana que en otros días de la semana.

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 6.3.2

### Recuperación de arranque óptimo de la temporada de enfriamiento



## 17. Ventilación controlada por la demanda

### Requisitos de inspección

Verifique que los sistemas de ventilación controlados por la demanda se instalen según sea necesario.

### Detalles

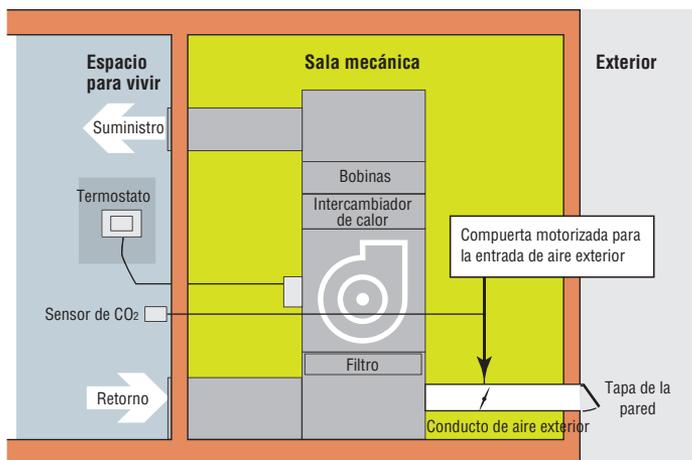
Se requiere ventilación de control por demanda (DCV) para espacios de más de 500 pies cuadrados y que tengan una ocupación de diseño para una ventilación de más de 25 personas por cada 1000 pies cuadrados del área del piso. Además, estos espacios deben ser provistos por sistemas con uno o más de los siguientes elementos:

- economizador de aire
- control automático de modulación de la compuerta de aire exterior.
- flujo de aire exterior de diseño superior a 3000 cfm.

Se prevén excepciones:

- sistemas con recuperación de energía del aire de salida conforme a la Sección 6.5.6.1.
- sistemas multizona sin control digital directo (DDC) de zonas individuales que se comunican con un panel de control central
- sistemas con un flujo de aire exterior de diseño inferior a 750 pcm
- espacios donde se requiere >75 % del flujo de aire exterior de diseño para el aire de reposición que es aire de salida o de transferencia (requerido para el aire de reposición que sale de otros espacios)
- celdas correccionales, guarderías, laboratorios de ciencias, peluquerías, salones de belleza y de uñas, y el área de asientos del boliche

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 6.3.2



## 18. Interruptores de las puertas

### Requisitos de inspección

Verifique que el sistema cumpla con los requisitos del interruptor de la puerta.

### Detalles

Cualquier espacio acondicionado con una puerta que se abra al exterior debe estar provisto de los siguientes controles cuando la puerta está abierta:

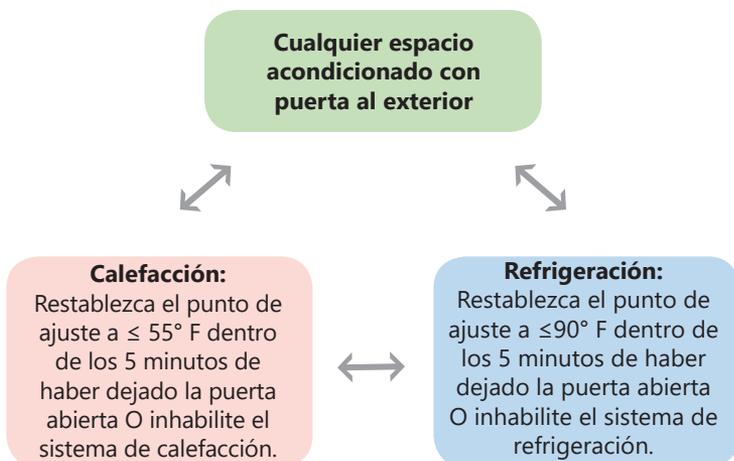
- Desactiva el calentamiento mecánico o restablece el punto de ajuste de calentamiento a 55 °F o menos dentro de los cinco minutos de haber dejado abierta la puerta.
- Desactiva el enfriamiento mecánico o restablece el punto de ajuste de enfriamiento a 90 °F o más dentro de los cinco minutos de haber dejado abierta la puerta.

La refrigeración mecánica puede permanecer habilitada si la temperatura del aire exterior está por debajo de la temperatura del espacio. Esto incluye puertas con más de la mitad de vidrio.

Se prevén excepciones:

- entradas de edificios con dispositivos de cierre automático
- cualquier espacio sin termostato
- alteraciones en edificios existentes
- muelles de carga

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 6.3.2



## Calentamiento de agua de servicio

### Requisitos de inspección

Confirme lo siguiente:

- La eficiencia mínima cumple con la Tabla 7.8.
- El sistema de agua caliente se clasifica según la guía de clasificación del fabricante.
- Se requiere aislamiento de tuberías en: todos los sistemas de circulación; primeros 8 pies de tubería de salida, tubería de entrada a través de trampa de calor y tubería calefaccionada externamente (por ejemplo, traza de calor o impedancia).
- Los primeros 8 pies de la tubería de salida se aíslan a 1/2 pulgada si el diámetro nominal de la tubería es < 1.5 pulgada, a 1 pulgada si la tubería es más grande.
- La temperatura de almacenamiento de agua caliente se ajusta hasta 120 °F o menos. (La temperatura de salida de la grifería del lavabo en los baños públicos se limita a 110 °F).
- Se proporcionan trampas de calor en la entrada y salida de los tanques de almacenamiento.

### Detalles

Los equipos de calefacción de agua deberán cumplir los requisitos de aislamiento y control de las Secciones 7.4.3 y 7.4.4.

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 7.4.3 y 7.4.4



## Conductores de alimentación y derivación

### Requisitos de inspección

Verifique que los conductores de alimentación y los conductores de derivación hayan sido diseñados para cumplir con los requisitos de caída de tensión máxima. El voltaje necesario, la fase y la longitud del circuito dictan el tamaño del cable.

### Detalles

Los conductores de alimentación deben estar diseñados para una caída de tensión máxima del 2 %.

Los conductores de derivación han sido diseñados para una caída de tensión máxima del 3 %.

### Referencia del Código

ASHRAE 90.1-2013: Sección 8.4.1.1 y 8.4.1.2

### Cálculo de la caída de tensión: conductor de derivación monofásica

**I:** amperaje, también conocido como VD actual: Caída de tensión

**R:** resistividad del cable, tomada del Capítulo 9 de NEC, Tabla 8

**L:** longitud de ejecución; la caída por lo general se calcula cada 1000 pies de longitud

**CM:** milésimas de pulgada circulares de cable, medidas del diámetro (espesor) del cable, disponible de las tablas de NEC

**K:** constante de resistividad : 12 para el cobre, 18 para el aluminio

### Ejemplo usando $VD = (2 * L * R * I) / 1000$ pies

Encuentre la caída de tensión en un circuito de derivación monofásico de 120/240 voltios, de cobre N.º 6 THWN, de 3 hilos, de 100 pies de longitud y con una carga de 60 A.

Utilice la fórmula anterior y reemplace los valores dados.

$$VD = (2 * 100' * .491 * 60) / 1000' = 5892 \text{ voltios}$$

La caída de tensión es de 5892 voltios, ahora tenemos que comprobar el % de la tensión total.

$$\% = (VD / V) * 100$$

La sustitución de valores nos da:  $(5.892 \text{ Voltios} / 240 \text{ Voltios}) * 100 = 2.46 \%$ .

Tamaño del cable	Tipo de aislamiento	Ampacidad
14	TW, THW, THW	15
12	TW, THW, THW	20
10	TW, THW, THW	30
8	TW	40
8	THW, THWN	45
6	TW	55
6	THW, THWN	65
4	THW, THWN	85
2	TW	100
2	THW, THWN	115
1	THW, THWN	130
2/0	THW, THWN	175

*Ampacidad = corriente permitida*

## Control automático del receptáculo

### Requisitos de inspección

Verifique que lo siguiente se controle de forma automática:

- al menos el 50 % de todos los receptáculos de 125 voltios de 15 y 20 amperios en todas las oficinas privadas, salas de conferencias, salas utilizadas principalmente para impresión y copiado, salas de descanso, aulas y estaciones de trabajo individuales
- al menos el 25 % de los alimentadores de circuitos derivados instalados para muebles modulares que no se muestran en los documentos de construcción

### Detalles

Los controles automáticos deben funcionar de manera programada utilizando un dispositivo de control operado según la hora del día que apague los receptáculos a horas programadas específicas. Se debe proporcionar un programa independiente para las áreas controladas (de un solo piso) de más de 5000 pies cuadrados, y el ocupante debe ser capaz de anular manualmente el dispositivo de control durante un máximo de dos horas.

Alternativamente, los controles pueden usar un sensor de ocupación que apague los receptáculos dentro de los 20 minutos de que todos los ocupantes salgan de un espacio o una señal automatizada de otro control o sistema de alarma que apague los receptáculos dentro de los 20 minutos después de determinar que el área está desocupada.

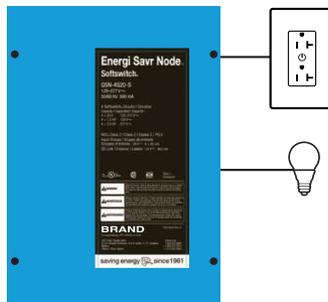
Los receptáculos controlados deben estar distribuidos de manera uniforme por todo el espacio y marcados permanentemente para diferenciarlos visualmente de los receptáculos no controlados. Nota: No se utilizarán dispositivos que se enchufan para cumplir estos requisitos.

Los receptáculos para lo que se detalla a continuación *no* necesitan un dispositivo de control automático:

- receptáculos designados específicamente para equipos que requieren un funcionamiento continuo (24 horas al día, 365 días al año)
- espacios en los que un control automático podría poner en peligro la seguridad de la habitación o de los ocupantes

Referencia del Código

ASHRAE 90.1-2013: Sección 8.4.2



## Monitoreo eléctrico de energía

### Requisitos de inspección

Verifique que haya dispositivos de medición instalados en los edificios nuevos para monitorear el uso de energía eléctrica para cada uno de los siguientes puntos por separado:

- a. energía eléctrica total
- b. sistemas de HVAC
- c. iluminación interior
- d. iluminación exterior
- e. circuitos del receptáculo

### Detalles

Para edificios con inquilinos, estos sistemas deben ser monitoreados por separado para el edificio total y para cada inquilino individual (sin incluir los sistemas compartidos).

Nota: Como excepción, hasta el 10 % de la carga para cada uno de los componentes de las categorías b, c, d y e (arriba) puede provenir de otras cargas.

El uso de energía eléctrica para todas las cargas especificadas se debe registrar como mínimo cada 15 minutos y se debe informar por lo menos cada hora, día, mes y año. Los datos de cada espacio de inquilino se pondrán a disposición de dicho inquilino y el sistema deberá ser capaz de mantener todos los datos recolectados durante un mínimo de 36 meses.

Las siguientes excepciones a este requisito se aplican a:

1. edificios de menos de 25 000 pies cuadrados.
2. espacios individuales para inquilinos de menos de 10 000 pies cuadrados.
3. viviendas
4. edificios residenciales con menos de 10 000 pies cuadrados de área común.
5. derivaciones críticas y del equipo del Artículo 517 del NEC

Referencia del Código

ASHRAE 90.1-2013: Sección 8.4.3

## Cálculo de la potencia de iluminación

### Requisitos de inspección

Verifique que el presupuesto de potencia de iluminación interior se calculó correctamente para reflejar la categoría del área del edificio o las categorías espacio por espacio y el vatio permitido.

### Detalles

El presupuesto de potencia de iluminación interior se basa en el tipo de espacio o de uso del edificio y puede calcularse utilizando el método del área de construcción o el método de espacio por espacio (SbS).

El método del área de construcción multiplica el área del edificio por la densidad de potencia de iluminación permitida (LPD, Tabla 9.5.1). El resultado es el presupuesto de iluminación interior del edificio, y el vatio se puede utilizar en cualquier lugar dentro del edificio para suministrar energía a los accesorios de iluminación. Si se utiliza el método del área de construcción, las opciones de COMcheck para el tipo de construcción son limitadas; por lo tanto, el funcionario encargado de los códigos debe verificar que la designación seleccionada por el equipo del proyecto sea apropiada.

El método SbS requiere que cada espacio del edificio sea identificado y multiplicado por el correspondiente LPD permitido (Tabla 9.6.1). Cuando se utiliza el método SbS, el cálculo de la relación de cavidad de la sala (RCR) permite aumentar el espacio LPD. Esto requiere que el RCR calculado para la sala sea mayor que el umbral de RCR para ese tipo de espacio (Tabla 9.6.1). El presupuesto de potencia de iluminación interior es la suma de la potencia de iluminación de todos los espacios y subespacios.

Además de la tolerancia de geometría de la sala (RCR), cuando se utiliza el enfoque SbS, se permite una potencia de iluminación adicional en determinados espacios para el uso de iluminación decorativa. Además, las áreas de venta al por menor reciben una asignación básica más vatio adicional dependiendo del tipo de mercadería que se venda. Además, el uso voluntario de controles mejorados (como la regulación continua en oficinas abiertas) recibe vatios adicionales para esas aplicaciones (Tabla 9.6.3).

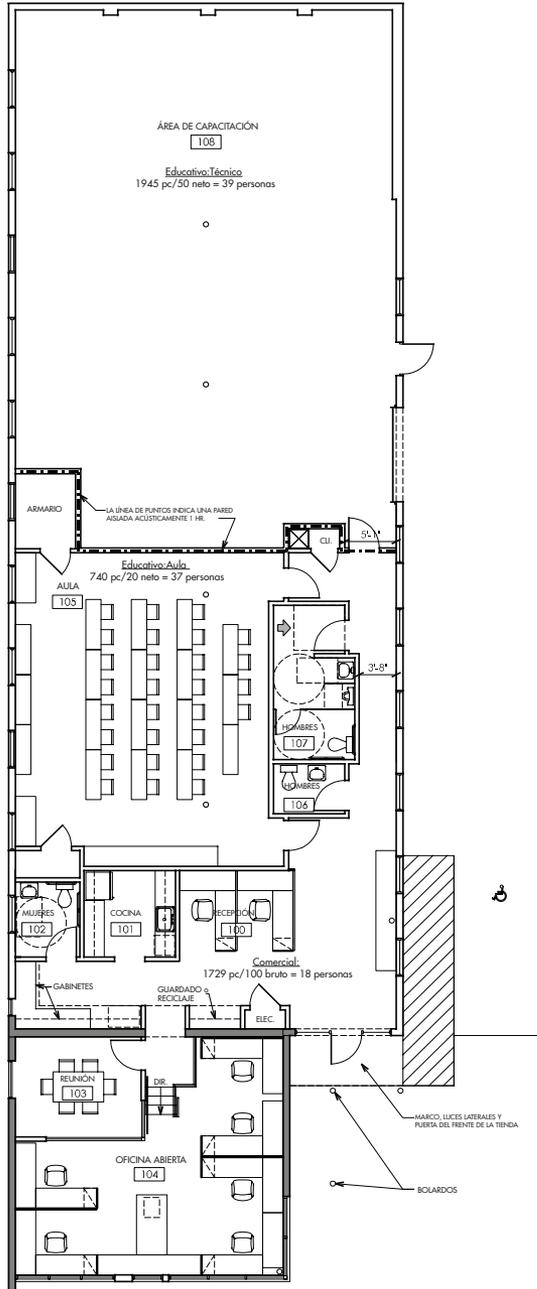
COMcheck es muy útil y se recomienda encarecidamente para calcular y documentar el presupuesto de energía de iluminación.

- El enfoque de cálculo del presupuesto de energía para la iluminación interior de edificios del IECC 2015 es similar al de ASHRAE 90.1. IECC proporciona tablas para los cálculos del área de construcción (C405.4.2(1)) o espacio por espacio (C405.4.2(2)). El ajuste de la relación de cavidad de la sala no está disponible en el IECC. Sin embargo, el cálculo espacio por espacio proporciona vatios adicionales a través del enfoque de potencia de iluminación interior adicional (C405.4.2.2.1).*

COMcheck permitirá a los usuarios calcular el presupuesto de iluminación mediante el enfoque IECC o ASHRAE. Asegúrese de seleccionar el código de referencia adecuado cada vez que se cree un nuevo informe en COMcheck.

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 9.2

Método espacio por espacio



## Vatio de la iluminación interior y exterior instalada

### Requisitos de inspección

Verifique que el programa de accesorio de iluminación interior cumpla con el presupuesto permitido y lo que está instalado en el campo. Verifique que el informe COMcheck (si corresponde) refleje los accesorios instalados presentes en la inspección final.

### Detalles

ASHRAE 90.1-2013 requiere que los vatios de los accesorios de iluminación instalados se calculen de acuerdo con las normas del código.

Se aplican los siguientes criterios:

- Las luminarias de tensión de alimentación se calculan según los vatios de la luminaria indicados por el fabricante, a menos que haya un balasto o un transformador independiente con una tensión nominal diferente.
- Las luminarias con un balasto o dispositivo de control independiente se calculan al valor de funcionamiento nominal máximo de la combinación de lámpara y balasto.
- La iluminación de baja tensión con canales de barras colectoras que se enchufan se calcula a 30 vatios por pie lineal o la tensión del transformador (lo que sea mayor).

COMcheck es útil para documentar los vatios de las lámparas instaladas y realizar los cálculos necesarios. Si hay un informe disponible de COMcheck, verifique que el tipo de lámpara instalada y los vatios coincidan con los planos de construcción y el presupuesto de vatios del edificio. La iluminación instalada debe reflejar el contenido del certificado de cumplimiento de iluminación interior y potencia de COMcheck (si está disponible).

Consulte ASHRAE 90.1-2013 Sección 9.1.4 para las excepciones a estas reglas.

*El IECC 2015 requiere que se sigan ciertas reglas a la hora de calcular la potencia total de iluminación interior instalada. Las luminarias se calculan de la siguiente manera:*

- *Luminarias de base roscada = vatios etiquetados de luminarias.*
- *Iluminación de baja tensión = vatio del transformador.*
- *Iluminación de baja tensión con canales de barras colectoras = 30 vatios por pie lineal o la tensión de las luminarias (lo que sea mayor).*
- *Todos los demás deben proporcionar documentación de los vatios del fabricante.*

Consulte IECC 2015 Sección C405.4.1 para las excepciones a estas reglas.

**Referencia del Código** ASHRAE 90.1-2013: Sección 9.1.4

## Ejemplos de la iluminación interior y exterior instalada



Para las bombillas de base roscada, independientemente de los vatios, la potencia instalada del accesorio al que se conectan se calculará según los vatios nominales del fabricante para la luminaria.



Las luminarias con un balasto de control independiente se calcularán como la entrada de funcionamiento máxima del balasto o del transformador.



La iluminación de baja tensión con canales de barras colectoras que se enchufan se calculará a los vatios de la luminaria (mínimo de 30 vatios por pie lineal) o los vatios del transformador o dispositivo limitador de corriente (lo que sea mayor).

### Cumplimiento del vatio de iluminación

#### Requisitos de inspección

Verifique que el total de vatios de iluminación interior propuesto no exceda el permitido por el certificado de cumplimiento de COMcheck. Luego, confirme que la iluminación instalada se ajusta a los vatios de diseño propuestos.

#### Detalles

Si el solicitante del permiso ha brindado un informe de COMcheck, verifique que aparezca «Iluminación interior APROBADA» para verificar que el diseño de iluminación cumple con el certificado de cumplimiento de COMcheck.

Referencia del Código ASHRAE 90.1-2013: Sección 9.2.2.3

#### Sección 2: Iluminación interior y cálculo de energía

A	B	C	D
	Área de piso	Vatios permitidos/ft2	Vatios permitidos
Escuela/universidad	7673	1.2	9208
Total vatios permitidos =			9208

#### Sección 3: Esquema de accesorios de iluminación interior

A	B	C	D	E
Id. de accesorio: Descripción/lámpara/vatios por lámpara/balasto	Lámparas/ accesorio	Cant. de accesorios	Accesorio (C X D) Vatios	
Escuela/universidad (7673 pies cuadrados)				
Fluorescente lineal 1: B2: Aulas/otros/electrónica	2	69	34	2346
Fluorescente compacto 1: C1D: Aulas/conferencia/triple 4 pines 32 V/electrónica	1	30	32	960
Fluorescente compacto 2: C2: Entrada/pasillos/escaleras/triple 4 pines 32 V/electrónica	1	38	32	1216
Fluorescente compacto 3: C4: Baños/escaleras/triple 4 pines 42 V/electrónica	1	21	42	882
Fluorescente lineal 2: E1/E2: Salas mecánicas 148" T8 32 V/electrónica	2	10	64	640
HID 1: F1: Cúpula/haluro metálico 250 V/estándar	1	2	250	500
Vatios totales propuestos =				6544

#### Sección 4: Lista de verificación de requisitos

##### Vatios de iluminación:

- 1. El total de vatios propuesto debe ser inferior o igual al total de vatios permitidos.

Vatios permitidos	Vatios propuestos	Cumple.
9208	6544	SI

## Señales de salida

### Requisitos de inspección

Verifique que las señales de SALIDA sean de 5 vatios o menos por lado.

### Detalles

Sin indicarlo explícitamente, estos vatios máximos probablemente solo pueden alcanzarse mediante la instalación de tecnología LED.

**Referencia del Código** Esto se ha eliminado de ASHRAE 90.1-2013 pero está en IECC 2015 (C405.3).



## Controles de iluminación interior

### Requisitos de inspección

Verifique que los controles de iluminación instalados en el edificio cumplan con los requisitos de cada espacio y función según sea necesario.

### Detalles

ASHRAE ha realizado importantes actualizaciones en los requisitos de control de iluminación para edificios comerciales. ASHRAE 90.1-2013 requiere que cada espacio en un edificio tenga ciertos tipos de controles de iluminación en su lugar. Estas funciones de control se enumeran por tipo de espacio en la Tabla 9.6.1.

Los tipos de control requeridos para cada espacio se indican con el símbolo «REQ». Todos los controles especificados como REQ son obligatorios. El símbolo «ADD1» indica que el usuario debe elegir una de las funciones de control de iluminación adicionales para el espacio. El símbolo «ADD2» indica que el usuario debe elegir al menos una función de control adicional más para el espacio.

Estas funciones de control de iluminación incluyen las siguientes: control local; restringido a encendido manual; restringido a encendido parcial automático; control de iluminación de dos niveles; controles automáticos sensibles a la luz del día para iluminación lateral; controles automáticos sensibles a la luz del día para iluminación superior; apagado parcial automático (cumple con el apagado total); apagado total automático; y apagado programado. La Tabla 9.6.1 indica qué controles son necesarios para un espacio utilizando los símbolos REQ, ADD1 y ADD2.

ASHRAE 90.1 recompensa ciertos diseños de iluminación con controles más avanzados al ofrecer entre un 5 y un 30 % más de vatio por los controles mejorados. Por ejemplo, las áreas de venta al por menor con atenuación avanzada pueden recibir un 10 % más de vatios para los accesorios operados por estos controles mejores que el mínimo. Consulte la Sección 9.6.3 para obtener detalles.

*El IECC 2015 ha añadido nuevos requisitos a la Sección C405, que cubre los sistemas de electricidad e iluminación en edificios comerciales. Mientras que el IECC incorpora conceptos similares a ASHRAE (incluido el uso de sensores de ocupantes, controles de apagado automático y zonas de luz de día), los requisitos de control de iluminación del IECC están estructurados de manera diferente.*

NOTA: La página de resumen de la iluminación de IECC al final de la sección de iluminación destaca algunas de las diferencias clave entre los requisitos de iluminación de ASHRAE e IECC.

**Referencia del Código** ASHRAE 90.1-2013: Sección 9.4.1.1

## A. Control local

### Requisitos de inspección

Verifique que se hayan instalado controles manuales o de detección de ocupación independientes dentro de cada espacio. Se permite el uso de un interruptor claramente etiquetado y situado a distancia con un indicador de «encendido/apagado» cuando sea necesario por razones de seguridad o de ubicación remota.

### Detalles

Cada espacio cerrado por tabiques de altura del techo tendrá al menos un dispositivo de control para controlar de forma independiente toda la iluminación del espacio.

El número de dispositivos de control necesarios viene determinado por el tamaño del espacio. Cada dispositivo de control debe controlar un área de no más de 2500 pies cuadrados en espacios pequeños (es decir, menos de 10 000 pies cuadrados). Para espacios más grandes, cada dispositivo de control no puede operar más de 10 000 pies cuadrados.

Cada dispositivo de control manual deberá ser fácilmente accesible y estar situado de modo que los ocupantes puedan ver la iluminación controlada. (Interruptor remoto con indicador permitido para la seguridad, por ejemplo, tiendas minoristas de cajas grandes).

ASHRAE 90.1-2013 requiere dispositivos de control local en casi todos los tipos de espacio. Solo los espacios diseñados específicamente para personas con discapacidad visual están exentos de este requisito.

**Referencia del Código** ASHRAE 90.1-2013: Sección 9.4.1.1 y Tabla 9.6.1



**B. ENCENDIDO manual restringido****Requisitos de inspección**

Verifique que se hayan instalado controles manuales restringidos de ENCENDIDO en cada espacio donde se necesiten.

**Detalles**

La función de control de ENCENDIDO manual restringido requiere que ninguna de la iluminación del espacio se encienda automáticamente. Solo se permiten los dispositivos de control de ENCENDIDO manual. Se permiten los controles de ENCENDIDO manual/APAGADO automático (por ejemplo, sensores de vacantes). Los dispositivos de control de ENCENDIDO automático (detección de movimiento) no están permitidos en espacios que requieran una función de control de ENCENDIDO manual restringida.

ASHRAE 90.1-2013 requiere un ENCENDIDO manual restringido en la mayoría de los espacios. Solo los pasillos, salas mecánicas, vestíbulos, baños, escaleras, cuartos de almacenamiento, dormitorios, estaciones de bomberos y ciertos tipos de instalaciones de atención médica están exentos de este requisito. También hay exenciones por razones de seguridad y protección. (Consulte la Tabla 9.6.1 para el tipo de espacio completo y la lista de funciones de control).

**Referencia del Código** ASHRAE 90.1-2013: Sección 9.4.1.1 y Tabla 9.6.1

**C. ENCENDIDO manual parcial restringido****Requisitos de inspección**

Verifique que se hayan instalado controles de ENCENDIDO manuales parciales restringidos en cada espacio donde se necesiten.

**Detalles**

La función de control de ENCENDIDO manual parcial restringido requiere que no se encienda automáticamente más del 50 % de la iluminación general del espacio. Ninguna de la iluminación restante puede encenderse de forma automática.

ASHRAE 90.1-2013 requiere un ENCENDIDO manual parcial restringido en la mayoría de los espacios. Solo los pasillos, salas mecánicas, vestíbulos, baños, escaleras, cuartos de almacenamiento, dormitorios y cuarteles de bomberos, y ciertos tipos de instalaciones de atención médica están exentos de este requisito. (Consulte la Tabla 9.6.1 para el tipo de espacio completo y la lista de funciones de control).

**Referencia del Código** ASHRAE 90.1-2013: Sección 9.4.1.1 y Tabla 9.6.1

## D. Control de iluminación de dos niveles

### Requisitos de inspección

Verifique que se hayan instalado controles de iluminación de dos niveles en cada espacio donde se requieran.

### Detalles

La función de control de iluminación de dos niveles requiere que la iluminación del espacio tenga al menos un escalón de nivel de luz además del ENCENDIDO y APAGADO total. Esto puede lograrse mediante la regulación continua o un nivel de iluminación escalonado de entre el 30 % y el 70 % de la potencia total.

ASHRAE 90.1-2013 requiere un control de iluminación de dos niveles en una amplia variedad de espacios, incluidas oficinas, salas de descanso, áreas de venta, escaleras, instalaciones de atención médica, almacenes y otros. (Consulte la Tabla 9.6.1 para el tipo de espacio completo y la lista de funciones de control).

**Referencia del Código** ASHRAE 90.1-2013: Sección 9.4.1.1 y Tabla 9.6.1

## E–F. Controles automáticos sensibles a la luz del día para la iluminación lateral y superior

### Requisitos de inspección

Verifique que se hayan instalado controles automáticos sensibles a la luz del día en cada espacio donde se necesiten.

### Detalles

ASHRAE 90.1-2013 ahora requiere muchos espacios para tener controles automáticos que responden a la luz del día en el espacio. Estos controles reducen o apagan automáticamente la iluminación encendida cuando hay luz natural disponible.

La iluminación lateral se define generalmente como el área de luz diurna adyacente al ventanaje vertical (ventanas). La iluminación superior se define generalmente como el área de luz diurna por debajo de las claraboyas y los monitores de techo.

Se requieren controles automáticos para las áreas con «iluminación lateral» (ventanas) e «iluminación superior» (claraboyas y monitores de techo). Existen algunas excepciones para estos requisitos. Específicamente, los edificios en los que la luz del día está completamente bloqueada por una estructura adyacente existente, áreas de ventanas muy pequeñas (menos de 20 pies cuadrados en total) y espacios comerciales pueden estar exentos de los requisitos de control sensible a la luz del día.

Los diseñadores deben realizar cálculos para determinar las áreas con iluminación lateral y superior. Los inspectores deben comprobar la presencia de fotocélulas en las áreas directamente adyacentes a las ventanas y debajo de las claraboyas o monitores de techo.

Los controles automáticos de respuesta a la luz del día son generalmente necesarios en áreas con iluminación lateral o superior, donde un dispositivo de fotocélula debe ajustar automáticamente la iluminación en estas áreas en tres pasos:

- 50 % a 70 %
- 20 % a 40 %
- APAGADO total

Los controles de iluminación deben ser accesibles para permitir la calibración de las funciones. ASHRAE 90.1-2013 requiere controles automáticos sensibles a la luz del día en una amplia variedad de espacios. El diseñador del edificio debe calcular las áreas específicas con iluminación lateral y superior y los inspectores deben verificar las funciones de control instaladas.

Consulte la Tabla 9.6.1 para conocer el tipo de espacio y la lista de funciones de control. Consulte la Sección 3.2 para definiciones y cálculos relacionados con las áreas con iluminación lateral y superior. Consulte la Sección 9.4.1.1 para la descripción de las funciones de control requeridas.

**Referencia del Código** ASHRAE 90.1-2013: Secciones 3.2 y 9.4.1.1 y Tabla 9.6.1

**G–H. APAGADO automático: APAGADO parcial y APAGADO total****Requisitos de inspección**

Verifique que se hayan instalado controles de APAGADO automático para cada espacio en el que se necesiten.

**Detalles**

Para muchos espacios se requieren controles que proporcionen automáticamente un APAGADO parcial o total.

Por lo general, cada espacio cerrado por tabiques de altura del techo tendrá al menos un dispositivo de control capaz de apagar automáticamente las luces en un plazo de 20 minutos a partir de que todos los ocupantes abandonen el espacio.

Cuando se acepte el APAGADO parcial, el control automático de la iluminación debe reducir la potencia de iluminación en un 50 % en un plazo de 20 minutos a partir de la salida de todos los ocupantes.

Para los espacios que requieren un APAGADO total automático, toda la iluminación se apagará automáticamente a los 20 minutos de estar desocupada.

Excepciones: No se requiere el cumplimiento para los espacios que cumplen con los tres requisitos siguientes:

1. El espacio tiene un LPD de no más de 0.80 W/pies<sup>2</sup>.
2. El espacio es iluminado por HID.
3. La potencia de iluminación general en el espacio se reduce automáticamente en al menos un 30 % en un plazo de 20 minutos desde que todos los ocupantes abandonan el espacio.

El área máxima servida por cada control es de 5000 pies cuadrados.

Nota: La iluminación *no* debe apagarse automáticamente si se trata de iluminación general o de trabajo en aulas de talleres y laboratorios, por razones de seguridad o para una operación 24 horas al día, 7 días a la semana.

**Referencia del Código**

ASHRAE 90.1-2013: Sección 9.4.1.1 y Tabla 9.6.1



## I. Cierre programado

### Requisitos de inspección

Verifique que se hayan instalado los controles de iluminación de apagado programado, los cuales apagarán las luces automáticamente durante los momentos en que no estén ocupadas.

### Detalles

Los dispositivos de control automático de apagado programado deberán funcionar con:

Una base programada que usa un dispositivo de control que funciona según la hora del día, que apaga la iluminación a horas programadas específicas; se proporcionará un programa independiente para áreas de no más de 25 000 pies cuadrados pero no más de un piso.

#### O

Una señal de otro control o sistema de alarma que indica que el área está desocupada.

Existen excepciones a este requisito para:

- la iluminación que está destinada a funcionar las 24 horas del día
- la iluminación en los espacios donde se presta atención al paciente
- la iluminación en espacios donde una desconexión automática pondría en peligro la seguridad de los ocupantes de la sala o del edificio

Referencia del Código

ASHRAE 90.1-2013: Sección 9.4.1.1



## Controles de los cuartos de huéspedes del hotel

### Requisitos de inspección

Verifique que se haya instalado un interruptor de control automático que apague automáticamente la iluminación en las habitaciones y baños de los hoteles.

### Detalles

Las habitaciones de los hoteles y moteles y las suites de los huéspedes deben tener un dispositivo de apagado automático que apague todas las luminarias instaladas de forma permanente y los receptáculos conmutados dentro de los 20 minutos de que los ocupantes salgan de la habitación.

Los sistemas de «llave cautiva» que controlan la iluminación y los receptáculos conmutados cumplen el propósito de este requisito (y por lo tanto están exentos).

Los baños de las habitaciones de huéspedes deben tener un dispositivo de control independiente para apagar la iluminación dentro de los 30 minutos de que los ocupantes salgan de la habitación. Un sensor de vacantes (no un sensor de ocupación) cumplirá este requisito.

Se permite que los baños tengan una «luz nocturna» de no más de 5 vatios.

### Referencia del Código

ASHRAE 90.1-2013: Sección 9.4.1.3



Al retirar la tarjeta de acceso al salir el ocupante, la energía de iluminación se interrumpe automáticamente para todas las luces interiores.

## Controles de iluminación para propósitos especiales

### Requisitos de inspección

Verifique que se haya instalado un dispositivo de control independiente para fines especiales y para la iluminación de tareas.

### Detalles

ASHRAE 90.1-2013 requiere que los siguientes tipos de iluminación especial se controlen de manera independiente.

- iluminación de la pantalla
- iluminación de acento
- iluminación de vitrinas
- iluminación de calentamiento de alimentos y otras iluminaciones «no visuales»
- iluminación que está en venta, para demostración o para educación
- iluminación de tareas
- iluminación bajo el gabinete

Referencia del Código

ASHRAE 90.1-2013: Sección 9.4.1.3



La iluminación de la pantalla/acento debe controlarse independientemente de la iluminación general del espacio.

## Balastos

### Requisitos de inspección

Verifique que no haya accesorios de lámparas de balasto de una sola lámpara a menos que estén conectados conjuntamente a otra lámpara o que tengan una reactancia electrónica de alta frecuencia.

Excepciones:

- accesorios no conectados al mismo interruptor
- accesorios empotrados >10 pies de separación
- circuitos de emergencia

### Detalles

Es más eficiente desde el punto de vista energético compartir los balastos electromagnéticos convencionales entre múltiples accesorios que controlar el mismo número de lámparas con balastos separados.

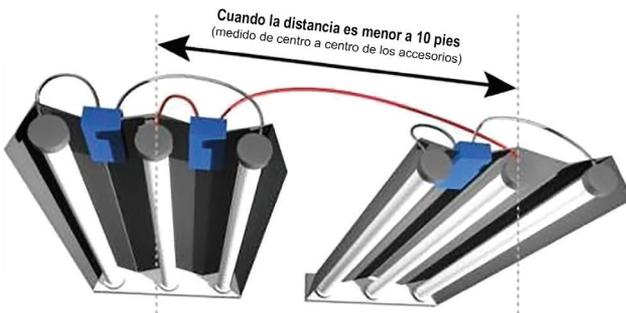
Referencia del Código

ASHRAE 90.1-2013: Sección 9.4.2

### Balastos electrónicos



### Balastos electromagnéticos



## Controles de iluminación exterior

### Requisitos de inspección

Verifique que todos los accesorios de iluminación exterior se apaguen automáticamente durante las horas de luz del día. Verifique que el sistema de control de la iluminación exterior cumpla con las capacidades posteriores al cierre y el horario de regreso a casa.

### Detalles

La iluminación exterior debe ser controlada de manera automática y esos sistemas de control deben ser capaces de cumplir con las funciones de la luz del día, regreso a casa y posteriores al cierre, así como con las funciones de apagado.

Existen 4 requisitos para los sistemas de control de iluminación exterior:

- Apagado automático durante el día (se puede controlar mediante un fotosensor).
- La iluminación de fachadas y jardines debe apagarse de forma automática entre la medianoche y las 6 a. m. o estar cerca de abrirse para el negocio. (Esto se puede controlar a través de un reloj de tiempo).
- La iluminación para la señalización debe reducir automáticamente la potencia al menos en un 30 % desde la medianoche hasta las 6 a. m., una hora después del cierre y antes de la apertura del negocio o después de 15 minutos de inactividad. (Esto se puede lograr a través de un reloj de tiempo).
- El sistema de control debe ser capaz de mantener la programación y los ajustes de tiempo durante al menos diez horas en caso de pérdida de energía.

Se prevén excepciones para determinados tipos de iluminación:

- iluminación en las áreas cubiertas de entrada y salida del estacionamiento de vehículos que está diseñada específicamente para la seguridad, la protección y la adaptación ocular
- iluminación instalada por el fabricante dentro de la señalización

Referencia del Código

ASHRAE 90.1-2013: Sección 9.4.1.4



## Energía de iluminación exterior

### Requisitos de inspección

Verifique que la potencia de iluminación exterior instalada no exceda el presupuesto de potencia de iluminación exterior. Verifique que el presupuesto de iluminación exterior fue creado de acuerdo con la Sección 9.4.2. Confirme que los pies cuadrados de las áreas exteriores iluminadas son exactos según los dibujos del sitio, y que las designaciones de área/superficie son lógicas.

### Detalles

El cálculo del presupuesto de potencia de iluminación exterior se realiza sumando el total de la zona de iluminación exterior base permitida, más la tolerancia exterior del edificio permitida para superficies negociables y no negociables.

Esto significa que el exterior de cada edificio recibe un vatio base para la iluminación determinada por su «zona» de iluminación (tipo de ubicación). Las zonas de iluminación exterior se muestran en la Tabla 9.4.2-1.

Existen 5 tipos de zonas:

0. áreas de parques sin desarrollar: 0 vatios
1. áreas de parques desarrollados: 500 vatios
2. áreas de negocio residenciales y vecinales: 600 vatios
3. todas las demás áreas: 750 vatios
4. distritos comerciales de alta actividad: 1300 vatios

Muchos edificios comerciales se incluirán dentro de la Zona 4: «todas las demás áreas».

Una vez determinado el tipo de zona, la Tabla 9.4.2-2 muestra los vatios base permitidos por zona y la tolerancia de vatios de superficie comercializables y no comercializables permitidos.

Las superficies intercambiables se utilizan para calcular un presupuesto global para la iluminación exterior. Este presupuesto se desarrolla identificando los tipos de espacios en el exterior del edificio (por ejemplo, áreas de estacionamiento descubiertas, terrenos, entradas y salidas, áreas de venta). El vatio permitido para estas áreas está determinado por la zona del edificio en la Tabla 9.4.2-2. La suma de la tolerancia básica sumado a las superficies negociables se puede utilizar en cualquier lugar del exterior del edificio.

Las superficies no comercializables también se identifican en la Tabla 9.4.2-2. Estas zonas son esencialmente zonas de iluminación. Si la característica está presente en el edificio, el vatio permitido puede iluminar esa característica. Como su nombre indica, este presupuesto de vatio no es «negociable» a otros lugares en el exterior del edificio. Solo se puede utilizar para iluminar la característica del edificio para la que se especifica el vatio. Algunos ejemplos incluyen fachadas de edificios, cajeros automáticos y ventanas para automóviles. *(Continúa en la página siguiente).*

**Energía de iluminación exterior, continuación**

**Detalles** (Continúa de la página anterior).

Los diseñadores deben mostrar las áreas y los cálculos en los planos. Los inspectores deben confirmar que los pies cuadrados de las áreas exteriores iluminadas son exactos según los planos del sitio y que las designaciones de área/superficie son lógicas.

Referencia del Código

ASHRAE 90.1-2013: Sección 9.4.2-1 y 9.4.2-2

**Sección 3: Esquema de accesorios de iluminación interior**

A Área/superficie exterior	B Cantidad	C Vatios permitidos/ unidad	D Compensable Vatios	E Vatios permitidos (B x C)	F Propuestos Vatios
Entrada/salida principal	3 pies del ancho de la puerta	30	Sí	90	42
Otra entrada/salida	3 pies del ancho de la puerta	20	Sí	60	42
Otra entrada/salida	9 pies del ancho de la puerta	20	Sí	180	42
Área(s) de estacionamiento	11 500 pies cuadrados	0.15	Sí	1725	1284
				Total vatios compensables* =	2055
				Total vatios permitidos =	2055
				Total vatios complementarios permitidos** =	103

\* Las compensaciones de vatios solo se permiten entre áreas/superficies compensables.

\*\* Se puede aplicar una asignación complementaria equivalente al 5 % de vatios totales permitidos para el cumplimiento de las áreas/superficies no compensables y compensables.



## Cumplimiento del vatio de iluminación

### Requisitos de inspección

Verifique que el total de vatios de iluminación propuesto no exceda lo permitido por el cálculo del área de iluminación exterior/potencia de la superficie de *COMcheck*.

### Detalles

Verifique que la Sección 4, punto 1, del certificado de cumplimiento de iluminación exterior de *COMcheck* indique «Aprueba» junto al cumplimiento.

Referencia del Código

ASHRAE 90.1-2013: Sección 9.4.2

Vatio de iluminación:

1. Dentro de cada zona/superficie no comercializable, el total de vatios propuesto debe ser inferior o igual al total de vatios permitidos. En todas las zonas/superficies negociables, el total de vatios propuesto debe ser inferior o igual al total de vatios permitidos.

Cumplimiento: aprueba

**Esquema de iluminación: accesorios exteriores****Requisitos de inspección**

Verifique que el programa de accesorios de iluminación exterior de COMcheck coincida con los documentos de construcción.

**Detalles**

Verifique que el tipo de lámpara instalada, el vatio por lámpara, el tipo de balastro y el vatio coincidan con el certificado de cumplimiento de iluminación exterior y potencia de COMcheck.

Referencia del Código

ASHRAE 90.1-2013: Sección 9.4.2



**Reclamos de exención: accesorios exteriores****Requisitos de inspección**

Verifique que cualquier iluminación exterior que se diga que está exenta del presupuesto de iluminación exterior sea un tipo de iluminación exenta y que tenga un sistema de control independiente.

**Detalles**

Parte de la iluminación exterior puede estar exenta de la asignación total de potencia de iluminación exterior siempre que cumpla con 9.4.1.4 y esté equipada con un sistema de control automático separado que sea independiente de la iluminación no exenta.

Los accesorios que son elegibles para la exención incluyen la iluminación utilizada para las siguientes aplicaciones exteriores:

- iluminación de señalización que está instalada integralmente en la señalización por el fabricante
- iluminación para áreas de deporte atlético
- iluminación para producción industrial, manejo de materiales, sitios de transporte y áreas de almacenamiento asociadas
- elementos temáticos en parques temáticos/de atracciones
- iluminación de monumentos públicos e históricos
- iluminación especial para elementos acuáticos al aire libre

La iluminación utilizada para las siguientes aplicaciones exteriores está exenta cuando se controla por separado:

- iluminación especializada de señales, direccional y de marcadores asociada con el transporte
- iluminación integral a equipos o instrumentación e instalada por su fabricante
- iluminación con fines teatrales, incluida la actuación, el escenario, la producción de películas y la producción de video
- iluminación temporal
- iluminación para áreas peligrosas
- iluminación para piletas
- reflectores

Referencia del Código

ASHRAE 90.1-2013: Sección 9.4.2

## Prueba funcional

### Requisitos de inspección

Pruebe todos los dispositivos de control de la iluminación y los sistemas de control para asegurarse de que el hardware y el software de control estén calibrados, ajustados, programados y en buenas condiciones de funcionamiento de acuerdo con los documentos de construcción y las instrucciones de instalación del fabricante.

### Detalles

Cuando se instalan sensores de ocupantes, interruptores de tiempo, controles de fechas programables o sensores fotoeléctricos, como mínimo, se deben realizar los siguientes procedimientos.

Para sensores de ocupantes:

1. Certifique que el sensor ha sido localizado y orientado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
2. Para proyectos con hasta siete sensores de ocupación, todos los sensores de ocupación deben ser probados.
3. Para proyectos con más de siete sensores de ocupación, se deben realizar pruebas para cada combinación única de tipo de sensor y geometría del espacio.
  - a. Para cada sensor que se va a probar, verifique que:
    - i. El indicador de estado (según corresponda) funciona correctamente.
    - ii. Las luces controladas se apagan o descienden hasta el nivel permitido dentro del tiempo requerido.
    - iii. En el caso de los sensores de encendido automático de ocupantes, las luces se encienden hasta el nivel permitido cuando alguien entra en el espacio.
    - iv. En el caso de los sensores de encendido manual, las luces se encienden solo cuando se activan manualmente.
    - v. Las luces no se encienden incorrectamente por el movimiento en áreas cercanas o por operación de HVAC.

Para interruptores de tiempo automáticos:

1. Confirme que el control automático del interruptor de tiempo está programado con los horarios apropiados para los días de la semana, los fines de semana y los días feriados.
2. Documente los detalles para el propietario sobre la programación automática de los interruptores de tiempo, incluidos los horarios de los días de la semana, los fines de semana y los días feriados, así como todos los ajustes de configuración y preferencias del programa.
3. Verifique que la hora y la fecha correctas estén correctamente ajustadas en el interruptor de tiempo.
4. Verifique que cualquier batería de respaldo (según corresponda) esté instalada y energizada.

*(Continúa en la página siguiente).*

**Prueba funcional (*continuación*)**

Interruptores de tiempo automáticos (*continuación*)

5. Verifique que el límite de tiempo de anulación esté establecido en no más de dos horas.
6. Simule condición de ocupación; verifique y documente:
  - a. Todas las luces pueden encenderse y apagarse con sus respectivos interruptores de control de área.
  - b. El interruptor solo controla la iluminación en el espacio cerrado donde se encuentra.
7. Simule condiciones de desocupación; verifique y documente:
  - a. Toda la iluminación exenta se apaga.
  - b. El interruptor de anulación manual controla las luces correctas y se apaga automáticamente según lo programado.

Para los controles de luz del día, confirme lo siguiente:

1. Todas las fotocélulas se han ubicado correctamente, se han calibrado en campo y se han configurado para los puntos de ajuste y los niveles de luz umbral adecuados.
2. La iluminación controlada por la luz del día se ajusta adecuadamente en respuesta a la luz del día disponible.
3. La ubicación del ajuste de calibración es de fácil acceso solo para el personal autorizado.

Nota: La persona responsable de las pruebas funcionales no participará directamente ni en el diseño ni en la construcción del proyecto. Esta persona deberá proveer documentación que confirme que los controles de iluminación cumplen o exceden todos los criterios de rendimiento documentados.

**Referencia del Código**

ASHRAE 90.1-2013: Sección 9.4.3

## Resumen de la iluminación de IECC 2015

### Requisitos de inspección

Verifique que los sensores de ocupación/vacío, los controles sensibles a la luz del día y los interruptores de tiempo se hayan instalado según sea necesario.

### Controles de iluminación interior del resumen de la iluminación de IECC 2015

El IECC 2015 tiene muchos de los mismos requisitos de control de iluminación interior que ASHRAE 90.1. Sin embargo, estos requisitos están organizados y redactados de manera diferente. A continuación se presenta un resumen de las diferencias clave entre el enfoque de IECC y ASHRAE para los controles de iluminación interior. Los edificios que sigan el código IECC deberán cumplir estos requisitos.

- Las viviendas en edificios comerciales deben cumplir con el 75 % de los accesorios fijos instalados con alta eficacia (a través de la sección R404.1).
- Se requieren controles de sensores de ocupación (C405.2.1) en 12 tipos de espacios. Algunos espacios comunes incluyen salones de clases/salas de conferencia, salones de descanso, oficinas privadas, baños, bodegas y todos los espacios de 300 pies cuadrados o menos.
- Las áreas del edificio que no requieren controles de detección de ocupación deben controlarse con interruptores de tiempo (C405.2.2). Los controles de los interruptores de tiempo deben poder programar durante siete días con diferentes programas diarios, apagado automático en días feriados, respaldo de energía de 10 horas para los ajustes y anulación manual de 2 horas (máximo 5000 pies cuadrados del área servida).
- Cada espacio del edificio debe tener un control que reduzca la potencia de iluminación en el espacio en al menos un 50 % (C405.2.2.2). Se requieren controles automáticos sensibles a la luz del día en las zonas con luz superior y lateral (C405.2.3). Todos los demás espacios pueden tener mandos manuales.
- La iluminación especial debe tener un interruptor de encendido/apagado que sea independiente de la iluminación general del espacio. Los tipos de iluminación especiales incluyen iluminación de pantalla y de acento, iluminación de tareas, calentamiento de alimentos y otros tipos de iluminación no visual, exhibiciones de ventas y vitrinas (C405.2.4).
- Las unidades para dormir en habitaciones de hoteles y moteles deben tener un control automático que apague todas las luces y apague todos los enchufes en el espacio dentro de los 20 minutos de la salida de los ocupantes. Las salas con sistemas de llave cautiva están exentas (C405.2.4).

Referencia del Código

IECC 2015: Sección C405

**Resumen de la iluminación exterior de IECC 2015****Requisitos de inspección**

Verifique que los controles y los interruptores de tiempo se hayan instalado según sea necesario.

**Iluminación exterior del resumen de iluminación del IECC 2015**

El IECC 2015 tiene muchos de los mismos requisitos de control de iluminación exterior que ASHRAE 90.1. Sin embargo, estos requisitos están organizados y redactados de manera diferente. A continuación se presenta un resumen de las diferencias clave entre el enfoque de IECC y ASHRAE para los controles de iluminación exterior. Los edificios que sigan el código IECC deberán cumplir estos requisitos.

- Las luces exteriores deben tener un dispositivo de control que apague automáticamente las luces exteriores cuando haya luz natural disponible (C405.2.5). Para eso habrá un dispositivo detector de luz.
- La iluminación de edificios y jardines debe tener un control capaz de apagarse automáticamente al atardecer y al amanecer y de abrirse y cerrarse.
- Otras luces exteriores deben tener controles que reduzcan automáticamente la potencia de iluminación en un 30 % como mínimo desde la medianoche hasta las 6 a. m. o desde una hora después del cierre y antes de la apertura del negocio. Alternativamente, el sistema de control debe apagar la iluminación cuando no se detecta ninguna actividad durante 15 minutos.
- Todos los controles e interruptores deben ser capaces de mantener la programación durante un mínimo de 10 horas durante la pérdida de energía.

**Referencia del Código**

IECC 2015: Sección C405.2.5

## Resumen de la iluminación interior de IECC 2015

### Requisitos de inspección

Verifique que el presupuesto de potencia de iluminación se calculó utilizando los tipos de espacio adecuados y la densidad de potencia de iluminación (LPD) permitida para el espacio. Verifique que la potencia de iluminación instalada no supere el presupuesto del edificio/espacio.

### Energía conectada del resumen de la iluminación de IECC 2015

Al igual que ASHRAE 90.1, el IECC utiliza densidades de potencia de iluminación (LPD) que se calculan utilizando el método del área de construcción o el método espacio por espacio. El IECC 2015 también tiene algunos requisitos para viviendas y señales de salida que no forman parte de la norma 90.1.

Las viviendas en edificios comerciales deben cumplir con el 75 % de los accesorios fijos instalados con alta eficacia (a través de la Sección R404.1).

Las señales de salida están permitidas con un máximo de 5 vatios por lado (C405.3).

Tablas C405.4.2(1) de LPD según el IECC 2015: Método del área de construcción y C405.4.2(2): El método espacio por espacio, los vatios permitidos por pie cuadrado proporcionados por las tablas de LPD son idénticos para ASHRAE 90.1 y IECC 2015.

Se puede calcular la potencia de iluminación interior adicional cuando se utiliza el método espacio por espacio según el IECC 2015. Esta potencia de iluminación «adicional» debe ser calculada por el proyectista según las reglas de la Sección C405.2.2.1. La iluminación adicional se asocia principalmente con la iluminación de tiendas, exhibiciones y ventas. Estas luces deben ser controladas de forma automática para que se apaguen durante las horas no laborables y deben ser controladas de manera independiente de la iluminación general del espacio. Además, esta iluminación «adicional» no es comercializable, lo que significa que solo debe utilizarse para el fin previsto y no puede utilizarse en ningún otro lugar del edificio para aumentar el presupuesto total de iluminación.

El presupuesto de energía para la iluminación exterior se calcula mediante la Sección C405.5.1. Al igual que ASHRAE 90.1, el IECC utiliza asignaciones de energía para la zona base además de las asignaciones para áreas «negociables» y «no negociables». El IECC 2015 no tiene una «Zona 0». Solo incluye las Zonas 1-4, que son similares a las zonas de potencia de iluminación exterior de ASHRAE. Muchos edificios comerciales se incluirán dentro de la Zona 3. Las asignaciones de potencia de iluminación del IECC 2015 para superficies exteriores negociables y no negociables (Tabla C405.5.1(2)) son idénticas a las de ASHRAE 90.1-2013.

Referencia del Código

IECC 2015: Sección C405