

Anexo No. 1

Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones



TABLA DE CONTENIDO

1. DESCRIPCIÓN	1
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Edificaciones Sostenibles	2
1.4. Metodología	3
1.5. Porcentaje Mínimo de Ahorro	36
2. ENERGÍA - MEDIDAS PASIVAS	44
2.1. Antecedentes	44
2.2. Medidas Pasivas	46
3. ENERGÍA - MEDIDAS ACTIVAS	52
3.1. Iluminación	52
3.2. HVAC (Climatización artificial)	52
3.3. Medidas Activas	53
4. AGUA	68
4.1. Antecedentes	68
4.2. Medidas de Ahorro de Agua	69
5. BUENAS PRÁCTICAS	72
5.1. Antecedentes	72
5.2. Ventilación Natural	73
5.3. Sub-medición de Electricidad y Agua	77
5.4. Separación de Residuos	78
5.5. Parqueo de Bicicletas	80
5.6. Reducción en superficies permeables	80
5.7. Orientación	82
5.8. Luz del día	84

1. DESCRIPCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

La Guía de Construcción Sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones corresponde al Anexo 1 de la Resolución *por la cual se establecen medidas de construcción sostenible, se adopta la Guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones y se establecen otras disposiciones*. Es un documento de referencia para el diseño de nuevas edificaciones eficientes en el consumo de agua y energía.

El objetivo de la Guía de construcción sostenible es proporcionar una herramienta para la implementación de estrategias de construcción sostenible para ser aplicadas en los municipios de todo el país. La guía pretende promover eficiencia energética y conservación del agua durante el uso de las edificaciones.

Este proyecto comenzó en septiembre de 2010 como una iniciativa que examinaba las oportunidades para promover construcción sostenible (edificaciones verdes) en Colombia. A comienzos del 2011 el gobierno colombiano a través del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, solicitó asistencia a la Corporación Financiera Internacional (IFC – por sus siglas en inglés) para desarrollar el Código Nacional de Construcción Sostenible para Colombia para mitigar el impacto ambiental del sector de la construcción. IFC también recibió un pedido formal de parte de la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL) para hacer parte de la mesa redonda que está desarrollando un marco regulatorio en conjunto con el ministerio para fortalecer la consciencia de construcción sostenible y desarrollar la construcción de capacidades en el sector en diseño ecoeficiente, energía, eficiencia del agua y materiales, entre otros.

Como resultado de este proceso se definió la Guía Nacional de Construcción Sostenible para Colombia, un marco regulatorio para reducir el consumo de agua y energía en las edificaciones de nueva construcción.

La presente Guía de Construcción Sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones establece la proporción del consumo de agua y energía que se pretende disminuir mediante la implementación de medidas activas y pasivas en el diseño de las edificaciones.

En el capítulo 1, Descripción, se describe la metodología llevada a cabo para la definición de los porcentajes de ahorro establecidos en la resolución, se presentan los objetivos de disminución del consumo de agua y energía y se presentan las medidas activas y pasivas en el diseño de las edificaciones, cuya implementación permite obtener dichos ahorros.

En el capítulo 2 se describen las medidas a incorporar en el diseño arquitectónico de la edificación, denominadas medidas pasivas, para reducir el consumo de energía. El capítulo 3 describe las medidas relativas a los sistemas mecánicos y eléctricos, que tienen como fin reducir el consumo de energía en los equipos: medidas activas.

Las medidas para reducir el consumo de agua son descritas en el capítulo 4. En este apartado se incluyen todas aquellas estrategias destinadas a reducir el consumo de agua potable.

Por último, en el capítulo 5 se presentan una serie de buenas prácticas que no tienen una incidencia directa en el consumo de agua y energía en las edificaciones pero sí permiten mitigar el impacto ambiental del sector de la construcción.

1.2. ANTECEDENTES

Contexto de construcción sostenible

Globalmente las edificaciones usan una gran cantidad de recursos y emiten diferentes tipos de material contaminante. Más de la mitad de los recursos consumidos globalmente son usados en construcción. Hay poca duda de que para reducir las emisiones de carbono es crucial ocuparse de la sostenibilidad ambiental a largo plazo de la industria de la construcción y de la subsecuente ocupación de las edificaciones.

Se entiende por construcción sostenible el conjunto de medidas pasivas y activas, en diseño y construcción de edificaciones, que permiten alcanzar los porcentajes mínimos de ahorro de agua y energía señalados en la presente resolución, encaminadas al mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes y al ejercicio de actuaciones con responsabilidad ambiental y social.

¿Qué significa construcción sostenible?

Una construcción sostenible es aquella que está en sincronía con el sitio, hace uso de energía, agua y materiales de un modo eficiente y provee confort y salud a sus usuarios. Todo esto es alcanzado gracias a un proceso de diseño consciente del clima y la ecología del entorno donde se construye la edificación.

1.3. EDIFICACIONES SOSTENIBLES

La definición de edificaciones sostenibles es amplia y cubre un amplio rango de aspectos. Los aspectos típicos que caben dentro del espectro de edificaciones sostenibles incluyen:

- Eficiencia energética
- Eficiencia en agua
- Materiales de construcción de baja energía embebida
- Calidad del ambiente interior
- Sostenibilidad del emplazamiento
- Edificaciones y entorno exterior
- Sostenibilidad urbana

Como estrategia, en la guía se han incluido solamente aquellos aspectos que:

- Tienen el mayor impacto ambiental
- Son fáciles de implementar
- Son completamente medibles sin ambigüedad

Por lo tanto, se decidió que los siguientes aspectos fueran tomados en la primera fase de creación de la guía nacional de construcción sostenible:

- Eficiencia energética de las edificaciones
- Eficiencia del uso de agua en las edificaciones

Este enfoque tendrá el impacto más tangible, alcanzable y medible en emisiones de gases de efecto invernadero y disponibilidad de agua en Colombia.

La intención de esta guía es eventualmente cubrir todas las áreas descritas anteriormente. La guía debe ser revisada periódicamente y debe ser expandida y enmendada en términos de su alcance para poder desarrollar un enfoque holístico de la sostenibilidad ambiental en Colombia.

1.4. METODOLOGÍA

El consumo de agua y energía en las edificaciones está condicionado por el diseño arquitectónico y constructivo de la edificación y por los patrones de comportamiento de los usuarios. La Guía de Construcción Sostenible tiene como objetivo ofrecer una herramienta a diseñadores y constructores en la selección de medidas para reducir el consumo de agua y energía, incidiendo en el diseño de la edificación, según el tipo de edificación y las condiciones climáticas del municipio donde se construirá el proyecto.

Para elaborar la guía se siguió una metodología basada en un análisis costo-beneficio de diferentes medidas tanto pasivas (se incorporan en el diseño arquitectónico de las edificaciones y propenden por el aprovechamiento de las condiciones ambientales del entorno, maximizando las fuentes de control térmico, ventilación y reducción energética naturales para crear condiciones de confort para sus ocupantes) como activas (el uso de sistemas mecánicos y/o eléctricos para crear condiciones de confort al interior de las edificaciones, tales como calderas y aire acondicionado, ventilación mecánica, iluminación eléctrica, entre otras).

La metodología parte de la identificación de las condiciones climáticas - temperatura y humedad relativa - características de cada zona climática en el país: **Zonas climáticas**. El clima es el factor más determinante en el consumo de agua y energía y su comprensión permite establecer condicionantes para el diseño con el fin de evitar una incidencia negativa de las condiciones ambientales en el confort del edificio.

La segunda fase corresponde a la definición del consumo promedio de agua y energía según el tipo de edificio y la zona climática: la **Línea base**. En la elaboración de la línea base se tuvieron en cuenta los sistemas constructivos más comúnmente utilizados y los perfiles de uso (horario, ocupación, sistema de iluminación, sistema de aire acondicionado, etc.) característicos según el tipo de edificación.

Posteriormente se realizó un **análisis de sensibilidad**, es decir, una simulación del comportamiento energético de los edificios tipo de la línea base, con el fin de identificar el potencial de ahorro de agua y energía de diferentes medidas.

Para determinar el costo de implementación de las medidas y el periodo de retorno de inversión se llevó a cabo un **análisis de costos**.

Finalmente, las medidas fueron clasificadas según su potencial de ahorro de agua/energía, su costo de implementación, el periodo de retorno de la inversión, la disponibilidad en el mercado y la facilidad de inclusión. El resultado es una herramienta de toma de decisiones denominada **Matriz de Implementación**, la cual correlaciona cada medida según los criterios anteriormente mencionados, el tipo de edificación y el clima.

Con base en el estudio realizado se recomiendan una serie de medidas a implementar en las nuevas edificaciones y se establece el potencial de ahorro de recursos gracias al uso de tales estrategias.

1.4.1 Zonas climáticas

El *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales* (IDEAM) clasifica el clima colombiano por medio de pisos térmicos (Clasificación Caldas) donde la altura sobre el nivel del mar es el factor principal que caracteriza cada clima. Hay cinco pisos térmicos (Glacial, Páramo, Frío, Templado y Cálido).

No se hace diferenciación en cuanto a la humedad en esta clasificación aunque el IDEAM también tiene una clasificación basada en el modelo climático establecido por Richard Lang. Esta es obtenida de la precipitación anual y la temperatura media, de donde se obtienen seis categorías principales (desierto, árido, semiárido, semi-húmedo, húmedo y súper húmedo). Es por esta razón que el clima cálido ha sido subdividido en dos categorías principales, cálido húmedo y cálido seco, para los propósitos de la guía. La categoría de cálido húmedo incluye los tipos húmedo y súper húmedo que tiene una humedad media relativa por encima del 75%. La categoría de cálido seco incluye todos los rangos desde semi-húmedo hasta desierto: las ciudades en esta clasificación tienen una humedad media relativa por debajo de 75%.

Clasificación climática:

- Clima frío: bajas temperaturas y variaciones considerable entre el día y la noche, donde el mayor problema es la pérdida excesiva de calor la mayor parte del año.
- Templado: temperaturas moderadas tanto en el día como en la noche, algún exceso de calor se presenta durante los periodos de mayor radiación.
- Cálido seco (incluyendo semi-húmedo): el mayor problema es el exceso de calor pero el aire es más seco. Hay normalmente una larga variación de temperatura diurna (día-noche), en esta clasificación climática hemos incluido la categoría de semi-húmedo.
- Cálido húmedo, donde el exceso de calor no es tan grande como en las áreas cálidas secas pero se agrava por la alta humedad. La variación de temperatura diurna es pequeña.

En el Anexo 2, Mapa de Clasificación del Clima en Colombia según la Temperatura y la Humedad Relativa y listado de municipios, se establece a que clasificación climática corresponde cada municipio del territorio nacional. Según el tipo de clima se deben implementar una serie de medidas para reducir el consumo de agua y energía en la edificación, sin un detrimento en las condiciones de confort de los ocupantes de las edificaciones. El mapa en la página siguiente muestra la clasificación climática en donde se encuentra cada municipalidad.

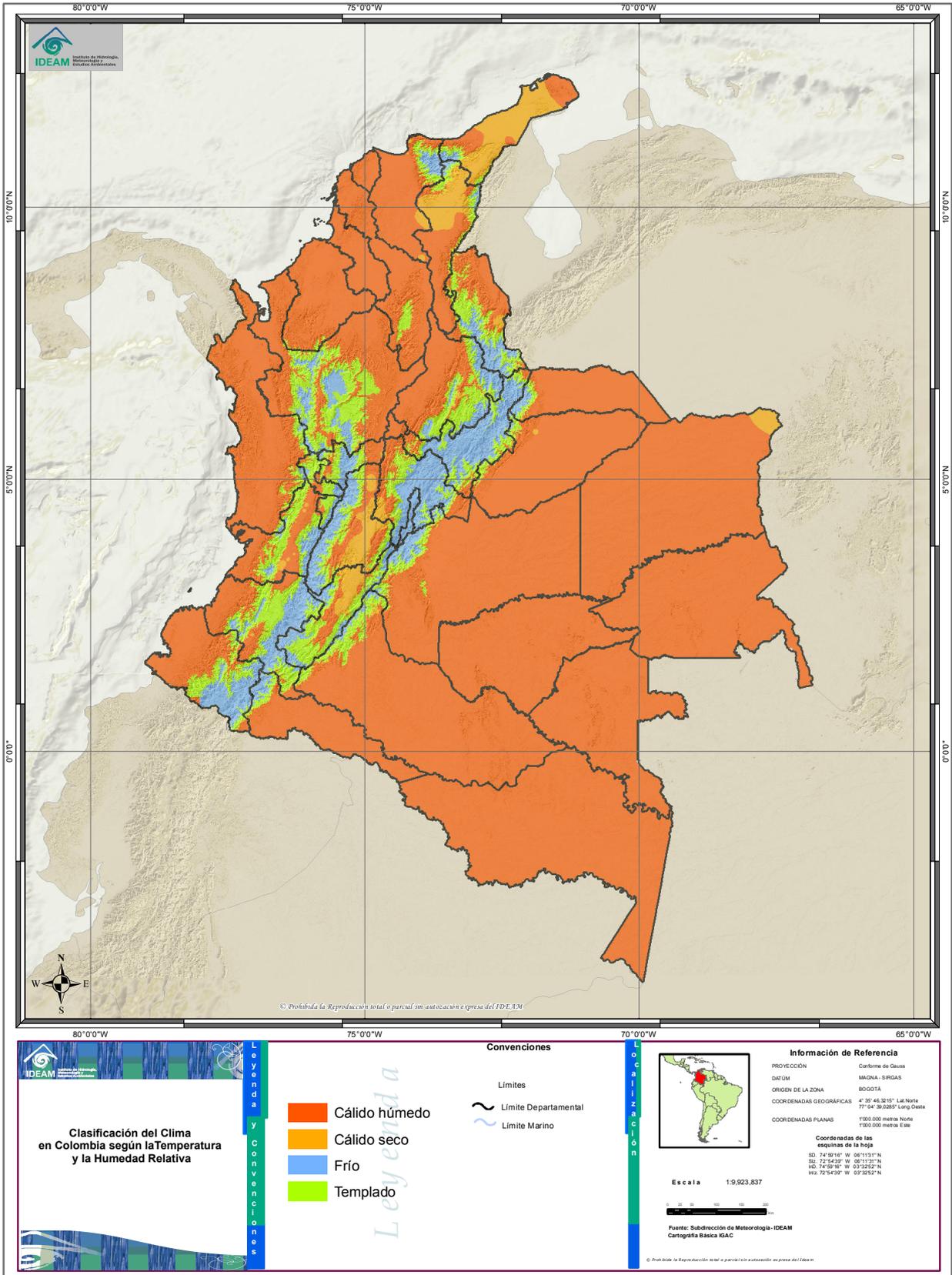


Gráfico 1. Clasificación del clima en Colombia según temperatura y humedad relativa. Fuente: Ideam

Las principales variables que definen el clima según la clasificación climática se resumen a continuación, y se indica la principal ciudad representativa para cada tipo de clima.

Tipo de clima	Temperatura (°C)	Altitud (msnm)	Ciudad representativa
Frío	12 - 18	2000m - 2999m	Bogotá (2625m)
Templado	18 - 24	1000m - 1999m	Medellín (1495m)
Cálido seco	> 24; HR < 75%	< 1000m	Cali (997m)
Cálido húmedo	> 24; HR > 75%		Barranquilla (18m)

La Guía de Construcción Sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones se basa en esta clasificación climática para establecer el porcentaje de ahorro de agua y energía según las condiciones específicas de cada municipio.

Confort térmico

El confort térmico es la condición de la mente que expresa satisfacción con el ambiente térmico (requiere evaluación subjetiva). Las condiciones de confort dependen de la actividad física desarrollada y del tipo de vestimenta de los ocupantes del edificio. Sin embargo, como norma general, el confort térmico se obtiene a una temperatura entre **21°C y 25°C**, con una humedad relativa comprendida entre el **20% y el 75%**.

El confort térmico no sólo depende de la temperatura y la humedad relativa. Factores como las características del vestido, características del tipo de trabajo y otros factores del ambiente como la presión de vapor en el aire y la velocidad del aire, determinan si una persona se encuentra en condiciones de confort. Existen diferentes métodos para determinar si existen o no las condiciones de confort; entre ellos se encuentran el modelo de Fanger (P.O. Fanger, Thermal Comfort, Mc Graw Hill. Nueva York, 1972), entre otros.

1.4.2 Línea base de consumo de agua y energía

La línea base corresponde a la definición del consumo promedio de agua y energía según el tipo de edificio y la zona climática. En la elaboración de la línea base se tuvieron en cuenta los sistemas constructivos más comúnmente utilizados y los perfiles de uso (horario, ocupación, sistema de iluminación, sistema de aire acondicionado, etc.) característicos según el tipo de edificación.

Como primer paso en el proceso de crear la línea base se llevó a cabo la recolección de datos extensiva. Esto es necesario para entender las tendencias actuales en la construcción en los siguientes aspectos:

- Tipos y datos de clima
- Tendencias de crecimiento poblacional y datos
- Tipos de edificaciones
- Tendencias en tamaños de edificaciones
- Especificaciones técnicas de las edificaciones (civil-arquitectónicas, eléctricas, mecánicas, hidráulicas, etc.).
- Distribución de las edificaciones (tipo y tamaño) en las ciudades principales
- Tendencias en crecimiento de la construcción
- Regulaciones actuales en energía y agua
- Niveles actuales de despliegue de tecnología de construcción verde en edificaciones
- Tendencias en consumo de energía y agua

Como el alcance de la guía es a nivel Nacional, es importante que la encuesta sea representativa de los climas y ciudades principales del país. Con esto en mente, se identificaron cuatro ciudades, a saber, Bogotá representando el clima Frío, Medellín representando el clima Templado, Cali representando el clima Cálido Seco y Barranquilla representando el clima Cálido Húmedo.

La recolección de datos se llevó a cabo a través de varias agencias. Las agencias principales involucradas en suministrar la información fueron las siguientes:

- **Corpoema** (Corporación para la Energía y el Medio Ambiente), una organización que se especializa en la investigación de mercados relacionados con la energía fue nombrada para llevar a cabo una encuesta entre cuatro ciudades de 99 edificaciones que abarcaban varios tipos y tamaños de edificación. Ellos recolectaron información sobre consumo de servicios públicos y propiedades físicas de las edificaciones, en adición a los cronogramas operativos de cada uno de las edificaciones.
- **Camacol Nacional - Coordinada Urbana** (especialista subsidiaria): Datos a gran escala, tales como las tendencias del sector de la construcción por ciudad y tipo de edificación fueron obtenidos de la partes interesada principal, Camacol, a través de su división llamada Coordinada Urbana, la cual tiene datos estadísticos de los edificios construidos en las ciudades principales desde el año 2000. Adicionalmente, la información recogida por Camacol incluyó Macro tendencias sobre población, las cuales fueron tomadas del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).
- **Compañías de Servicios Públicos:** Los datos sobre el número de usuarios bajo tipos y consumos de servicio público fueron tomados de Electricidad, Agua y Gas Natural de las cuatro ciudades tipo.

Los datos fueron luego analizados en detalle para llegar a la línea base. Además, esta línea base fue enviada a diversas partes interesadas, tales como las oficinas regionales de Camacol, consultores activos en varias disciplinas para su validación.

Las siguientes tablas muestran el consumo promedio de agua y energía en las edificaciones según su uso y de acuerdo al clima.

Tabla 1. Línea base de consumo de energía

kWh/m ² -año	Frío	Templado	Cálido seco	Cálido húmedo
Hoteles	96,1	151,3	132,5	217,8
Hospitales	249,6	108,3	344,1	344,1
Oficinas	81,2	132,3	318,2	221,3
Centros comerciales	403,8	187,8	187,8	231,5
Educativos	40,0	44,0	72,0	29,8
Vivienda no VIS	46,5	48,3	36,9	50,2
Vivienda VIS	44,6	44,0	34,6	49,3
Vivienda VIP	48,1	53,3	44,9	50,6

Tabla 2. Línea base de consumo de agua

lt/pers/día	Frío	Templado	Cálido seco	Cálido húmedo
Hoteles	188,5	564,0	242,0	278,9
Hospitales	620,2	600,0	438,0	800,0
Oficinas	45,0	45,0	52,0	45,8
Centros comerciales	6 lt/m ²	6 lt/m ²	6 lt/m ²	6 lt/m ²
Educativos	50,0	50,0	50,0	24,8
Vivienda no VIS	145,4	145,3	189,8	174,9
Vivienda VIS	105,7	113,9	156,7	125,4
Vivienda VIP	78,1	98,3	189,8	110,6

1.4.3 Análisis de Sensibilidad

La información recogida para la creación de la línea base se utilizó en la creación de un modelo. Este modelo fue creado en software de modelamiento de energía de la edificación. En este caso, eQuest¹ y TAS² fueron los programas informáticos utilizados. Los parámetros de la edificación tipo que representan la línea base son alimentados al software.

El análisis de sensibilidad corresponde a una simulación del comportamiento energético de los edificios tipo de la línea base, con el fin de identificar el potencial de ahorro de agua y energía de diferentes medidas. Para poder realizar el análisis de sensibilidad es necesario comprender los siguientes factores:

- **Clima:** El clima de un lugar juega un rol importante en los patrones de consumo de agua y energía de las edificaciones y sus ocupantes.
- **Stock de edificaciones:** Número actual de edificaciones construidos y la tendencias de proyección de crecimiento.
- **Consumo de energía (línea base):** El actual consumo de energía y el crecimiento en el consumo de energía es considerado dentro del escenario de "Práctica Habitual". Los siguientes seis tipos de edificaciones representaron el máximo consumo de energía:
 - Edificaciones de vivienda (VIP, VIS y no VIS)
 - Centros comerciales
 - Edificaciones de oficinas
 - Hoteles
 - Hospitales
 - Educativos

Modelos de edificios típicos basados en el stock de edificaciones actual fueron creados en herramientas de simulación energética (programas de software) llamados eQUEST y TAS. eQUEST y TAS son herramientas de simulación del comportamiento energético de edificios, que analizan el consumo de energía en una edificación de acuerdo a sus características. Los datos climáticos se convierten en la base para todos los análisis de energía. Una vez que el modelo de la edificación típica es creado se estima el cambio en el comportamiento de este al modificar uno de los parámetros de diseño (una lista de los parámetros/medidas se muestra a continuación). Por ejemplo, si se cambia la proporción de la ventana a la pared de 60% a 50%, ¿cómo cambia la carga de aire acondicionado/condiciones de confort dentro del edificio? Una serie de cambios aplicados es llamado Análisis Paramétrico o Análisis de sensibilidad. Al final de este ejercicio se llega a un set de medidas que darán los mayores ahorros en energía y agua. Estos fueron entonces considerados para análisis futuros que formaron la base de la matriz de implementación.

¹ eQuest Permite realizar un análisis detallado, el cual combina un asistente o modelador de creación de edificaciones, un asistente para medida de eficiencia energética (MEE) y un módulo de presentación de resultados gráficos con un programa de simulación de uso energético de la edificación derivado del DOE-2.

² TAS es una herramienta de modelamiento de construcción y simulación líder en la industria. Capaz de realizar simulación termodinámica. Permite a los diseñadores predecir de manera precisa el consumo energético, emisiones de CO₂, costos operativos y confort de los ocupantes. Para este estudio se utilizó para simular edificaciones con ventilación natural para poder predecir el consumo de energía así como los niveles de confort.

Lista de medidas

Las medidas de eficiencia son los métodos que se pueden llevar a cabo mientras se diseña y construye el edificio que ayudarán a mejorar el desempeño del mismo. Estas se puede clasificar ampliamente en Medidas de Eficiencia Energética y Medidas de Eficiencia de Agua. Las medidas que se han considerado en la guía de construcción sostenible son:

Medidas de Eficiencia Energética Pasivas que tienen que ver con los aspectos civiles-arquitectónicos del diseño de edificaciones. Estas características determinan la manera, forma y detalles del cerramiento del edificio que tienen relación directa con su eficiencia energética.

1. Relación Ventana / Pared: Esta es la relación del área de ventanas u otras áreas de vidrios con el área bruta de pared exterior llamada Relación Ventana/Pared (RVP). Las ventanas generalmente transmiten calor hacia dentro del edificio a una tasa mayor que las paredes. Por tanto, un edificio con RVP mayor ganará más calor que un edificio con un RVP menor.
2. Sombreamiento - Horizontal: En los climas tropicales donde la ganancia de calor en el edificio se vuelve una desventaja, las ventanas con sombra ayudan a reducir la ganancia de calor hacia el edificio. Los dispositivos de sombra horizontal (también llamados aleros) son usados arriba de los vanos de las ventanas protegiendo así a las ventanas de la radiación solar directa. Estos son usados en superficies de paredes donde la radiación solar incidente viene en un ángulo alto.
3. Sombreamiento - Vertical: Los dispositivos de sombra vertical (también llamados aletas) son usados a los lados de los vanos de las ventanas protegiendo así a las ventanas de la radiación solar directa. Estos son usados en superficies de paredes donde la radiación solar incidente viene en un ángulo bajo.
4. Sombra - Combinada: Una combinación de dispositivos de sombra horizontales y verticales se usan en las fachadas que experimentan ángulos altos y bajos del sol durante distintas épocas del año. Esto también se llama sombra de canasta de huevo o retícula.
5. Valor U del Vidrio: El Valor U es la transmisión de calor en unidad de tiempo a través de una unidad de área de un material o construcción y las películas de aire del borde, inducido por la diferencia de temperatura unitaria entre los entornos a cada lado. Las unidades de Valor U son $W/m^2/K$. [Derivado de ASHRAE 90.1-2004]. La tasa de pérdida de calor de una ventana se indica en términos de su valor U. Entre más bajo el Valor U, mayor es la resistencia de una ventana al flujo de calor y mejores sus propiedades aislantes.
6. Coeficiente de ganancia de calor del Vidrio: SHGC es la relación de la ganancia de calor solar que ingresa al recinto a través del área de la ventana. La ganancia de calor solar incluye el calor solar transmitido en forma directa y la radiación solar absorbida, que luego es re-irradiada, conducida o enviada al recinto por convección. Más específicamente, la relación SHGC es la cantidad de calor admitido a través del vidrio versus el calor total incidentes sobre el vidrio en virtud de la radiación solar directa, y se refleja como un sencillo porcentaje o fracción. [Derivado de ASHRAE 90.1-2004].
7. Valores del conjunto de acristalamiento: Se requiere una combinación de Valor U y SHGC para seleccionar el tipo correcto de vidrio.

8. Valor U muro: La tasa de pérdida de calor de una pared se indica en términos de su valor U. Entre más bajo el Valor U, mayor es la resistencia de una pared al flujo de calor y mejores sus propiedades aislantes. El aislamiento ayuda a reducir el Valor U de la Pared.
9. Valor U cubierta: La tasa de pérdida de calor de un techo se indica en términos de su valor U. Entre más bajo el Valor U, mayor es la resistencia de un techo al flujo de calor y mejores sus propiedades aislantes. El aislamiento ayuda a reducir el Valor U del techo.
10. Reflectividad Pared: El Albedo/Reflectancia de la Pared cuantifica la reflectividad de la radiación solar incidente de la pared. Específicamente, es la relación de radiación solar reflejada del material de la superficie relativa a la radiación solar incidente sobre esta. Tratándose de una fracción sin dimensión, también se puede expresar como porcentaje, y se mide en una escala de cero para la potencia de reflejo nula de una superficie perfectamente negra, hasta 1 para el reflejo de una superficie perfectamente blanca.
11. Reflectividad techo: El Albedo/Reflectancia de la cubierta cuantifica la reflectividad de la radiación solar incidente de la techo.
12. Estanqueidad: Esta es la medida de la resistencia del edificio a las fugas de aire entrantes o salientes. La fuga de aire excesiva dentro o fuera del edificio resulta en aumentos de consumo de energía debido a que los equipos de calefacción/enfriamiento tienen que trabajar más duro para mantener las temperaturas internas a los niveles deseados.
13. Ventilación Natural: El proceso de suministrar y remover aire a través de un recinto interno sin usar sistemas mecánicos.

Medidas de Eficiencia Energética Activa tratan del equipo que está instalado en el edificio con relación al aire acondicionado, iluminación y potencia eléctrica. Las medidas indicadas abajo ayudan a mejorar el desempeño energético del edificio.

- **Iluminación**

14. Iluminación natural - Control fotoeléctrico de la iluminación perimetral: Hay momentos en los que los usuarios de un edificio encienden las luces pese a tener luz día adecuada. Esto resulta en desperdicio de energía. Los controladores fotoeléctricos sienten la disponibilidad de luz día dentro de las edificaciones y apagan o encienden las luces según haga falta. Se sabe que esto aumenta la eficiencia energética de las edificaciones.
15. Densidad de potencia de luz [LPD - W/m²]: La densidad de la potencia de luz es la potencia eléctrica total usada por las luces instaladas en el edificio dividido por el área total del edificio. Para un nivel de iluminación dado, entre más bajo el LPD, más eficiente el edificio. Depende directamente del uso de lámparas eficientes en energía.
16. Controles [sensores de ocupantes, Zonificación]: Los controles de iluminación que perciben la ocupación de un área y en consecuencia encienden/apagan las luces son útiles en las oficinas y otros tipos de edificaciones.

17. Controles iluminación exterior: Los controles basados en temporizadores o de nivel de luz exterior son útiles para reducir el consumo energético de las edificaciones.

- **HVAC - Heating, Ventilation y Air Conditioning (Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado)**

18. Economizadores de aire (W/m^2): Son equipos que se instalan en los sistemas de aire acondicionado que admiten aire fresco cuando la temperatura ambiente exterior se equiparan con los niveles de temperatura interior deseadas. Este equipo también detiene la operación del chiller ahorrando así energía.

19. Coeficiente de desempeño (COP) - del aire acondicionado se define como la relación entre la tasa de remoción de calor a la tasa de entrada de energía, en unidades consistentes, para un sistema AC completo o alguna porción específica de dicho sistema bajo condiciones operativas designadas. [ASHRAE 90.1-2004]. Esto mide la eficiencia del sistema de aire acondicionado. Entre más alto el COD, mejor la eficiencia. El COD de los chillers varía con base en el tipo de sistema AC y van de 3 a 6.

20. Variadores de frecuencia (VSD) para torres de Enfriamiento: Variadores de frecuencia (VSD) son usados para controlar la velocidad de la maquinaria. Cuando las condiciones del proceso demandan ajuste del flujo de una bomba o ventilador, variando la velocidad del transmisor puede ahorrar energía comparado con otras técnicas para control de flujo.

21. Sensores de Monóxido de Carbono (CO) para ventilación de estacionamiento vehicular: El Monóxido de Carbono es un gas inoloro e incoloro que se encuentra presente en los humos de exhosto de los vehículos a motor. Si se encuentra presente en concentraciones grandes, puede ser fatal. Por tanto, es un ítem de seguridad importante a ser considerado para la ventilación de parqueaderos vehiculares.

22. Sensores de dióxido de carbono (CO₂) para suministro aire Fresco Esto es usado como instrumento para la medición del gas dióxido de carbono. Los principios más comunes para sensores CO₂ son sensores de gas infrarrojos (NDIR) y sensores químicos de gas. La medición del dióxido de carbono es importante en el monitoreo de la calidad interior del aire.

23. Variadores de frecuencia (VSD) para Bombas: Son usados para controlar la velocidad de la maquinaria. Cuando las condiciones del proceso demandan ajuste del flujo de una bomba o ventilador, variando la velocidad del transmisor puede ahorrar energía comparado con otras técnicas para control de flujo.

24. Recuperación de calor de aire de retorno: Estas unidades utilizan un intercambiador de calor de contraflujo para extraer el calor del aire de exhosto y reutilizar el mismo para la calefacción/enfriamiento del aire fresco. Esto ayuda a aumentar la eficiencia energética del sistema de aire acondicionado.

25. Ventilador VFD-UMA: Tener variadores de frecuencia al motor ventilador UMA reduce mucho consumo energía en el edificio.

26. Agua Caliente Solar: Los sistemas están diseñados para dar agua caliente casi todo el año usando ganancias solares como fuente combustible.

- **Potencia Eléctrica**

27. Eficiencias de Ascensores & Escaleras Mecánicas: Los motores operan ascensores y escaleras mecánicas. Los motores eficientes ayudan a disminuir el consumo de energía del edificio.
28. Sub-medición de electricidad: Esta medida no ayuda en la reducción directa de energía. Sin embargo, si ayuda al administrador del edificio a entender la distribución del consumo de energía y, por ende, suministra suficientes datos sobre los que se puede llevar a cabo una acción de conservación de energía/corrección de comportamiento.
29. Corrección de factor de potencia: El factor de potencia se define como la relación de la potencia real que fluye al sistema con la potencia aparente en el circuito. Entre más alto el factor de potencia, mayor será la eficiencia energética del sistema. Se pueden instalar dentro del sistema eléctrico del edificio para mejorar su eficiencia energética.
30. Puntos cargue carros eléctricos: Los autos eléctricos se saben que no contaminan en comparación con los vehículos impulsados con combustibles fósiles. Los puntos de cargue de autos eléctricos serán una afirmación positiva para aquellos que elijan autos eléctricos como su modo de transporte preferido.

Medidas Eficiencia - Agua

31. Los accesorios de ahorro de agua [salidas de bajo flujo, duchas y WC de doble flujo]: La grifería eficiente resultara en consumos más bajos de agua. Ahora, se dispone de grifería conservadora de agua en el mercado que ofrece la misma funcionalidad de flujo y limpieza con menor uso de agua.
32. Tratamiento de aguas residuales y reciclaje de agua: Alrededor del 85% del agua potable fluye como aguas negras. Estas aguas negras, si se tratan, se pueden convertir en una fuente de agua que puede reemplazar el uso de agua potable para actividades como lavar inodoros y riegos de jardines.
33. Recolección y reutilización de agua lluvia: El agua lluvia es una de las fuentes de agua más puras. Si se captura y se trata bien
34. Jardinería exterior eficiente: El paisajismo es un consumidor importante de agua. Sin embargo, la creencia general es que las plantas locales generalmente usan menos agua que las especies exóticas. En adición a esto, los sistemas de riego eficiente (tales como el riego por goteo) pueden reducir drásticamente la cantidad de agua requerida para mantener buenos espacios paisajísticos.
35. Recuperación de condensador aire acondicionado: Los sistemas de aire acondicionado generalmente controlan la cantidad de humedad del ambiente. En el proceso, la humedad excesiva se licúa y queda disponible como agua de condensación. Generalmente, el exceso de agua de condensación se drena. Sin embargo, esta agua de condensación se puede reutilizar como agua potable o como agua de reemplazo para las torres de enfriamiento. Esto reduce la necesidad de agua potable. También ayuda en la conservación de energía en el caso que se use para agua de reemplazo para torres de enfriamiento.

36. Sub-medición de agua (Aguas Negras Tratadas, Agua Lluvia Tratada): La sub-medición de agua no ayuda en la reducción directa del consumo de agua. Sin embargo, si ayuda al administrador del edificio a entender la distribución del consumo de agua y, por ende, suministra suficientes datos sobre los que se puede llevar a cabo una acción de conservación de agua/corrección de comportamiento.

1.4.4 Análisis de costos

El análisis de costos se lleva a cabo para cada una de las medidas seleccionadas, con el fin de evaluar el impacto de la aplicación de los nuevos criterios sobre los costos de construcción. Esta información es usada para desarrollar una herramienta de costo-beneficio que sirve para presentar una evaluación objetiva de las diferentes recomendaciones para cada una de las cuatro zonas climáticas principales en Colombia.

Alcance

Alcance en términos de costos

Cálculo de costos de construcción sostenible para el modelo de la línea base, el cual fue preparado de acuerdo con las especificaciones de construcción estándares en el mercado. Para estos efectos, se definieron los supuestos y especificaciones técnicas de cada criterio que se deben tener en cuenta para cada tipo de edificio.

El resultado es el cálculo de costos generados para cada una de las medidas propuestas en la guía de construcción sostenible.

Alcance en disponibilidad de tecnología

Suministrar datos sobre la disponibilidad y aceptación en el mercado de nuevas tecnologías incorporadas en la guía de construcción sostenible.

Metodología del Modelo de Costos

Las siguientes son las consideraciones metodológicas usadas en el desarrollo del proceso de análisis de costos para poder cumplir con los objetivos propuestos:

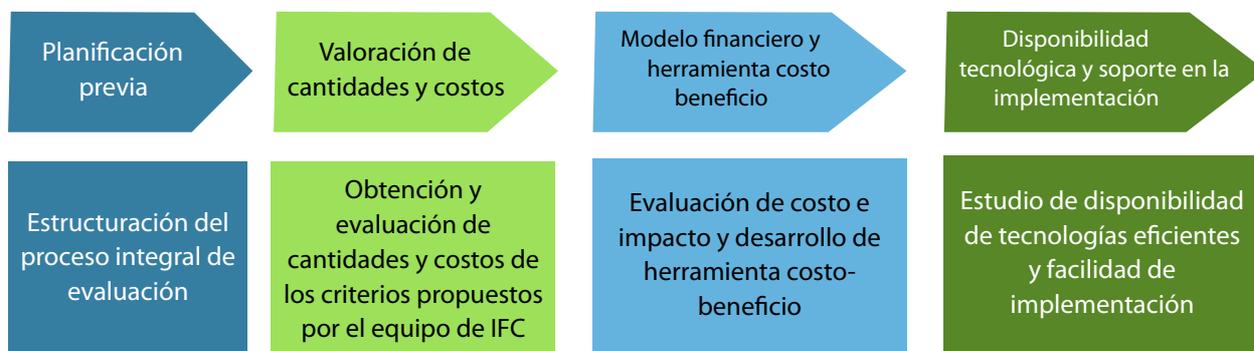


Gráfico 2. Metodología del modelo de costos

- **Costo Total Edificación:** se creó un conjunto estándar de especificaciones para cada tipo de edificación en distintas ciudades basado en los estudios compilados por Corpoema. Luego se revisaron estas especificaciones y calculó el costo para cada uno de los edificios tipo de la línea base.
- **Costo de cada Medida de la línea base:** se luego calculó el costo de cada medida de la línea base.
- **Costo de Media Caso Mejorado:** Luego, se calculó el costo de cada medida de un modelo de un edificio en el que se implementan las medidas de eficiencia definidas en el análisis de sensibilidad.
- **Diferencias Costo:** En la mayoría de los casos, el caso mejorado costó más que el caso base. Esta diferencia fue posteriormente expresada como un porcentaje del costo total de construcción.

- **Ahorros Consumo Energía/Agua:** Esta diferencia en consumo representó el ahorro de agua y energía. Estos datos, al multiplicarse con las tarifas de energía/agua en diversas ciudades, representó el ahorro en costos debido a la implementación de cada medida.
- **Cálculos Retorno:** El costo extra de inversión dividido por el ahorro en costos dio el retorno para cada medida

Resultados

El objetivo del análisis costo-beneficio es el de evaluar los costos de construcción detallados bajo estándares generalmente aceptados en Colombia respecto de un modelo de construcción sostenible, que permita identificar el impacto de la inclusión o exclusión de cada uno de estos criterios en la guía de Construcción Sostenible.

Este análisis se hace para 8 tipos de construcción diferentes (hoteles, hospitales, centros comerciales, oficinas, colegios, vivienda no vis , vivienda VIP y vivienda vis) en las ciudades de Medellín, Bogotá, Cali y Barranquilla, que representan las 4 zonas climáticas diferentes que están presentes en Colombia (frío, templado, cálido seco y cálido húmedo, respectivamente).

1.4.5 Matriz de Implementación

Las medidas fueron clasificadas según su potencial de ahorro de agua/energía, su costo de implementación, el periodo de retorno de la inversión, la disponibilidad en el mercado y la facilidad de inclusión. El resultado es una herramienta de toma de decisiones denominada Matriz de Implementación, la cual correlaciona cada medida según los criterios anteriormente mencionados, el tipo de edificación y el clima.

La Matriz de Implementación contiene las medidas recomendadas para lograr los porcentajes de ahorro en agua y energía dispuestos en la Resolución. Las medidas se encuentran diferenciadas según el tipo de edificación y clima.

Las medidas recomendadas son aquellas que cumplen los siguientes criterios: el potencial de ahorro de energía/agua de al menos 5%, que no costaran más del 5% del total del costo de la edificación y que los costos fueran recuperados en menos de 5 años. La única excepción es en la vivienda social (VIP y VIS) donde el presupuesto es limitado por lo cual el costo máximo permitido de construcción es 3%.

En la Matriz de Implementación, las medidas se clasifican según su eficacia de la siguiente manera:

- **Altamente recomendable:** Estas son medidas que deben ser incluidas en la guía de construcción sostenible y que tienen un efecto mínimo en los costos de construcción. Su potencial en ahorro de agua o energía es más del 5% mientras el impacto en el costo es menor al 1% del costo total de la edificación con una recuperación del costo en menos de 3 años. Esto significa que las medidas proveerán máximos ahorros con mínimos impactos en el costo.
- **Moderadamente recomendable:** Muchas de estas medidas pueden ser más costosas de lo que pueden pagar muchos de los dueños de las edificaciones. El potencial de ahorro de recursos está entre el 3% y el 5% con un impacto en el costo entre el 1% y el 5% y una recuperación del costo entre 3 y 5 años.
- **Poco / No recomendable:** Estas son medidas que no tienen un gran impacto en el ahorro de energía/agua y es mejor dejarlas por fuera del alcance de la guía. El potencial de ahorro de recursos es menor al 3% con un impacto en el costo mayor al 5% y una recuperación del costo en un periodo mayor a 5 años.

Adicionalmente se consideraron factores como disponibilidad tecnológica, factibilidad de regulación y verificación de las medidas a implementar en el edificio.

	Altamente recomendable	Moderadamente recomendable	Poco / no recomendable
Potencial de ahorro de recursos	> 5%	> 3% y < 5%	< 3%
Impacto en el costo	< 1%	> 1% y < 5%	> 5%
Periodo de retorno	< 3 años	> 3 años	> 5 años
Disponibilidad	Alta	Moderada / baja	Baja

Tabla 3. Criterios de selección de medidas

A continuación se presentan los resultados de la matriz de implementación para cada uso de edificación y cada zona climática.

Tabla 4. Matriz de Implementación clima frío

Clima frío			Potencial de ahorro (Energía - Agua - Confort)	Impacto en costo	Periodo de retorno - payback
No.	Item	Tipo de edificio	(%)	(% del costo total)	(Años)
1	Relación Ventana/Pared	Hotel	0,00%	N/A	N/A
		Oficina	3,80%	-0,17%	1,0
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	0,00%	N/A	N/A
		Educativo	5,00%	-0,40%	1,0
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
2	Sombreado horizontal	Hotel	4,51%	0,22%	4,0
		Oficina	7,20%	1,34%	No retorno en 10 años
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	8,36%	0,16%	1,0
		Educativo	6,30%	0,28%	No retorno en 10 años
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	1,12%	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	0,51%	N/A
3	Sombreado vertical a 1200mm de intervalo	Hotel	3,92%	0,30%	6,0
		Oficina	5,76%	0,46%	7,0
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	5,37%	0,22%	2,0
		Educativo	5,51%	0,45%	No retorno en 10 años
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	0,62%	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	0,31%	N/A
4	Sombreamiento vertical y horizontal combinado	Hotel	8,04%	0,52%	5,0
		Oficina	10,81%	1,80%	No retorno en 10 años
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	13,91%	0,38%	1,0
		Educativo	8,86%	0,73%	No retorno en 10 años
		Vivienda VIP	N/A	1,93%	N/A
		Vivienda VIS	N/A	0,00%	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	0,81%	N/A
5	Valor U del vidrio	Hotel	0,00%	1,51%	N/A
		Oficina	0,00%	2,33%	N/A
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	0,52%	1,12%	No retorno en 10 años
		Educativo	0,00%	2,92%	No retorno en 10 años
		Vivienda VIP	★ 3,91%	N/A	N/A
		Vivienda VIS	★ 1,77%	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	★ 0,70%	N/A	N/A
6	Coeficiente de ganancias solares del vidrio (SHGC)	Hotel	3,67%	1,94%	No retorno en 10 años
		Oficina	6,35%	3,00%	No retorno en 10 años
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	6,05%	1,43%	No retorno en 10 años
		Educativo	5,43%	3,76%	No retorno en 10 años
		Vivienda VIP	★ 0,00%	0,00%	N/A
		Vivienda VIS	★ 0,62%	0,00%	N/A
		Vivienda no VIS	★ 0,75%	0,00%	N/A
7	Propiedades del sistema de acristalamiento (conjunto)	Hotel	2,67%	1,48%	No retorno en 10 años
		Oficina	3,52%	2,28%	No retorno en 10 años
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	5,17%	1,09%	No retorno en 10 años
		Educativo	2,60%	2,86%	No retorno en 10 años
		Vivienda VIP	N/A	3,83%	N/A
		Vivienda VIS	N/A	0,00%	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	0,00%	N/A
8	Valor U muro	Hotel	0,00%	1,37%	N/A
		Oficina	0,00%	0,71%	N/A
		Centro comercial	0,00%	0,30%	N/A
		Hospital	0,00%	0,51%	N/A
		Educativo	0,00%	N/A	N/A
		Vivienda VIP	★ 4,86%	5,11%	N/A
		Vivienda VIS	★ 0,08%	0,00%	N/A
		Vivienda no VIS	★ 0,16%	0,00%	N/A
9	Valor U cubierta	Hotel	0,00%	0,59%	N/A
		Oficina	0,00%	0,41%	N/A
		Centro comercial	0,00%	1,91%	N/A
		Hospital	0,14%	0,78%	No retorno en 10 años
		Educativo	0,00%	N/A	N/A
		Vivienda VIP	★ 0,00%	0,00%	N/A
		Vivienda VIS	★ 0,36%	0,00%	N/A
		Vivienda no VIS	★ 0,11%	0,00%	N/A

Clima frío			Potencial de ahorro (Energía - Agua - Confort)	Impacto en costo	Periodo de retorno - payback
No.	Item	Tipo de edificio	(%)	(% del costo total)	(Años)
10	Reflectividad pared	Hotel	3,51%	0,04%	1,0
		Oficina	1,52%	0,11%	7,0
		Centro comercial	0,65%	-1,28%	1,0
		Hospital	1,88%	0,02%	1,0
		Educativo	1,40%	0,09%	No retorno en 10 años
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	0,00%	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	0,00%	N/A
11	Reflectividad cubierta	Hotel	0,11%	0,18%	No retorno en 10 años
		Oficina	0,33%	0,06%	No retorno en 10 años
		Centro comercial	0,56%	-2,09%	1,0
		Hospital	0,44%	0,07%	9,0
		Educativo	0,71%	0,27%	No retorno en 10 años
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
12	Estanqueidad al aire	Hotel	0,00%	N/A	N/A
		Oficina	0,00%	N/A	N/A
		Centro comercial	0,00%	N/A	N/A
		Hospital	0,00%	N/A	N/A
		Educativo	0,00%	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
13	Ventilación natural	Hotel	N/A	N/A	N/A
		Oficina	N/A	N/A	N/A
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	N/A	N/A	N/A
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	★ 0,00%	N/A	N/A
		Vivienda VIS	★ 0,65%	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	★ 1,32%	N/A	N/A
14	Iluminación natural	Hotel	N/A	0,03%	N/A
		Oficina	15,80%	0,05%	1,0
		Centro comercial	N/A	0,01%	N/A
		Hospital	13,00%	0,01%	1,0
		Educativo	32,15%	0,12%	2,0
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
15	Densidad de potencia de luz	Hotel	5,43%	0,74%	No retorno en 10 años
		Oficina	13,63%	1,21%	8,0
		Centro comercial	20,54%	1,28%	3,0
		Hospital	5,73%	0,55%	5,0
		Educativo	30,46%	1,32%	No retorno en 10 años
		Vivienda VIP	20,80%	3,02%	No retorno en 10 años
		Vivienda VIS	18,00%	1,20%	No retorno en 10 años
		Vivienda no VIS	28,08%	0,52%	4,0
16	Economizadores de aire	Hotel	2,84%	0,03%	1,0
		Oficina	5,87%	0,31%	4,0
		Centro comercial	5,85%	3,08%	3,0
		Hospital	1,53%	0,26%	No retorno en 10 años
		Educativo	5,93%	0,17%	No retorno en 10 años
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
17	COP	Hotel	2,73%	0,00%	N/A
		Oficina	0,64%	0,00%	N/A
		Centro comercial	1,12%	0,22%	10,0
		Hospital	5,30%	0,09%	1,0
		Educativo	1,11%	0,00%	1,0
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
18	VSD torres enfriamiento	Hotel	0,38%	0,01%	2,0
		Oficina	0,65%	0,01%	2,0
		Centro comercial	1,17%	0,17%	1,0
		Hospital	5,03%	0,02%	1,0
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A

Clima frío			Potencial de ahorro (Energía - Agua - Confort)	Impacto en costo	Periodo de retorno - payback
No.	Item	Tipo de edificio	(%)	(% del costo total)	(Años)
19	Sensores CO parqueaderos	Hotel	0,46%	0,01%	1,0
		Oficina	0,72%	0,01%	1,0
		Centro comercial	0,64%	0,05%	1,0
		Hospital	0,97%	0,0043%	1,0
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
20	VSD bombas	Hotel	5,84%	0,01%	1,0
		Oficina	5,18%	0,01%	1,0
		Centro comercial	3,21%	0,02%	1,0
		Hospital	5,07%	0,02%	1,0
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
21	Recuperación de calor del aire de retorno	Hotel	0,00%	0,15%	N/A
		Oficina	0,00%	0,17%	N/A
		Centro comercial	0,00%	0,32%	N/A
		Hospital	0,00%	0,30%	N/A
		Educativo	0,00%	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
22	Controles (ocupación, zonificación)	Hotel	2,87%	0,26%	7,0
		Oficina	6,39%	0,28%	4,0
		Centro comercial	9,25%	0,17%	1,0
		Hospital	1,08%	0,14%	6,0
		Educativo	18,90%	0,25%	5,0
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
23	Controles de iluminación exterior	Hotel	0,12%	0,0008%	1,0
		Oficina	0,290%	0,0002%	1,0
		Centro comercial	0,15%	0,00%	1,0
		Hospital	0,08%	0,0001%	1,0
		Educativo	0,51%	0,00%	1,0
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
24	Eficiencia ascensores y escaleras mecánicas	Hotel	0,97%	0,09%	8,0
		Oficina	1,05%	0,09%	8,0
		Centro comercial	0,53%	0,04%	3,0
		Hospital	0,38%	0,04%	5,0
		Educativo	1,24%	0,06%	No retorno en 10 años
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
25	Sub-medición de electricidad (no es una medida de eficiencia)	Hotel	2,00%	0,07%	3,0
		Oficina	2,00%	0,08%	3,0
		Centro comercial	2,00%	0,07%	2,0
		Hospital	2,00%	0,04%	1,0
		Educativo	2,00%	0,03%	6,0
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
26	Corrección de factor de potencia	Hotel	9,00%	0,03%	1,0
		Oficina	9,00%	0,05%	1,0
		Centro comercial	9,00%	0,65%	3,0
		Hospital	9,00%	0,05%	1,0
		Educativo	9,00%	0,03%	1,0
		Vivienda VIP	9,00%	0,10%	1,0
		Vivienda VIS	9,00%	0,04%	1,0
27	Accesorios de ahorro de agua	Hotel	42,00%	0,07%	No retorno en 10 años
		Oficina	26,00%	0,02%	9,0
		Centro comercial	14,00%	0,01%	1,0
		Hospital	11,00%	0,03%	No retorno en 10 años
		Educativo	67,00%	0,01%	1,0
		Vivienda VIP	12,00%	1,08%	No retorno en 10 años
		Vivienda VIS	10,00%	0,31%	No retorno en 10 años
Vivienda no VIS	15,00%	0,30%	No retorno en 10 años		

Clima frío			Potencial de ahorro (Energía - Agua - Confort)	Impacto en costo	Periodo de retorno - payback
No.	Item	Tipo de edificio	(%)	(% del costo total)	(Años)
28	Tratamiento de aguas residuales y reciclaje de agua	Hotel	32,00%	0,21%	No retorno en 10 años
		Oficina	57,00%	0,22%	No retorno en 10 años
		Centro comercial	47,67%	0,72%	8,0
		Hospital	72,00%	0,39%	No retorno en 10 años
		Educativo	66,00%	0,00%	1,0
		Vivienda VIP	23,00%	2,00%	No retorno en 10 años
		Vivienda VIS	46,00%	1,47%	No retorno en 10 años
		Vivienda no VIS	16,00%	0,80%	No retorno en 10 años
29	Recolección y reutilización de agua de lluvia	Hotel	6,00%	0,20%	No retorno en 10 años
		Oficina	6,00%	0,20%	No retorno en 10 años
		Centro comercial	8,00%	0,57%	No retorno en 10 años
		Hospital	6,00%	0,27%	No retorno en 10 años
		Educativo	69,00%	0,45%	No retorno en 10 años
		Vivienda VIP	2,00%	1,88%	No retorno en 10 años
		Vivienda VIS	1,00%	0,46%	No retorno en 10 años
		Vivienda no VIS	2,00%	0,21%	No retorno en 10 años
30	Jardinería exterior eficiente	Hotel	3,60%	0,31%	No retorno en 10 años
		Oficina	4,00%	0,49%	No retorno en 10 años
		Centro comercial	0,30%	0,07%	No retorno en 10 años
		Hospital	1,00%	0,31%	No retorno en 10 años
		Educativo	9,00%	0,41%	No retorno en 10 años
		Vivienda VIP	3,00%	2,78%	No retorno en 10 años
		Vivienda VIS	0,40%	0,23%	No retorno en 10 años
		Vivienda no VIS	0,10%	0,05%	No retorno en 10 años
31	Recuperación de condensados aire acondicionado	Hotel	3,10%	0,18%	No retorno en 10 años
		Oficina	N/A	N/A	N/A
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	N/A	N/A	N/A
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
32	Sub-medición de agua (no es una medida de eficiencia)	Hotel	N/A	0,0013%	N/A
		Oficina	N/A	0,0006%	N/A
		Centro comercial	N/A	0,00%	N/A
		Hospital	N/A	0,0008%	N/A
		Educativo	N/A	0,00%	N/A
		Vivienda VIP	N/A	0,0040%	N/A
		Vivienda VIS	N/A	0,00%	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	0,001%	N/A
33	Agua caliente solar	Hotel	25,00%	1,34%	4,0
		Oficina	N/A	N/A	N/A
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	15,62%	1,16%	4,0
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	5,33%	0,36%	8,0
		Vivienda VIS	7,57%	0,27%	7,0
		Vivienda no VIS	6,20%	0,15%	5,0
34	Gestión de aguas torrenciales y recarga de acuíferos	Hotel	N/A	0,18%	N/A
		Oficina	N/A	0,20%	N/A
		Centro comercial	N/A	0,57%	N/A
		Hospital	N/A	0,25%	N/A
		Educativo	N/A	45,00%	N/A
		Vivienda VIP	N/A	1,88%	N/A
		Vivienda VIS	N/A	0,46%	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	0,80%	N/A

Tabla 5. Matriz de Implementación clima Templado

Clima templado			Potencial ahorro (Energía - Agua - Confort)	Impacto en costo	Periodo de retorno - payback
No.	Item	Tipo edificio	(%)	(% del costo total)	(Años)
1	Relación ventana/pared	Hotel	6,94%	-0,65%	N/A
		Oficina	2,70%	-0,09%	N/A
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	0,00%	0,00%	N/A
		Educativo	6,38%	-0,40%	1,0
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
2	Sombreado horizontal	Hotel	9,93%	0,65%	5,0
		Oficina	5,11%	0,12%	5,0
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	5,40%	0,09%	2,0
		Educativo	7,69%	0,26%	No retorno en 10 years
		Vivienda VIP	★ 0,00%	1,18%	N/A
		Vivienda VIS	★ 0,27%	1,62%	N/A
3	Sombreado vertical a 1200mm de intervalo	Hotel	8,67%	1,08%	No retorno en 10 years
		Oficina	4,74%	0,20%	5,0
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	4,90%	0,16%	4,0
		Educativo	7,22%	0,45%	No retorno en 10 years
		Vivienda VIP	N/A	0,65%	N/A
		Vivienda VIS	N/A	0,82%	N/A
4	Sombreamiento vertical y horizontal combinado	Hotel	15,96%	1,73%	8,0
		Oficina	9,11%	0,32%	8,0
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	8,82%	0,25%	3,0
		Educativo	12,60%	0,71%	No retorno en 10 years
		Vivienda VIP	N/A	1,83%	N/A
		Vivienda VIS	N/A	2,44%	N/A
5	Valor U vidrio	Hotel	0,00%	4,77%	N/A
		Oficina	0,00%	0,88%	N/A
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	0,00%	0,71%	N/A
		Educativo	0,00%	2,92%	N/A
		Vivienda VIP	★ 3,91%	N/A	N/A
		Vivienda VIS	★ 1,77%	N/A	N/A
6	Coeficiente de ganancias solares del vidrio (SHGC)	Hotel	8,56%	6,13%	No retorno en 10 years
		Oficina	4,77%	1,13%	No retorno en 10 years
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	4,39%	0,91%	No retorno en 10 years
		Educativo	7,00%	3,76%	No retorno en 10 years
		Vivienda VIP	★ 0,00%	N/A	N/A
		Vivienda VIS	★ 0,62%	N/A	N/A
7	Propiedades del sistema de acristalamiento (conjunto)	Hotel	3,68%	4,66%	No retorno en 10 years
		Oficina	2,00%	0,86%	No retorno en 10 years
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	4,03%	0,69%	No retorno en 10 years
		Educativo	3,00%	2,86%	No retorno en 10 years
		Vivienda VIP	N/A	1,48%	N/A
		Vivienda VIS	N/A	0,00%	N/A
8	Valor U pared	Hotel	0,00%	0,97%	N/A
		Oficina	0,00%	0,22%	N/A
		Centro comercial	0,00%	0,42%	N/A
		Hospital	0,00%	0,34%	N/A
		Educativo	0,00%	N/A	N/A
		Vivienda VIP	★ 4,86%	5,05%	N/A
		Vivienda VIS	★ 0,08%	3,64%	N/A
9	Valor U cubierta	Hotel	0,00%	0,71%	N/A
		Oficina	0,00%	0,23%	N/A
		Centro comercial	0,12%	2,04%	No retorno en 10 years
		Hospital	0,61%	0,82%	No retorno en 10 years
		Educativo	0,00%	N/A	N/A
		Vivienda VIP	★ 0,00%	2,95%	N/A
		Vivienda VIS	★ 0,36%	0,91%	N/A

Clima templado			Potencial ahorro (Energía - Agua - Confort)	Impacto en costo	Periodo de retorno - payback
No.	Item	Tipo edificio	(%)	(% del costo total)	(Años)
10	Reflectividad de la pared	Hotel	1,55%	0,04%	2,0
		Oficina	1,02%	0,01%	2,0
		Centro comercial	0,37%	0,07%	7,0
		Hospital	1,63%	0,01%	1,0
		Educativo	2,03%	0,09%	No retorno en 10 years
		Vivienda VIP	N/A	0,83%	N/A
		Vivienda VIS	N/A	0,26%	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	0,00%	N/A
11	Reflectividad de la cubierta	Hotel	0,22%	0,06%	No retorno en 10 years
		Oficina	0,54%	0,02%	2,0
		Centro comercial	0,44%	1,42%	No retorno en 10 years
		Hospital	0,88%	0,07%	No retorno en 10 years
		Educativo	1,02%	-0,16%	1,0
		Vivienda VIP	N/A	0,33%	N/A
		Vivienda VIS	N/A	0,08%	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	0,00%	N/A
12	Estanqueidad al aire	Hotel	0,00%	N/A	N/A
		Oficina	0,00%	N/A	N/A
		Centro comercial	0,00%	N/A	N/A
		Hospital	0,00%	N/A	N/A
		Educativo	0,00%	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
13	Ventilación natural	Hotel	N/A	N/A	N/A
		Oficina	N/A	N/A	N/A
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	N/A	N/A	N/A
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	★ 0,00%	0,00%	1,0
		Vivienda VIS	★ 0,65%	0,00%	1,0
		Vivienda no VIS	★ 1,32%	0,00%	1,0
14	Iluminación natural	Hotel	7,03%	0,03%	N/A
		Oficina	11,50%	0,02%	1,0
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	7,03%	0,01%	1,0
		Educativo	32,15%	0,12%	1,0
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
15	Densidad de potencia de luz	Hotel	7,81%	1,37%	No retorno en 10 years
		Oficina	8,96%	0,30%	8,0
		Centro comercial	10,87%	1,08%	4,0
		Hospital	4,92%	0,60%	No retorno en 10 years
		Educativo	28,94%	1,37%	No retorno en 10 years
		Vivienda VIP	18,10%	1,48%	7,0
		Vivienda VIS	18,10%	1,13%	No retorno en 10 years
		Vivienda no VIS	26,26%	0,34%	3,0
16	Economizadores de aire	Hotel	8,26%	0,12%	1,0
		Oficina	11,80%	0,14%	3,0
		Centro comercial	5,19%	0,94%	7,0
		Hospital	6,13%	0,21%	4,0
		Educativo	6,93%	0,26%	No retorno en 10 years
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
17	COP	Hotel	1,77%	1,18%	No retorno en 10 years
		Oficina	2,66%	0,41%	No retorno en 10 years
		Centro comercial	1,68%	0,00%	N/A
		Hospital	1,87%	0,15%	No retorno en 10 years
		Educativo	2,21%	0,00%	1,0
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
18	VSD torres enfriamiento	Hotel	0,00%	N/A	N/A
		Oficina	N/A	N/A	N/A
		Centro comercial	2,37%	0,02%	1,0
		Hospital	2,48%	0,01%	1,0
		Educativo	0,00%	0,20%	No retorno en 10 years
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A

Clima templado			Potencial ahorro (Energía - Agua - Confort)	Impacto en costo	Periodo de retorno - payback
No.	Item	Tipo edificio	(%)	(% del costo total)	(Años)
19	Sensores CO parqueadero	Hotel	0,40%	0,01%	2,0
		Oficina	0,92%	0,002%	1,0
		Centro comercial	1,30%	0,01%	1,0
		Hospital	0,96%	0,0040%	1,0
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
20	VSD bombas	Hotel	0,00%	N/A	N/A
		Oficina	N/A	N/A	N/A
		Centro comercial	4,80%	0,02%	1,0
		Hospital	6,13%	0,01%	1,0
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
21	Recuperación de calor aire de retorno	Hotel	0,00%	0,10%	N/A
		Oficina	0,00%	0,07%	N/A
		Centro comercial	0,00%	0,21%	N/A
		Hospital	0,00%	0,10%	N/A
		Educativo	0,00%	0,20%	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
22	Controles (ocupación, zonificación)	Hotel	11,50%	0,26%	1,0
		Oficina	4,38%	0,06%	3,0
		Centro comercial	5,07%	0,18%	2,0
		Hospital	3,57%	0,14%	5,0
		Educativo	21,62%	0,25%	4,0
		Vivienda VIP	N/A	0,18%	N/A
		Vivienda VIS	N/A	0,13%	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	0,12%	N/A
23	Controles de iluminación exterior	Hotel	0,15%	0,0008%	1,0
		Oficina	0,11%	0,0002%	1,0
		Centro comercial	0,31%	0,0004%	1,0
		Hospital	0,18%	0,0002%	1,0
		Educativo	0,47%	0,0001%	1,0
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
24	Eficiencia ascensor y escaleras mecánicas	Hotel	0,91%	0,09%	8,0
		Oficina	0,66%	0,02%	8,0
		Centro comercial	0,18%	0,03%	8,0
		Hospital	0,67%	0,001%	1,0
		Educativo	1,15%	0,06%	No retorno en 10 years
		Vivienda VIP	2,60%	1,83%	No retorno en 10 years
		Vivienda VIS	3,12%	4,51%	No retorno en 10 years
		Vivienda no VIS	3,06%	0,001%	1,0
25	Sub-medición de electricidad (no es una medida de eficiencia)	Hotel	2,00%	0,12%	4,0
		Oficina	2,00%	0,02%	3,0
		Centro comercial	2,00%	0,08%	2,0
		Hospital	2,00%	0,04%	3,0
		Educativo	2,00%	0,03%	5,0
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
26	Corrección de factor de potencia	Hotel	9,00%	0,05%	1,0
		Oficina	9,00%	0,02%	1,0
		Centro comercial	9,00%	0,07%	1,0
		Hospital	9,00%	0,03%	1,0
		Educativo	9,00%	0,03%	1,0
		Vivienda VIP	9,00%	0,04%	1,0
		Vivienda VIS	9,00%	0,04%	1,0
		Vivienda no VIS	9,00%	0,03%	1,0
27	Accesorios de ahorro de agua	Hotel	8,10%	0,12%	No retorno en 10 years
		Oficina	41,20%	0,16%	No retorno en 10 years
		Centro comercial	18,13%	0,01%	1,0
		Hospital	23,00%	0,06%	No retorno en 10 years
		Educativo	71,00%	0,01%	1,0
		Vivienda VIP	18,00%	0,69%	6,0
		Vivienda VIS	17,24%	0,27%	No retorno en 10 years
		Vivienda no VIS	14,38%	0,45%	No retorno en 10 years

Clima templado			Potencial ahorro (Energía - Agua - Confort)	Impacto en costo	Periodo de retorno - payback
No.	Item	Tipo edificio	(%)	(% del costo total)	(Años)
28	Tratamiento de aguas residuales y reciclaje de agua	Hotel	7,30%	0,68%	No retorno en 10 years
		Oficina	45,00%	0,13%	No retorno en 10 years
		Centro comercial	31,20%	1,72%	9,0
		Hospital	30,70%	0,18%	No retorno en 10 years
		Educativo	61,00%	0,19%	No retorno en 10 years
		Vivienda VIP	29,00%	2,25%	No retorno en 10 years
		Vivienda VIS	31,00%	2,30%	No retorno en 10 years
		Vivienda no VIS	22,60%	1,98%	No retorno en 10 years
29	Recolección y reutilización de aguas de lluvia	Hotel	5,30%	0,51%	No retorno en 10 years
		Oficina	17,30%	0,19%	No retorno en 10 years
		Centro comercial	1,40%	2,70%	No retorno en 10 years
		Hospital	8,30%	0,48%	No retorno en 10 years
		Educativo	32,30%	0,90%	No retorno en 10 years
		Vivienda VIP	2,00%	0,98%	10,0
		Vivienda VIS	1,96%	0,96%	No retorno en 10 years
		Vivienda no VIS	1,07%	0,48%	No retorno en 10 years
30	Jardinería exterior eficiente	Hotel	1,30%	0,34%	No retorno en 10 years
		Oficina	2,30%	0,07%	No retorno en 10 years
		Centro comercial	0,04%	0,29%	No retorno en 10 years
		Hospital	1,40%	0,35%	No retorno en 10 years
		Educativo	7,00%	0,41%	No retorno en 10 years
		Vivienda VIP	1,00%	20,18%	No retorno en 10 years
		Vivienda VIS	0,30%	7,03%	No retorno en 10 years
		Vivienda no VIS	0,15%	4,52%	No retorno en 10 years
31	Recuperación de condensados aire acondicionado	Hotel	0,00%	0,00%	N/A
		Oficina	N/A	0,00%	N/A
		Centro comercial	0,23%	0,010%	4,0
		Hospital	4,10%	0,03%	1,0
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
32	Sub-medición de agua (no es una medida de eficiencia)	Hotel	N/A	0,0025%	N/A
		Oficina	N/A	0,00064%	N/A
		Centro comercial	N/A	0,001%	N/A
		Hospital	N/A	0,0003%	N/A
		Educativo	N/A	0,0010%	N/A
		Vivienda VIP	N/A	0,01%	N/A
		Vivienda VIS	N/A	0,01%	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	0,00%	N/A
33	Agua caliente solar	Hotel	25,00%	1,49%	4,0
		Oficina	N/A	N/A	N/A
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	27,00%	1,29%	6,0
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	1,40%	0,09%	5,0
		Vivienda VIS	3,50%	0,16%	8,0
		Vivienda no VIS	18,80%	0,51%	6,0
34	Gestión de aguas torrenciales y recarga de acuíferos	Hotel	0,00%	0,51%	N/A
		Oficina	0,00%	0,19%	N/A
		Centro comercial	0,00%	2,70%	N/A
		Hospital	0,00%	0,48%	N/A
		Educativo	0,00%	0,90%	N/A
		Vivienda VIP	0,00%	0,98%	N/A
		Vivienda VIS	0,00%	0,96%	N/A
		Vivienda no VIS	0,00%	0,48%	N/A
35	Sensores CO2 para suministro de aire fresco	Hotel	0,00%	0,04%	N/A
		Oficina	0,00%	0,02%	N/A
		Centro comercial	0,00%	0,03%	N/A
		Hospital	0,00%	0,01%	N/A
		Educativo	0,00%	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
36	Controles para la iluminación del parqueadero	Hotel	N/A	N/A	N/A
		Oficina	N/A	N/A	N/A
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	N/A	N/A	N/A
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A

Tabla 6. Matriz de Implementación clima Cálido Seco

Clima cálido seco			Potencial de ahorro (Energía - Agua - Confort)	Impacto en costo	Periodo de Retorno - payback
No.	Item	Tipo de edificio	(%)	(% del costo total)	(Años)
1	Relación Ventana/Pared	Hotel	0,00%	N/A	N/A
		Oficina	4,90%	-0,23%	0
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	0,00%	N/A	N/A
		Educativo	6,35%	-0,67%	0
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
2	Sombreado horizontal	Hotel	4,58%	0,27%	3
		Oficina	7,80%	0,39%	3
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	5,14%	0,15%	1
		Educativo	5,74%	0,43%	8
		Vivienda VIP	N/A	0,99%	N/A
		Vivienda VIS	N/A	0,92%	N/A
		Vivienda no VIS	2,17%	0,52%	Sin retorno en 10 años
3	Sombreado vertical a 1200mm de intervalo	Hotel	6,38%	0,39%	3
		Oficina	6,63%	0,57%	4
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	4,32%	0,22%	2
		Educativo	5,94%	0,65%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda VIP	N/A	2,09%	N/A
		Vivienda VIS	N/A	1,05%	N/A
		Vivienda no VIS	2,47%	0,44%	Sin retorno en 10 años
4	Sombreamiento vertical y horizontal combinado	Hotel	11,06%	0,66%	3
		Oficina	12,63%	0,96%	4
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	8,87%	0,36%	2
		Educativo	10,73%	1,09%	10
		Vivienda VIP	N/A	3,08%	N/A
		Vivienda VIS	N/A	1,98%	N/A
		Vivienda no VIS	3,39%	0,96%	Sin retorno en 10 años
5	Valor U vidrio	Hotel	0,00%	2,03%	N/A
		Oficina	0,00%	2,92%	N/A
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	0,16%	1,12%	Sin retorno en 10 años
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
6	Coeficiente de ganancias solares del virio (SHGC)	Hotel	4,88%	2,61%	Sin retorno en 10 años
		Oficina	6,52%	3,76%	Sin retorno en 10 años
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	4,11%	1,44%	Sin retorno en 10 años
		Educativo	5,57%	6,35%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
7	Propiedades del sistema de acristalamiento (conjunto)	Hotel	4,50%	1,99%	Sin retorno en 10 años
		Oficina	5,36%	2,86%	Sin retorno en 10 años
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	4,46%	1,10%	10
		Educativo	3,69%	4,83%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
8	Valor U pared	Hotel	3,12%	1,44%	Sin retorno en 10 años
		Oficina	1,29%	0,90%	Sin retorno en 10 años
		Centro comercial	1,07%	0,57%	Sin retorno en 10 años
		Hospital	1,74%	0,25%	5
		Educativo	0,00%	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	0,00%	N/A	N/A

Clima cálido seco			Potencial de ahorro (Energía - Agua - Confort)	Impacto en costo	Periodo de Retorno - payback
No.	Item	Tipo de edificio	(%)	(% del costo total)	(Años)
9	Valor U cubierta	Hotel	0,10%	0,71%	Sin retorno en 10 años
		Oficina	0,55%	0,80%	Sin retorno en 10 años
		Centro comercial	0,18%	0,67%	Sin retorno en 10 años
		Hospital	0,41%	0,26%	Sin retorno en 10 años
		Educativo	0,00%	3,54%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
10	Reflectividad de la pared	Hotel	3,00%	0,23%	4
		Oficina	1,87%	0,14%	4
		Centro comercial	1,44%	0,07%	2
		Hospital	1,76%	0,04%	1
		Educativo	1,41%	0,16%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
11	Reflectividad de la cubierta	Hotel	0,16%	0,21%	Sin retorno en 10 años
		Oficina	1,27%	0,25%	Sin retorno en 10 años
		Centro comercial	0,37%	-1,54%	0
		Hospital	0,39%	0,03%	3
		Educativo	3,07%	0,47%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
12	Estanqueidad al aire	Hotel	0,00%	N/A	N/A
		Oficina	0,00%	N/A	N/A
		Centro comercial	0,00%	N/A	N/A
		Hospital	0,00%	N/A	N/A
		Educativo	0,00%	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
13	Ventilación natural	Hotel	N/A	N/A	N/A
		Oficina	N/A	N/A	N/A
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	N/A	N/A	N/A
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
14	Iluminación natural	Hotel	N/A	0,03%	N/A
		Oficina	15,04%	0,10%	1
		Centro comercial	N/A	0,02%	N/A
		Hospital	10,25%	0,01%	1
		Educativo	21,06%	0,20%	1
		Vivienda VIP	66,68%	N/A	N/A
		Vivienda VIS	66,67%	N/A	N/A
15	Densidad de potencia de luz	Hotel	4,52%	0,89%	Sin retorno en 10 años
		Oficina	10,34%	1,21%	6
		Centro comercial	18,18%	0,77%	2
		Hospital	4,68%	0,55%	4
		Educativo	18,93%	2,35%	10
		Vivienda VIP	24,75%	3,05%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda VIS	19,63%	0,96%	Sin retorno en 10 años
16	Economizadores de aire	Hotel	0,00%	0,03%	N/A
		Oficina	0,05%	1,22%	Sin retorno en 10 años
		Centro comercial	0,00%	0,64%	N/A
		Hospital	0,00%	0,68%	N/A
		Educativo	0,11%	1,15%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	0,04%	4,41%	Sin retorno en 10 años

Clima cálido seco			Potencial de ahorro (Energía - Agua - Confort)	Impacto en costo	Periodo de Retorno - payback
No.	Item	Tipo de edificio	(%)	(% del costo total)	(Años)
17	COP	Hotel	7,96%	0,00%	N/A
		Oficina	13,02%	0,26%	1
		Centro comercial	2,28%	0,00%	N/A
		Hospital	7,67%	0,00%	N/A
		Educativo	7,30%	3,76%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	5,13%	2,76%	Sin retorno en 10 años
18	VSD torres de enfriamiento	Hotel	3,39%	0,01%	1
		Oficina	9,05%	0,04%	1
		Centro comercial	2,02%	0,03%	1
		Hospital	2,74%	0,03%	1
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
19	Sensores CO parqueaderos	Hotel	0,34%	0,01%	1
		Oficina	0,40%	0,01%	2
		Centro comercial	0,52%	0,01%	1
		Hospital	0,20%	0,0043%	1
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
20	VSD bombas	Hotel	6,76%	0,01%	1
		Oficina	4,40%	0,04%	1
		Centro comercial	1,29%	0,03%	1
		Hospital	4,51%	0,03%	1
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
21	Recuperación de calor aire de retorno	Hotel	0,62%	0,16%	Sin retorno en 10 años
		Oficina	1,03%	0,17%	9
		Centro comercial	2,34%	0,32%	5
		Hospital	5,74%	0,31%	2
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
22	Controles (ocupación y zonificación)	Hotel	2,13%	0,26%	7
		Oficina	3,38%	0,28%	4
		Centro comercial	7,36%	0,17%	1
		Hospital	0,87%	0,14%	6
		Educativo	15,25%	0,48%	3
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
23	Control de iluminación exterior	Hotel	0,09%	0,00079%	1
		Oficina	0,16%	0,00086%	1
		Centro comercial	0,12%	0,00015%	1
		Hospital	0,06%	0,0002%	1
		Educativo	0,29%	0,00048%	1
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
24	Eficiencia de ascensor y escaleras mecánicas	Hotel	0,71%	0,07%	5
		Oficina	0,64%	0,10%	9
		Centro comercial	0,38%	0,03%	4
		Hospital	0,39%	0,04%	4
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	2,89%	0,10%	9

Clima cálido seco			Potencial de ahorro (Energía - Agua - Confort)	Impacto en costo	Periodo de Retorno - payback
No.	Item	Tipo de edificio	(%)	(% del costo total)	(Años)
25	Sub-medición electricidad (no es una medida de eficiencia)	Hotel	2,00%	0,06%	2
		Oficina	2,00%	0,08%	2
		Centro comercial	2,00%	0,08%	2
		Hospital	2,00%	0,04%	1
		Educativo	2,00%	0,05%	2
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
26	Corrección de factor de potencia	Hotel	9,00%	0,05%	1
		Oficina	9,00%	1,13%	7
		Centro comercial	9,00%	0,08%	1
		Hospital	9,00%	0,07%	1
		Educativo	9,00%	0,09%	1
		Vivienda VIP	9,00%	0,07%	1
		Vivienda VIS	9,00%	0,04%	1
27	Accesorios de ahorro de agua	Hotel	7,00%	0,07%	Sin retorno en 10 años
		Oficina	22,00%	0,02%	Sin retorno en 10 años
		Centro comercial	20,00%	0,02%	3
		Hospital	7,00%	0,03%	Sin retorno en 10 años
		Educativo	25,00%	0,004%	2
		Vivienda VIP	8,00%	0,82%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda VIS	7,00%	0,10%	Sin retorno en 10 años
28	Tratamiento de aguas residuales y reciclaje de agua	Hotel	42,00%	0,42%	Sin retorno en 10 años
		Oficina	57,00%	0,68%	Sin retorno en 10 años
		Centro comercial	57,00%	0,13%	Sin retorno en 10 años
		Hospital	95,00%	0,29%	Sin retorno en 10 años
		Educativo	49,00%	0,16%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda VIP	40,00%	2,88%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda VIS	50,00%	1,32%	Sin retorno en 10 años
29	Recolección y reutilización de agua de lluvia	Hotel	2,00%	0,16%	Sin retorno en 10 años
		Oficina	17,30%	0,45%	Sin retorno en 10 años
		Centro comercial	3,60%	0,32%	Sin retorno en 10 años
		Hospital	7,00%	0,18%	Sin retorno en 10 años
		Educativo	71,88%	1,88%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda VIP	2,00%	1,65%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda VIS	2,00%	0,87%	Sin retorno en 10 años
30	Jardinería exterior eficiente	Hotel	3,00%	0,29%	Sin retorno en 10 años
		Oficina	1,00%	0,18%	Sin retorno en 10 años
		Centro comercial	0,20%	0,06%	Sin retorno en 10 años
		Hospital	2,00%	0,31%	Sin retorno en 10 años
		Educativo	6,00%	0,32%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda VIP	2,00%	2,81%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda VIS	1,00%	0,68%	Sin retorno en 10 años
31	Recuperación de condensados aire acondicionado	Hotel	N/A	0,18%	N/A
		Oficina	N/A	0,02%	N/A
		Centro comercial	N/A	0,01%	N/A
		Hospital	N/A	N/A	N/A
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
32	Sub-medición de agua (no es una medida de eficiencia)	Hotel	N/A	0,00129%	N/A
		Oficina	N/A	0,00282%	N/A
		Centro comercial	N/A	0,00049%	N/A
		Hospital	N/A	0,0008%	N/A
		Educativo	N/A	0,00079%	N/A
		Vivienda VIP	N/A	0,00376%	N/A
		Vivienda VIS	N/A	0,00284%	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	0,00209%	N/A

Clima cálido seco			Potencial de ahorro (Energía - Agua - Confort)	Impacto en costo	Periodo de Retorno - payback
No.	Item	Tipo de edificio	(%)	(% del costo total)	(Años)
33	Agua caliente solar	Hotel	14,21%	1,11%	4
		Oficina	N/A	N/A	N/A
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	7,37%	0,69%	5
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	0,16%	0,01%	4
		Vivienda VIS	0,11%	0,01%	Sin retorno en 10 años
34	Gestión de agua torrencial y recarga de acuíferos	Vivienda no VIS	2,62%	0,10%	5
		Hotel	N/A	0,16%	N/A
		Oficina	N/A	0,45%	N/A
		Centro comercial	N/A	0,32%	N/A
		Hospital	N/A	0,18%	N/A
		Educativo	N/A	1,88%	N/A
		Vivienda VIP	N/A	1,65%	N/A
35	Sensores CO2 para entrada de aire fresco	Vivienda VIS	N/A	0,87%	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	0,35%	N/A
		Hotel	3,55%	0,0040%	1
		Oficina	0,71%	0,06%	5
		Centro comercial	1,19%	0,03%	1
		Hospital	4,13%	0,03%	1
		Educativo	0,92%	0,19%	Sin retorno en 10 años
36	Controles para la iluminación de parqueaderos	Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
		Hotel	N/A	N/A	N/A
		Oficina	N/A	N/A	N/A
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	N/A	N/A	N/A
		Educativo	N/A	N/A	N/A

Tabla 7. Matriz de Implementación clima Cálido Húmedo

Clima cálido húmedo			Potencial de ahorro (Energía - Agua - Confort)	Impacto en costo	Periodo de retorno - payback
No.	Item	Tipo de edificio	(%)	(% del costo total)	(Años)
1	Relación ventana/pared	Hotel	0,00%	N/A	N/A
		Oficina	0,00%	N/A	N/A
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	0,00%	N/A	N/A
		Educativo	6,89%	-0,67%	0,0
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
2	Sombreado horizontal	Hotel	4,74%	0,44%	4,0
		Oficina	4,41%	0,36%	5,0
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	6,13%	0,16%	1,0
		Educativo	5,95%	0,48%	7,0
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	4,25%	0,94%	Sin retorno en 10 años
3	Sombreado vertical a 1200mm de inervalo	Hotel	6,01%	0,69%	5,0
		Oficina	4,55%	0,54%	7,0
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	6,21%	0,25%	1,0
		Educativo	6,31%	0,38%	5,0
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	4,32%	0,49%	Sin retorno en 10 años
4	Sombreamiento vertical y horizontal combinado	Hotel	11,00%	1,13%	5,0
		Oficina	8,30%	0,91%	6,0
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	11,90%	0,42%	1,0
		Educativo	10,90%	0,86%	6,0
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	8,50%	1,43%	Sin retorno en 10 años
5	Valor U vidrio	Hotel	0,13%	2,99%	Sin retorno en 10 años
		Oficina	N/A	2,69%	N/A
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	0,38%	1,12%	Sin retorno en 10 años
		Educativo	0,00%	4,94%	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
6	Coeficiente de ganancias solares del vidrio (SHGC)	Hotel	4,82%	3,84%	Sin retorno en 10 años
		Oficina	4,04%	3,38%	Sin retorno en 10 años
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	5,30%	1,44%	9,0
		Educativo	5,10%	6,35%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	4,31%	4,17%	Sin retorno en 10 años
7	Propiedades del sistema de acristalamiento (conjunto)	Hotel	4,92%	2,93%	Sin retorno en 10 años
		Oficina	3,52%	2,64%	Sin retorno en 10 años
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	5,74%	1,10%	6,0
		Educativo	3,79%	4,83%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	3,87%	3,17%	Sin retorno en 10 años
8	Valor U muro	Hotel	1,82%	1,37%	Sin retorno en 10 años
		Oficina	0,32%	1,26%	Sin retorno en 10 años
		Centro comercial	1,52%	0,65%	Sin retorno en 10 años
		Hospital	1,42%	0,39%	9,0
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	1,24%	1,51%	Sin retorno en 10 años

Clima cálido húmedo			Potencial de ahorro (Energía - Agua - Confort)	Impacto en costo	Periodo de retorno - payback
No.	Item	Tipo de edificio	(%)	(% del costo total)	(Años)
9	Valor U cubierta	Hotel	0,26%	0,62%	Sin retorno en 10 años
		Oficina	0,39%	0,65%	Sin retorno en 10 años
		Centro comercial	0,32%	1,24%	Sin retorno en 10 años
		Hospital	0,50%	0,75%	Sin retorno en 10 años
		Educativo	0,64%	3,54%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	1,11%	0,32%	Sin retorno en 10 años
10	Reflectividad del muro	Hotel	1,94%	0,22%	5,0
		Oficina	1,45%	0,18%	7,0
		Centro comercial	1,54%	0,10%	2,0
		Hospital	1,45%	0,08%	2,0
		Educativo	1,10%	0,16%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	2,47%	0,10%	3,0
11	Reflectividad de la cubierta	Hotel	0,25%	0,20%	Sin retorno en 10 años
		Oficina	0,68%	0,32%	Sin retorno en 10 años
		Centro comercial	0,40%	0,48%	Sin retorno en 10 años
		Hospital	0,38%	0,07%	6,0
		Educativo	2,30%	0,47%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	1,95%	0,09%	4,0
12	Estanqueidad al aire	Hotel	0,00%	N/A	N/A
		Oficina	0,00%	N/A	N/A
		Centro comercial	0,00%	N/A	N/A
		Hospital	0,00%	N/A	N/A
		Educativo	0,00%	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	0,00%	N/A	N/A
13	Ventilación natural	Hotel	0,00%	N/A	N/A
		Oficina	0,00%	N/A	N/A
		Centro comercial	0,00%	N/A	N/A
		Hospital	0,00%	N/A	N/A
		Educativo	0,00%	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
14	Iluminación natural	Hotel	N/A	N/A	N/A
		Oficina	12,67%	0,11%	1,0
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	11,29%	0,01%	1,0
		Educativo	19,51%	0,20%	1,0
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
15	Densidad de potencia de luz	Hotel	4,00%	0,98%	Sin retorno en 10 años
		Oficina	9,82%	1,70%	Sin retorno en 10 años
		Centro comercial	15,71%	2,66%	6,0
		Hospital	4,16%	0,76%	6,0
		Educativo	15,02%	1,52%	9,0
		Vivienda VIP	18,92%	2,82%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda no VIS	15,38%	0,80%	Sin retorno en 10 años
16	Economizadores de aire	Hotel	0,00%	0,17%	N/A
		Oficina	0,02%	0,60%	Sin retorno en 10 años
		Centro comercial	0,00%	0,66%	N/A
		Hospital	0,00%	0,47%	N/A
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	0,00%	N/A	N/A

Clima cálido húmedo			Potencial de ahorro (Energía - Agua - Confort)	Impacto en costo	Periodo de retorno - payback
No.	Item	Tipo de edificio	(%)	(% del costo total)	(Años)
17	COP	Hotel	10,69%	0,00%	N/A
		Oficina	6,52%	2,46%	Sin retorno en 10 años
		Centro comercial	3,07%	0,00%	N/A
		Hospital	9,48%	0,00%	N/A
		Educativo	8,99%	4,76%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	7,34%	4,91%	Sin retorno en 10 años
18	VSD en torres de enfriamiento	Hotel	4,69%	0,03%	1,0
		Oficina	N/A	N/A	N/A
		Centro comercial	0,82%	0,04%	2,0
		Hospital	2,87%	0,03%	1,0
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
19	Sensores CO para ventilación de parqueaderos	Hotel	0,26%	0,0036%	1,0
		Oficina	0,44%	0,01%	1,0
		Centro comercial	0,42%	0,007%	1,0
		Hospital	0,17%	0,0044%	1,0
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
20	VSD para bombas	Hotel	8,62%	0,03%	1,0
		Oficina	N/A	N/A	N/A
		Centro comercial	0,49%	0,04%	3,0
		Hospital	4,11%	0,03%	1,0
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
21	Recuperación de calor del aire de extracción	Hotel	8,12%	0,17%	1,0
		Oficina	1,88%	0,17%	5,0
		Centro comercial	4,74%	0,32%	2,0
		Hospital	8,45%	0,31%	1,0
		Educativo	4,66%	0,38%	7,0
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
22	Controles (ocupación y zonificación)	Hotel	1,82%	0,26%	7,0
		Oficina	3,96%	0,28%	4,0
		Centro comercial	5,93%	0,17%	1,0
		Hospital	0,75%	0,14%	6,0
		Educativo	12,10%	0,48%	3,0
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
23	Control iluminación exterior	Hotel	0,08%	0,00039%	1,0
		Oficina	0,18%	0,00046%	1,0
		Centro comercial	0,10%	0,00019%	1,0
		Hospital	0,05%	0,00024%	1,0
		Educativo	0,23%	0,00048%	1,0
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
24	Eficiencia ascensor y escaleras mecánicas	Hotel	0,64%	0,09%	7,0
		Oficina	0,74%	0,22%	Sin retorno en 10 años
		Centro comercial	0,30%	0,05%	5,0
		Hospital	0,34%	0,04%	4,0
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	1,10%	0,00%	1,0

Clima cálido húmedo			Potencial de ahorro (Energía - Agua - Confort)	Impacto en costo	Periodo de retorno - payback
No.	Item	Tipo de edificio	(%)	(% del costo total)	(Años)
25	Sub-medición de electricidad (no es una medida de eficiencia)	Hotel	2,00%	0,07%	2,0
		Oficina	2,00%	0,06%	2,0
		Centro comercial	2,00%	0,06%	1,0
		Hospital	2,00%	0,04%	1,0
		Educativo	2,00%	0,05%	2,0
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
26	Corrección de factor de potencia	Hotel	9,00%	0,63%	3,0
		Oficina	9,00%	1,07%	7,0
		Centro comercial	9,00%	1,06%	4,0
		Hospital	9,00%	0,99%	3,0
		Educativo	9,00%	0,12%	1,0
		Vivienda VIP	9,00%	0,07%	1,0
		Vivienda no VIS	9,00%	0,03%	1,0
27	Drivers de variación de frecuencia para unidades de manejo de aire	Hotel	1,04%	0,39%	Sin retorno en 10 años
		Oficina	N/A	N/A	N/A
		Centro comercial	0,61%	1,07%	Sin retorno en 10 años
		Hospital	2,63%	0,75%	10,0
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
28	Accesorios de ahorro de agua	Hotel	10,00%	0,12%	Sin retorno en 10 años
		Oficina	22,00%	0,022%	Sin retorno en 10 años
		Centro comercial	17,00%	0,02%	1,0
		Hospital	5,90%	0,06%	Sin retorno en 10 años
		Educativo	24,00%	0,0012%	1,0
		Vivienda VIP	19,00%	1,27%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda no VIS	15,00%	0,26%	Sin retorno en 10 años
29	Tratamiento de aguas residuales y reciclaje de agua	Hotel	41,00%	0,45%	Sin retorno en 10 años
		Oficina	52,00%	0,40%	Sin retorno en 10 años
		Centro comercial	36,00%	2,02%	Sin retorno en 10 años
		Hospital	42,50%	0,44%	Sin retorno en 10 años
		Educativo	52,00%	0,27%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda VIP	29,00%	3,67%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda no VIS	36,00%	1,46%	Sin retorno en 10 años
30	Recolección y reutilización de agua de lluvia	Hotel	1,00%	0,20%	Sin retorno en 10 años
		Oficina	6,00%	0,27%	Sin retorno en 10 años
		Centro comercial	1,00%	0,74%	Sin retorno en 10 años
		Hospital	2,10%	0,26%	Sin retorno en 10 años
		Educativo	60,00%	1,73%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda VIP	3,00%	2,84%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda no VIS	13,00%	3,19%	Sin retorno en 10 años
31	Jardinería exterior eficiente	Hotel	1,00%	0,33%	Sin retorno en 10 años
		Oficina	4,00%	0,30%	Sin retorno en 10 años
		Centro comercial	0,00%	0,09%	Sin retorno en 10 años
		Hospital	1,00%	0,31%	Sin retorno en 10 años
		Educativo	8,00%	0,32%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda VIP	2,00%	3,66%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda no VIS	6,00%	3,99%	Sin retorno en 10 años
32	Recuperación de condensados aire acondicionado	Hotel	7,00%	0,20%	Sin retorno en 10 años
		Oficina	N/A	N/A	N/A
		Centro comercial	1,50%	0,01%	2,0
		Hospital	7,50%	0,04%	Sin retorno en 10 años
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A

Clima cálido húmedo			Potencial de ahorro (Energía - Agua - Confort)	Impacto en costo	Periodo de retorno - payback
No.	Item	Tipo de edificio	(%)	(% del costo total)	(Años)
33	Sub-medición de agua (no es una medida de eficiencia)	Hotel	0,00%	0,00032%	N/A
		Oficina	0,00%	0,00150%	N/A
		Centro comercial	0,00%	0,00062%	N/A
		Hospital	0,00%	0,00079%	N/A
		Educativo	0,00%	0,00079%	N/A
		Vivienda VIP	0,00%	0,01118%	N/A
		Vivienda VIS	0,00%	0,00610%	N/A
		Vivienda no VIS	0,00%	0,00515%	N/A
34	Agua caliente solar	Hotel	11,00%	0,65%	3,0
		Oficina	N/A	N/A	N/A
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	5,40%	0,45%	4,0
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	0,12%	0,0071%	6,0
		Vivienda VIS	0,11%	0,00334%	5,0
		Vivienda no VIS	2,60%	0,08%	3,0
35	Gestión de aguas torrenciales y recarga de acuíferos	Hotel	0,00%	0,20%	N/A
		Oficina	0,00%	0,27%	N/A
		Centro comercial	0,00%	0,74%	N/A
		Hospital	0,00%	0,26%	N/A
		Educativo	0,00%	1,73%	N/A
		Vivienda VIP	0,00%	2,84%	N/A
		Vivienda VIS	0,00%	3,19%	N/A
		Vivienda no VIS	0,00%	0,39%	N/A
36	Sensores de CO2 para recarga de acuíferos	Hotel	7,46%	0,01%	1,0
		Oficina	0,76%	0,14%	Sin retorno en 10 años
		Centro comercial	1,85%	0,03%	1,0
		Hospital	5,85%	0,02%	1,0
		Educativo	1,33%	0,23%	Sin retorno en 10 años
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
37	Controles para iluminación de parqueaderos	Hotel	N/A	N/A	N/A
		Oficina	N/A	N/A	N/A
		Centro comercial	N/A	N/A	N/A
		Hospital	N/A	N/A	N/A
		Educativo	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIP	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A

1.5 Porcentaje mínimo de ahorro

Con base en los resultados obtenidos de la matriz de implementación se define el porcentaje mínimo de ahorro en agua y energía que se debe obtener en las edificaciones según el uso y el clima del municipio donde se ubican.

1.5.1 Primer año de la entrada en vigencia de la Resolución

Para facilitar la implementación de la Resolución se establece un periodo de adaptación a partir de la entrada en vigencia de la resolución hasta un (1) año después. Las siguientes tablas presentan el ahorro en agua y energía que se debe obtener durante este periodo:

Energía	Porcentaje mínimo de ahorro - Primer año de la entrada en vigencia			
	Frío	Templado	Cálido seco	Cálido húmedo
Con respecto a la línea base				
Hoteles	15	15	15	15
Hospitales	15	15	15	15
Oficinas	15	15	15	15
Centros comerciales	15	15	15	15
Educativos	15	15	15	15
Vivienda no VIS	10	10	10	10
Vivienda VIS	10	10	10	10
Vivienda VIP	10	10	10	10

Tabla 8. Porcentaje mínimo de ahorro de energía, primer año de la entrada en vigencia

Agua	Porcentaje mínimo de ahorro - Primer año de la entrada en vigencia			
	Frío	Templado	Cálido seco	Cálido húmedo
Con respecto a la línea base				
Hoteles	15	10	15	15
Hospitales	10	15	10	15
Oficinas	15	15	15	15
Centros comerciales	15	15	15	15
Educativos	15	15	15	15
Vivienda no VIS	10	10	10	10
Vivienda VIS	10	10	10	10
Vivienda VIP	10	10	10	10

Tabla 9. Porcentaje mínimo de ahorro de agua, primer año de la entrada en vigencia

A continuación se presentan las medidas recomendadas para obtener los ahorros establecidos a partir del primer año de la entrada en vigencia de la resolución.

FRÍO	Hotel	Oficina	Centro comercial	Hospital	Educativo	Vivienda no VIS	Vivienda VIS/VIP
Protección solar	x			x	x		
Iluminación de energía eficiente	x	x	x	x	x	x	x (áreas comunes)
Economizadores de aire	x	x					
Coefficiente de Desempeño (COP)			x				
Controles: sensores de ocupación					x	x (áreas comunes)	
Corrección de Factor de Potencia		x	x	x		x	x
Agua caliente solar	x			x		x	
Accesorios de conservación de agua	x	x	x	x	x	x	x

Tabla 10. Medidas recomendadas clima frío, primer año de la entrada en vigencia

TEMPLADO	Hotel	Oficina	Centro comercial	Hospital	Educativo	Vivienda no VIS	Vivienda VIS/VIP
Protección solar	x	x		x	x		
Iluminación de energía eficiente	x	x	x	x	x	x	x (áreas comunes)
Economizadores de aire	x		x				
Coefficiente de Desempeño (COP)		x	x	x	x		
Controles: sensores de ocupación						x (áreas comunes)	
Control de iluminación exterior							
Corrección de Factor de Potencia						x	x
Agua caliente solar	x			x		x	
Accesorios de conservación de agua	x	x	x	x	x	x	x

Tabla 11. Medidas recomendadas clima templado, primer año de la entrada en vigencia

CÁLIDO SECO	Hotel	Oficina	Centro comercial	Hospital	Educativo	Vivienda no VIS	Vivienda VIS/VIP
Protección solar	x	x		x	x		x
Iluminación de energía eficiente	x	x	x	x	x	x	x (áreas comunes)
Coefficiente de Desempeño (COP)	x	x	x	x			
Controles: sensores de ocupación					x	x (áreas comunes)	
Corrección de Factor de Potencia						x	
Agua caliente solar	x			x		x	
Accesorios de conservación de agua	x	x	x	x	x	x	x

Tabla 12. Medidas recomendadas clima cálido seco, primer año de la entrada en vigencia

CÁLIDO HÚMEDO	Hotel	Oficina	Centro comercial	Hospital	Educativo	Vivienda no VIS	Vivienda VIS/VIP
Protección solar	x	x		x	x		x
Iluminación de energía eficiente	x	x	x	x	x	x	x (áreas comunes)
Coefficiente de Desempeño (COP)	x	x	x	x			
Controles: sensores de ocupación					x	x (áreas comunes)	
Corrección de Factor de Potencia						x	
Agua caliente solar	x			x		x	
Accesorios de conservación de agua	x	x	x	x	x	x	x

Tabla 13. Medidas recomendadas clima cálido húmedo, primer año de la entrada en vigencia

Nota: las medidas señaladas por tipo de edificación deberán aplicarse en su totalidad para el cumplimiento del porcentaje de ahorro requerido.

1.5.2 A partir del segundo año de la entrada en vigencia de la Resolución

A partir del segundo año de la entrada en vigencia de la Resolución y en adelante se deben cumplir los siguientes porcentajes de ahorro:

Energía	Porcentaje mínimo de ahorro			
	Frío	Templado	Cálido seco	Cálido húmedo
Con respecto a la línea base				
Hoteles	20	35	25	45
Hospitales	35	25	35	30
Oficinas	30	30	40	30
Centros comerciales	25	40	35	30
Educativos	45	40	40	35
Vivienda no VIS	25	25	25	45
Vivienda VIS	20	15	20	20
Vivienda VIP	15	15	20	15

Tabla 14. Porcentaje mínimo de ahorro de energía

Agua	Porcentaje mínimo de ahorro			
	Frío	Templado	Cálido seco	Cálido húmedo
Con respecto a la línea base				
Hoteles	25	10	35	45
Hospitales	10	40	10	40
Oficinas	30	35	45	20
Centros comerciales	25	15	45	20
Educativos	45	40	40	40
Vivienda no VIS	25	25	20	20
Vivienda VIS	10	15	10	15
Vivienda VIP	10	15	10	15

Tabla 15. Porcentaje mínimo de ahorro de agua

A continuación se presentan las medidas recomendadas para obtener los ahorros establecidos a partir del segundo año de la entrada en vigencia de la resolución.

FRÍO	Hotel	Oficina	Centro comercial	Hospital	Educativo	Vivienda no VIS	Vivienda VIS/VIP
Relación ventana pared	x	x		x	x	x	x
Protección solar	x		x	x	x	x	
Ventilación natural	x	x	x	x	x	x	
Luz día y control de luz día	x	x	x	x	x		
Iluminación de energía eficiente	x	x	x	x	x		x
Economizadores de aire	x	x			x		
Coficiente de Desempeño (COP)	x	x	x	x	x		
Variadores de velocidad - torres de enfriamiento	x	x	x	x			
Sensores de monóxido de carbono para parqueaderos (CO)	x	x	x				
Variadores de velocidad - bombas	x	x	x	x			
Control de iluminación exterior		x			x		
Controles: sensores de ocupación	x	x			x		
Sub-medidores de electricidad		x	x				
Corrección de Factor de Potencia	x	x	x	x	x	x	x
Agua caliente solar	x			x		x	
Accesorios de conservación de agua	x	x	x	x	x	x	x
Tratamiento de aguas residuales y reciclaje de agua					x		
Recolección de aguas lluvia y reutilización					x		

Tabla 16. Medidas recomendadas clima frío

TEMPLADO	Hotel	Oficina	Centro comercial	Hospital	Educativo	Vivienda no VIS	Vivienda VIS/VIP
Relación ventana pared	x	x	x	x	x	x	x
Protección solar	x	x	x	x	x		
Reflectividad de la cubierta		x					
Ventilación natural	x	x	x	x	x	x	
Luz día y control de luz día		x		x	x		
Iluminación de energía eficiente	x	x	x	x	x		x
Economizadores de aire	x	x	x	x	x		
Coficiente de Desempeño (COP)		x	x	x	x		
Sensores de monóxido de carbono para parqueaderos (CO)	x	x	x	x			
Variadores de velocidad - bombas			x	x			
Controles: sensores de ocupación	x	x			x		
Control de iluminación exterior		x			x		
Sub-medidores de electricidad		x	x				
Corrección de Factor de Potencia	x	x	x	x	x	x	x
Agua caliente solar	x			x		x	
Accesorios de conservación de agua	x	x	x	x	x	x	x
Tratamiento de aguas residuales y reciclaje de agua					x		
Recolección de aguas lluvia y reutilización					x		

Tabla 17. Medidas recomendadas clima templado

CÁLIDO SECO	Hotel	Oficina	Centro comercial	Hospital	Educativo	Vivienda no VIS	Vivienda VIS/VIP
Relación ventana pared	x	x	x	x	x	x	x
Protección solar	x	x	x	x	x	x	
Ventilación natural	x	x	x	x	x	x	
Luz día y control de luz día	x	x		x	x		
Iluminación de energía eficiente	x	x	x	x	x		
Coefficiente de Desempeño (COP)	x	x	x	x			x
Recuperación de calor del aire de retorno				x			
Variadores de velocidad - torres de enfriamiento	x	x					
Sensores de monóxido de carbono para parqueaderos (CO)	x	x	x				
Variadores de velocidad - bombas	x	x	x				
Controles: sensores de ocupación	x	x			x		
Control de iluminación exterior		x			x		
Sub-medidores de electricidad		x	x				
Corrección de Factor de Potencia	x	x	x	x	x	x	x
Agua caliente solar	x			x		x	
Accesorios de conservación de agua	x	x	x	x	x	x	x
Tratamiento de aguas residuales y reciclaje de agua							
Recolección de aguas lluvia y reutilización							

Tabla 18. Medidas recomendadas clima cálido seco

CÁLIDO HÚMEDO	Hotel	Oficina	Centro comercial	Hospital	Educativo	Vivienda no VIS	Vivienda VIS/VIP
Relación ventana pared	x	x	x	x	x	x	x
Protección solar	x	x	x	x	x		
Ventilación natural	x	x	x	x	x	x	
Luz día y control de luz día		x		x	x		
Iluminación de energía eficiente	x	x	x	x	x		
Coefficiente de Desempeño (COP)	x	x	x	x			x
Variadores de velocidad - torres de enfriamiento	x						
Variadores de velocidad - bombas	x	x	x	x			
Recuperación de calor del aire de retorno	x		x	x	x		
Controles: sensores de ocupación	x	x			x		
Control de iluminación exterior		x			x		
Sub-medidores de electricidad		x	x				
Corrección de Factor de Potencia	x	x	x	x	x	x	
Agua caliente solar	x			x		x	x
Accesorios de conservación de agua	x	x	x	x	x	x	x
Tratamiento de aguas residuales y reciclaje de agua							
Recolección de aguas lluvia y reutilización							

Tabla 19. Medidas recomendadas clima cálido húmedo

Nota: las medidas señaladas por tipo de edificación deberán aplicarse en su totalidad para el cumplimiento del porcentaje de ahorro requerido.

2. ENERGÍA - MEDIDAS PASIVAS

Las medidas de ahorro de energía pasivas son aquellas que se incorporan en el diseño arquitectónico de las edificaciones y propenden por el aprovechamiento de las condiciones ambientales del entorno, maximizando las fuentes de control térmico, ventilación y reducción energética naturales para crear condiciones de confort para sus ocupantes. Estas no involucran sistemas mecánicos o eléctricos.

2.1 Antecedentes

Por definición “construcción sostenible” es amplia y cubre un amplio rango de asuntos. Uno de los asuntos típicos cubiertos es eficiencia energética, que concierne energía operacional tanto pasiva y activa de una edificación.

2.1.1 Aspectos pasivos

Los aspectos pasivos incluyen aquellos que no requieren ningún equipo pero tienen un efecto en el consumo de energía. Esto incluye primariamente la envolvente del edificio que consiste en la cubierta, las paredes, las ventanas y otros componentes que crean la capa exterior de la edificación. Una edificación correctamente diseñada tendrá una envolvente que mejora el confort de sus ocupantes con poca o ninguna dependencia en medios artificiales de enfriamiento, calefacción o iluminación.

La forma de la edificación y la construcción inciden bastante en cuanto del clima y las cargas internas es actualmente trasladado a las cargas térmicas (calefacción y refrigeración). La cantidad de radiación solar transmitida a través de la fachada de la edificación es una función de la radiación disponible y del área, orientación y características de la transmisión de calor de la fachada expuesta. Un ejemplo de esto es una edificación localizada en clima cálido, el cual experimenta un gran carga del sol. Si está diseñado y orientado para reducir el área expuesta al sol y la ventana es sombreada mucha de esta carga solar puede ser reducida para evitar un aumento en las cargas de enfriamiento.

2.1.2 Técnicas y estrategias

Hay pocas estrategias que puedan ser usadas en Colombia para reducir la dependencia de medios activos de energía. Están divididos en tres grupos principales:

Iluminación: Luz de día, reduce el consumo de energía debido a la iluminación. Si se usa bien también puede reducir la carga de enfriamiento de la edificación.

Envolvente: Los diseños deben apuntar a aumentar la resistencia del envolvente a las condiciones externas (temperatura y humedad). Esto se puede lograr balanceando las áreas opacas y vidriadas, aumentando los niveles de aislamiento y reduciendo el área de fachada, reduciendo infiltración, aumentando la masa térmica y el control solar, y creando zonas de absorción.

Ventilación: Esto incluye ventilación cruzada y cantidad de ventilación para enfriamiento pasivo.

2.1.3 Objetivos de diseño por clima

Tipo de clima	Objetivos
FRIO	<ul style="list-style-type: none"> • Maximizar los efectos de calentamiento de la radiación solar, ej. orientación solar para calentamiento; • Reducir el impacto del viento imperante; y • Reducir los volúmenes de orientación este-oeste para aumentar la radiación solar.
TEMPLADO	<ul style="list-style-type: none"> • Maximizar los efectos de calentamiento del sol en las áreas de vivienda principales; • Maximizar la sombra en las alcobas y las zonas de cocina; y • Controlar el impacto del viento para permitir la circulación del aire en los periodos calientes del día.
CÁLIDO SECO	<ul style="list-style-type: none"> • El edificio debe volverse un buen disipador de calor • Maximizar la sombra
CÁLIDO HÚMEDO	<ul style="list-style-type: none"> • Maximizar la sombra, ej. reducir fachada en orientación oeste • Aumentar el flujo del viento usando ventilación amontonada y cruzada, • Estrategias de zonificación, ej. ubicación de las habitaciones según el viento.

Szokolay, S. Introducción a la ciencia arquitectónica: Lo básico en diseño sostenible

“Las edificaciones son nuestra tercera piel. Para sobrevivir necesitamos refugio de los elementos usando tres pieles. La primera es provista por nuestra propia piel, la segunda por una capa de ropa y la tercera es la edificación. En algunos climas solamente con las tres pieles podemos tener suficiente refugio para sobrevivir, en otros la primera piel es suficiente. Entre más extremo sea el clima más tenemos que depender en la edificación para protegernos de los elementos.”

2.2. Medidas pasivas

2.2.1. RELACIÓN VENTANA PARED:

Antecedentes

La ventana y otras áreas de vidriado (incluyendo divisiones y marcos) divididos por el área del muro bruto exterior es llamado Relación de ventana a pared (RVP). Las ventanas generalmente transmiten calor a la edificación en una proporción más alta que los muros. De esta manera, una edificación con RVP más alta ganará más calor que una edificación con una RVP más baja.

Las ventanas son usualmente la junta más débil en el envoltorio de la edificación ya que el vidrio tiene mucho menor resistencia al flujo de calor que otros materiales de construcción. El calor fluye a través de un vidrio transparente 10 veces más rápido de lo que lo hace a través de un muro bien aislado. Mientras las áreas vidriadas son deseables para admitir la radiación solar en climas fríos durante el día, las ventanas en climas cálidos pueden aumentar significativamente las cargas de enfriamiento de los edificios.

Beneficios

El sol es la más poderosa fuente de luz pero también es una fuente significativa de ganancia de calor. Es por esta razón que es importante balancear los aportes de iluminación y ventilación de la luz del día y el vidriado contra los impactos de la ganancia de calor en las necesidades de enfriamiento. La meta del diseño debería ser encontrar mínimos niveles de iluminación sin exceder significativamente la ganancia de calor solar especialmente en climas templados y cálidos.

Luz de día: la cantidad de luz que llega al interior de una habitación no está solamente relacionada con el tamaño de la ventana (RVP), sino también con la distancia desde la ventana, la posición de la ventana sobre el suelo, la efectividad de las superficies de la habitación y la cantidad de obstrucción que tiene la ventana. Es por esta razón que cuando se intenta maximizar la luz del día al minimizar las ganancias directas internas hay otras estrategias que pueden incorporarse. Cuando la luz del día se usa en edificaciones, el nivel de luz eléctrica se reduce así como los requerimientos de enfriamiento.

Energía: Transferencia de la envoltorio es una función de la resistencia térmica de los materiales externos, el área de la fachada (RVP) y la diferencia de temperatura entre el exterior y el interior de la edificación. Las causas primarias de transferencia de calor son la infiltración y las ventanas. La cantidad y orientación de las ventanas afecta mucho el uso de energía de la edificación con propósitos de confort térmico (calentamiento o enfriamiento). En climas fríos la radiación solar directa pasa a través del vidrio durante el día, calentando el interior pasivamente. Si la masa térmica es usada (inercia térmica), este calor es entonces liberado ayudando a conservar la habitación confortable. Es deseable que en este tipo de clima el vidrio sea colocado en la elevación con la mayor exposición a la luz del día (Este- Oeste).

Sin embargo en climas cálidos y templados el RVP tiende a ser más bajo ya que la reducción de vidrio conlleva a la reducción general de la carga de enfriamiento puesto que la necesidad de aire acondicionado se reduce.

Los resultados del análisis de sensibilidad llevados a cabo para esta medida demostraron que para todos los tipos de climas la reducción de RVP puede conducir a un ahorro significativo de energía, especialmente en edificaciones de oficinas, donde comparada con otras medidas analizadas, varían entre un 5% y un 15% de reducción. Los ahorros fueron más altos en climas cálidos ya que la carga de

aire acondicionado es más alta. Es por esta razón que el RVP recomendado para todo tipo de edificaciones es por debajo de 40%.

Guía de cumplimiento y recomendaciones

Requerimiento mínimo

En promedio, la proporción de ventana a pared no debe exceder el 40%. Este cálculo debe tomarse para cada elevación desde el exterior de la edificación. El área vidriada se calcula incluyendo parteluces y marcos. Incluye todos los elementos de vidriado, desde paredes con cortinas a ventanas congeladas. La fórmula para calcular es la siguiente:

$$\text{Área de vidriado} / \text{área bruta de pared exterior} = \text{RVP (\%)}$$

Si RVP es mayor a 40% entonces otras medidas, como el sombreado o el coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC) del vidrio deben ser consideradas para compensar la pérdida de energía al aumentar el RVP.

Estrategias

Para permitir la luz del día: hay dos estrategias básicas para usar el sol para iluminar mientras se minimiza la ganancia de calor. La primera es usar una pequeña apertura de ventana (10%-20% RVP) para iluminar una superficie dentro del espacio que luego esparce la luz en un área más grande. La segunda es usar una ventana de tamaño moderado que ve hacia una superficie reflectiva exterior pero en sombra del sol directo

Combinación de orientación y programación de construcción: En climas fríos, si la edificación mira hacia un espacio cubierto de sol, los espacios de vivienda y la mayoría del vidriado deben estar concentrados en el lado este-oeste. En contraste estas áreas deben estar alineadas en el lado norte-sur del edificio en climas cálidos y templados para evitar luz del sol directa. Los espacios de servicio y circulación, que requieren poco vidriado, están ubicados a lo largo de los bordes norte-sur (climas fríos) y este-oeste (climas cálidos) del edificio. Esto maximiza el área de ventanería que gana calor del sol y minimiza las que no.

2.2.2. PROTECCIÓN SOLAR: ELEMENTOS DE PROTECCIÓN SOLAR Y VIDRIOS DE CONTROL SOLAR

La protección solar de un edificio puede ser obtenida mediante elementos de protección solar exteriores/interiores o utilizando vidrios de protección solar que permitan evitar la entrada de la radiación solar al interior de la edificación.

A continuación se describen los dos sistemas. Con el cumplimiento de alguno de estos es suficientes para brindar protección solar al edificio y evitar así sobrecalentamientos.

ELEMENTOS DE PROTECCIÓN SOLAR

Antecedentes

El control solar está diseñado para bloquear la radiación solar cuando es necesario (exceso de periodo de calor). Este periodo puede ser esbozado en el diagrama solar (fechas en el eje Y y horas en el eje X). El desempeño de un elemento de sombreado puede ser dibujado en el transportador de ángulo de sombra (Figura 1a) basado en el ángulo de sombra horizontal. Esto es luego superpuesto en un diagrama solar correspondiente a la orientación de la ventana. Un elemento de sombreado ideal cubrirá el exceso en el periodo de calor.

Las herramientas más efectivas para controlar la penetración del sol son elementos de sombreado externos. Tres tipos básicos de elementos de sombreado se describen a continuación:

Elementos horizontales (balcones, doseles o persianas):

Se caracterizan por un ángulo de sombra vertical (VSA oír sus siglas en inglés) (Figura 2a).

Este ángulo se requiere para diseñar una sombra horizontal para una ventana. Un elemento grande o varios pequeños pueden dar el mismo desempeño y el mismo VSA.

Su máscara de sombreado puede ser construida usando el transportador de ángulo de sombra como se muestra en la Figura 2b. Son muy efectivos debido a la gran altura del sol en la latitud en que se encuentra Colombia. La relación entre altitud y VSA se puede ver en la Figura 2c.

Elementos verticales (persianas verticales o aletas protectoras):

Estos están caracterizados por ángulos de sombra horizontal (HAS por sus siglas en inglés) y su máscara de sombreado será en forma sectorial (ver Figuras 1b y 1c). HSA es requerido para el tamaño de las aletas del aparato de sombreado vertical. El HSA no puede ser mayor a 90 grados o menor de 90 grados y esto indicará que el sol está detrás del edificio. Los elementos de sombreado vertical son más efectivos cuando el sol está bajo y orientado hacia un lado de la dirección hacia donde mira la ventana; por ejemplo temprano en la mañana o tarde en la tarde.

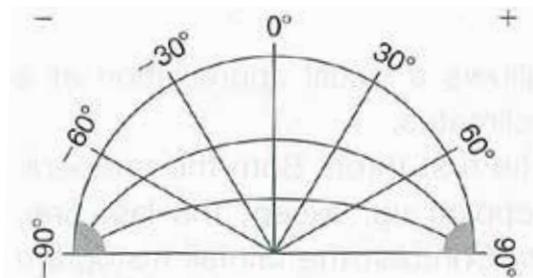
Sombreado combinado horizontal y vertical (rejas metálicas):

Estas producen un máscara de sombreado compleja y no se pueden caracterizar con un solo ángulo.

Beneficios

Los elementos de sombreado proveen una solución para el control solar ya que pueden ajustarse para seguir los requerimientos de los ocupantes o terminar permanentemente periodos específicos de exceso de calor. Persianas exteriores previenen la radiación solar de entrar al interior y son preferibles. Las persianas interiores pueden ofrecer solamente protección parcial ya que reflejan la radiación que ya ha sido admitida dentro de la edificación. Esto aumenta la temperatura del volumen de aire entre el vidriado y la persiana así como del material de las persianas por lo tanto afectando la temperatura de la habitación por la transferencia convectiva y radiativa del calor.

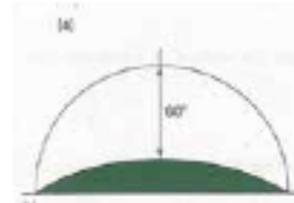
Los elementos de sombreado alcanzan ahorros considerables de energía potencial, por ejemplo cuando sombreados combinados se incorporan en un clima cálido húmedo la reducción de consumo de energía está entre 11% y 17% dependiendo del tipo de edificación.



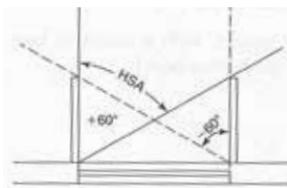
1a. El transportador de ángulo de sombra



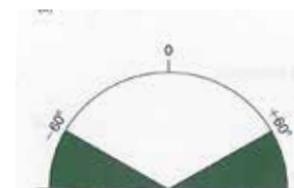
2a. Elementos horizontales (un dosel)



2b. Máscara de sombreado de un elemento horizontal



3a. Plano de un par de aparatos verticales



3b. Máscara de sombreado de un par de aparatos verticales

Guía de conformidad y recomendaciones

Criterios

Los sistemas de sombreado no deben exceder los 70 grados de VSA o HSA a menos de que sean usados en conjunto con buenos niveles de coeficiente de ganancias térmicas solares (SHGC).

Recomendaciones

El diseño debe estar enfocado en proveer control solar en los momentos del día en que la temperatura interna comienza a exceder la zona de confort. Claramente los sistemas usados para el control solar deben estar adecuadamente diseñados para que la ganancia útil de sol no se vea afectada en otros momentos.

Otras recomendaciones que deben ser consideradas son:

1. Asegurar luz de día adecuada para las habitaciones.
2. Sistemas de sombreado como una función de orientación y ganancia solar.
3. Persianas externas son preferibles en habitaciones con aperturas más grandes.
4. El control solar es más deseable temprano en la tarde cuando la temperatura externa alcanza su pico diario. En ese momento la radiación solar sigue alta y el interior del edificio ya está lo suficientemente caliente.

Método de cálculo para sombreado óptimo

1. Dibuje una línea a través del centro del diagrama solar, representando el plano del lado de la pared a considerar (ej. la superficie normal siendo la orientación). Durante cualquier periodo cuando el sol está detrás de esta línea su radiación no alcanzará el muro.
2. Marque en el diagrama del recorrido del sol el periodo cuando se desea sombra.
3. Escoja una máscara de sombreado o una combinación de máscaras de sombreado que cubrirá este periodo de sombra con la coincidencia más cercana posible.
4. Varias combinaciones de ángulos de sombra vertical y horizontal pueden dar resultados satisfactorios.

VIDRIOS DE PROTECCIÓN SOLAR

Antecedentes

Los vidrios de protección solar se caracterizan por sus propiedades físicas que permiten reflejar parte de la radiación solar incidente. El coeficiente de ganancia de calor solar (SHGC por sus siglas en inglés) es una fracción del incidente de radiación solar (para todo el espectro) que pasa a través del conjunto completo de una ventana, incluyendo el marco en un ángulo específico. (Rango 0-0.85).

Mejoras sustanciales en el desempeño del vidriado se esperan de nuevos materiales y técnicas. La ganancia de calor solar se considera diferente para superficies transparente u opacas. El incidente de irradiación global en la superficie (W/m^2) se debe conocer en ambos casos.

Una parte del incidente de radiación es transmitido mientras otro es reflejado y el remanente es absorbido por el cuerpo del vidrio (ver Figuras 4a y 4b).

Beneficios

Un SHGC más alto es preferible en la aplicación de calor solar (climas fríos) para capturar el máximo de sol mientras que en un aplicación de enfriamiento (climas cálidos) un bajo SHGC reduce las ganancias no deseables de calor solar.

Vidrios con propiedades especiales pueden usarse para mejorar una ya mala situación al reducir la entrada de calor solar. Sus cualidades son constantes; reducirán el calor solar aún cuando reduzcan la luz de día.

La radiación solar trae una gran carga de calor dentro de la edificación. Por lo tanto un SHGC bajo en vidrios aumenta la eficiencia energética significativamente. El resultado del análisis de sensibilidad muestra que reduciendo el SHGC de un vidrio a 0,40 tiene un potencial de ahorro energético entre 4% y 9% dependiendo del clima y del tipo de edificación.

Guía de conformidad y recomendaciones

Criterios

El SHGC de un vidrio debe ser máximo de 0,6 en promedio por ventana en todas las fachadas de la edificación.

Método de cálculo

La proporción de la cantidad de calor solar incidente de en la superficie externa del vidrio y la cantidad que es admitida dentro del espacio interno.

Recomendaciones

El SHGC debe ser usado en conjunto con el sombreado solar para alcanzar un mínimo de 70 grados de VSA o HSA, que siempre aplica.

Otras recomendaciones que deben considerarse con:

1. Considere cuan fuerte es el sol en sitio en diferentes momentos del año.
2. La ubicación del sol en diferentes momentos del año.
3. Diferenciar las ganancias de calor solar entre deseable y no deseables basado en el confort de los ocupantes.
4. Diseñe medidas para controlar las ganancias de calor de radiación solar directa, convección o conducción y como se pueden encontrar con elementos vidriados del edificio.
5. Cual es la capacidad de almacenamiento térmico del edificio en relación con las ganancias disponibles de sol en el sitio.

3. ENERGÍA - MEDIDAS ACTIVAS

Las medidas activas comprenden el uso de sistemas mecánicos y/o eléctricos para crear condiciones de confort al interior de las edificaciones, tales como calderas y aire acondicionado, ventilación mecánica, iluminación eléctrica, entre otras.

3.1 Iluminación

3.1.1 Antecedentes

La iluminación contribuye significativamente al consumo de energía y al pico de demanda para todos los tipos de edificaciones. Como tal, las tecnologías y accesorios para el uso eficiente de la energía de iluminación ayudan a reducir la demanda del consumo de energía.

La tecnología de energía eficiente de iluminación mejora la iluminación interna mientras reduce las cargas de electricidad con costos mínimos y cortos periodos de retorno de inversión.

Han habido grandes innovaciones y mejoras en las tecnologías de iluminación en las últimas décadas resultando en ahorro de energía y mejor calidad de iluminación.

Adicionalmente, sensores de ocupación, control fotoeléctrico y controles de iluminación de perímetro están disponibles y se pueden programar para apagar la luz artificial cuando hay un nivel adecuado de luz día en el espacio.

3.1.2 Sensores de ocupación

Estos sensores se instalan para monitorear la ocupación de una habitación.

Los detectores apagan automáticamente los accesorios de luz cuando no se detecta movimiento y prenden automáticamente cuando detectan ocupación en la habitación.

3.2 HVAC (climatización artificial)

Generalmente cuando los controles pasivos no pueden asegurar confort térmico, algunos sistemas mecánicos se pueden usar para evitar sobrecalentamiento o sobreenfriamiento del edificio. Esto puede ser calefacción, ventilación o aire acondicionado (HVAC por sus siglas en inglés). La tarea de este tipo de sistemas es normalmente referido como la "carga" (carga de calor, carga de aire acondicionado, etc.). Desde le punto de vista de la ingeniería mecánica el diseño de la edificación (ej. los elementos pasivos de la edificación) debe reducir las cargas de energía hasta donde la práctica lo permita.

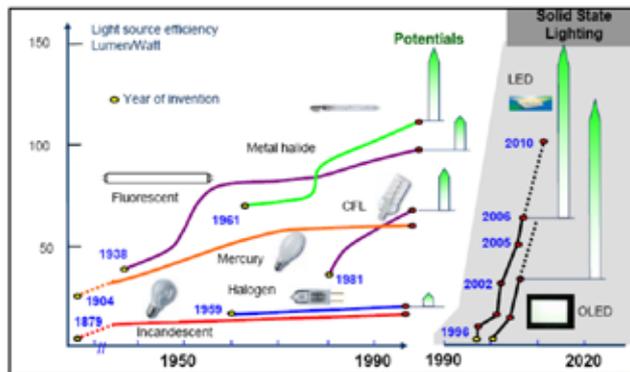


Gráfico 3. Tecnologías de mejora de iluminación

Fuente: Wolfgang Gregory. "Towards a New Culture of Lighting"; Presentación al grupo de temático en eficiencia energética del Banco Mundial: Washington DC, Enero 2009.

3.3. Medidas activas

3.3.1 LUZ DÍA Y CONTROL DE LUZ DÍA

Antecedentes

Hay momentos en los que los usuarios de una edificación continúan prendiendo las luces a pesar de tener luz de día adecuada. Los controladores fotoeléctricos detectan la cantidad de luz día disponible dentro del edificio y apagan las luces si es necesario lo que es conocido por mejorar la eficiencia energética de las edificaciones.

Este tipo de sensores están ubicados en el perímetro de una habitación cerca a una ventana/área vidriada. Estos sensores monitorearán los niveles de luz día y apagarán automáticamente los accesorios de luz artificial del perímetro durante los momentos con niveles suficientes de luz día. Esta medida resulta en ahorro de electricidad significativo.

Es aconsejable mantener el mínimo de densidad de potencia de iluminación requerido por la normativa local para todas las diferentes actividades y espacios.

El control de la luz día mostró gran ahorro de energía en todo los tipos de edificaciones. Sin embargo los sensores fotoeléctricos son más difíciles de implementar en viviendas y por lo tanto se recomiendan mejor en oficinas, hospitales y educativos. En estos tipos de edificaciones el ahorro potencial de energía es alrededor del 15%.

Guía de conformidad de recomendaciones

Es recomendable incorporar sensores fotoeléctricos en edificaciones nuevas como se indica en la matriz de implementación. La ubicación preferible para sensores fotoeléctricos de perímetro se detalla a continuación:

- La penetración de luz día está íntimamente ligada con la altura de la cabeza de la ventana. La luz día utilizable es capaz de alcanzar el espacio interno a una profundidad de aproximadamente 1,5 veces la altura de la cabeza de la ventana.

- Por otro lado, un vidrio menor a 0,80 metros no contribuye típicamente a luz de día utilizable y se debe evitar lo más posible.

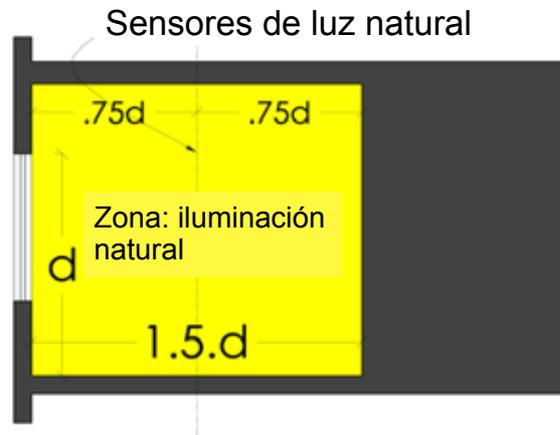


Gráfico 4. Ubicación de los sensores de luz día fotoeléctricos de perímetro

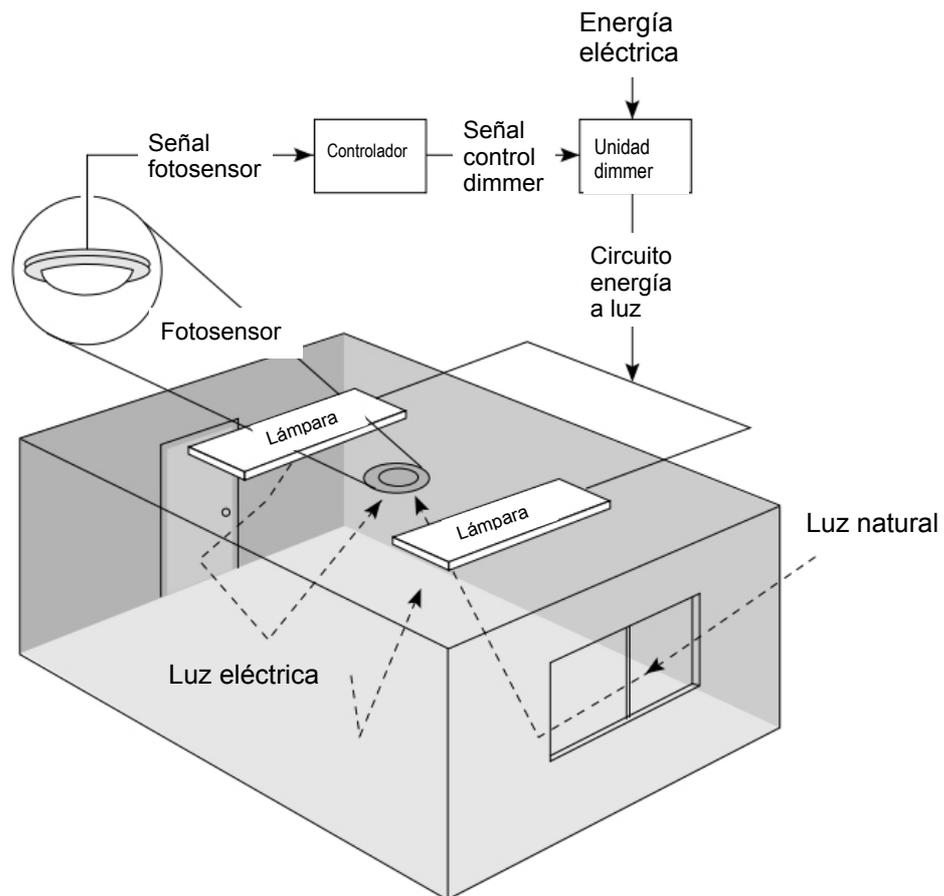


Gráfico 5. Diagrama esquemático de una habitación con sistema de sensores fotoeléctricos.

3.3.2. ILUMINACION DE ENERGIA EFICIENTE:

Antecedentes

Descripción

La iluminación de energía eficiente es aquella que tiene una mayor densidad de potencia de luz (LPD por sus siglas en inglés). La LPD es el total de potencia eléctrica usada por las luces instaladas en la edificación dividido por el área total del edificio. Para un nivel de iluminación dado, entre más bajo el LPD más eficiente es la edificación. Es directamente dependiente del uso de lámparas de energía eficiente.

Beneficios de tecnologías e iluminación de energía eficiente

Los beneficios específicos del uso de equipos de iluminación de energía eficiente son ahorro de energía e iluminación mejorada.

Iluminación de energía eficiente puede reducir el consumo de energía entre 5% y 25% dependiendo del tipo de edificación, siendo las edificaciones los que muestran los mayores ahorros.

Guía de conformidad y recomendaciones

Lámparas compactas fluorescentes [CFL por sus siglas en inglés]

Lámparas compactas fluorescentes (CFLs) son una opción de energía eficiente y son generalmente diseñadas para caber en una bayoneta convencional o enchufes ajustables con tornillo como remplazo de los bombillos incandescentes ineficientes.

Las CFLs son cinco veces más eficientes y tienen un tiempo de vida más largo que los bombillos incandescentes.



Gráfico 6. Lámpara típica CFL

Lámparas T5 y T8

Las lámparas son típicamente identificadas por un código como FxxTy, donde F es fluorescente, el primer número (xx) indica o la potencia en watts o el largo en pulgadas, la T indica que la forma del bombillo es tubular y el último número (y) es el diámetro en octavos de pulgada.

Las lámparas T5 son luces de energía eficiente populares debido a su potencial para reducir el uso de energía en iluminación en más del 65%.



Gráfico 7. Lámparas T5 y T8

LED

Las lámparas de Diodos emisores de luz (LED por sus siglas en inglés) tienen larga vida y son de energía eficiente. Las lámparas LED son usadas para iluminación tanto general como para propósitos especiales. No contienen mercurio, se prenden instantáneamente y son mecánicamente robustas cuando se comparan con otros tipos de lámparas.



Gráfico 8. Lámpara LED

Requerimientos mínimos

El uso de cualquiera de las lámparas mencionadas más arriba, cubriendo al menos el 80% de la instalación del edificio.

3.3.3 ECONOMIZADORES DE AIRE (W/m²):

Antecedentes

Los economizadores de aire son equipos instalados en los aires acondicionados que permiten la entrada de aire fresco al sistema cuando las temperaturas del ambiente externo coinciden con los niveles de temperatura interior deseada.

Los economizadores consisten en compuertas, sensores, solenoides y aparatos lógicos que determinan cuánto aire exterior se debe llevar dentro del edificio. En las condiciones correctas, los sensores y controles apagan los compresores y dejan entrar el aire exterior a través de persianas economizadoras. Un economizador que opera apropiadamente puede reducir la energía hasta un total de 6% del total del consumo de energía de la edificación, dependiendo del clima local y de las cargas internas de enfriamiento.

Este equipo funciona en climas templados y fríos ya que las temperaturas externas están dentro de la zona de confort la mayor parte del día. Sin embargo esto solamente aplica en edificaciones con aire acondicionado donde se puede alcanzar una reducción en el uso de energía y según el contenido de humedad en el aire.

Guía de conformidad y recomendaciones

Requerimientos de diseño

Los sistemas economizadores de aire deben ser capaces de modular el aire exterior y devolver las compuertas de aire para proveer hasta el 100% de la cantidad de suministro de diseño de aire como aire externo para enfriamiento.

Requerimientos mínimos

Cada sistema de ventilación de enfriamiento individual que tiene una capacidad de más de 2500 cfm (pies cúbicos por minuto) debe tener un economizador de aire.

3.3.4. COEFICIENTE DE DESEMPEÑO (COP por sus siglas en inglés):

Antecedentes

Descripción general

Los aires acondicionados son máquinas que remueven calor de un líquido vía compresión de vapor y ciclos de absorción de refrigeración. Este líquido puede entonces circular a través del intercambiador de calor para enfriar el aire en los espacios requeridos.

La selección del equipo de enfriamiento correcto ayuda a reducir la energía necesaria para el enfriamiento. El estudio de energía en la construcción colombiana muestra que tener COP altos para equipos de enfriamiento resulta en ahorros más altos de energía.

El aire acondicionado representa más del 50% del total de los costos de electricidad en una edificación climatizada. Por lo tanto la eficiencia de un sistema HVAC es de gran importancia. El corazón del sistema HVAC es el equipo de enfriamiento (compresor) y como tal es importante procurar un equipo de enfriamiento eficiente.

Coefficiente de desempeño (COP)—Enfriamiento

La proporción de la tasa de remoción de calor a la tasa de entrada de energía, en unidades consistentes, para un sistema completo de refrigeración o alguna porción específica de ese sistema bajo condiciones operativas designadas.

El COP de los enfriadores varía basado en tipo de sistema de aire acondicionado en un rango de 3 a 6.

Beneficios

Aumentar el COP 3.0 (oficina de caso base) a 4.5 da un ahorro de energía de 15%. Mientras el equipo unitario o en paquete, aumentando el COP de 3.0 (edificio de vivienda de caso base) a 3.5 da un ahorro de energía del 7% de la totalidad del consumo de energía del edificio. Por esta razón usar equipos con un COP más alto reducirá el consumo de energía significativamente.

Guía de conformidad y recomendaciones

Requerimiento mínimo de eficiencia

El equipo de enfriamiento debe alcanzar o exceder el requerimiento mínimo de eficiencia como está establecido en las tablas 20 y 21 abajo o en la siguiente página. Estas tablas fueron tomadas de:

- ASHRAE 90.1-2010, Sección 6.8 Equipo mínimo de eficiencia
- Tablas. 6.8.1 Requerimiento mínimo de eficiencia
- Listas del puntaje estándar de equipos y condiciones operativas

Cuando haya cualquier otro equipo que no aparezca en la siguiente lista refiérase a ASHRAE tabla 6.8. desde 1A hasta 1D.

TABLA 20 Requerimientos de eficiencia para paquetes de enfriamiento con agua

Tipo de equipo	Tamaño & Categoría	COP - Vía A Carga completa	Carga completa	Unidades	IPLV	Unidades
Enfriador con aire	<150 tons	2.79	>=9.562	EER	>=12.750	EER
	>=150 tons	2.79	>=9.562	EER	>=12.750	EER
Enfriado con agua, operado eléctricamente, reemplazo positivo	<75	4.490	>=0.780	kW/ton	>=0.630	kW/ton
	>=75 y <150	4.520	>=0.775	kW/ton	>=0.615	kW/ton
	>=150 y <300	5.150	>=0.680	kW/ton	>=0.580	kW/ton
	>=300	5.650	>=0.620	kW/ton	>=0.540	kW/ton
Enfriado con agua, operado eléctricamente, centrífuga	<150	5.520	>=0.634	kW/ton	>=0.596	kW/ton
	>=150 y <300	5.520	>=0.634	kW/ton	>=0.596	kW/ton
	>=300 y <600	6.080	>=0.576	kW/ton	>=0.549	kW/ton
	>=600	6.140	>=0.570	kW/ton	>=0.539	kW/ton
Absorción enfriado con aire, efecto simple	Todas las Capacidades	>=0.600	>=0.600	COP	NRe	COP
Absorción enfriado con agua, efecto simple	Todas las Capacidades	>=0.700	>=0.700	COP	NRe	COP
Absorción, Efecto doble, disparado indirecto	Todas las Capacidades	>=1.000	>=1.000	COP	>=1.050	COP
Absorción, Efecto doble, disparado directo	Todas las Capacidades	>=1.000	>=1.000	COP	>=1.000	COP

TABLA 21 Aires acondicionados unitarios eléctricamente operados y requerimientos mínimos de eficiencia de unidades condensadoras. (La tabla comienza en la página siguiente)

Tipo de equipo	Categoría de tamaño	Tipo de sección de calefacción	Sub categoría O Condiciones de clasificación	Mínimo de eficiencia	
Aires acondicionados, Enfriados con aire	<65,000 Ton/h	Todas	Sistema dividido	13.0 SEER	
			Paquete único	13.0 SEER	
A través del muro (enfriados con aire)	<=30,000 Btu/h	Todas	Sistema dividido	12.0 SEER	
			Paquete único	12.0 SEER	
Aires acondicionados, enfriados con aire	>=65,000 Btu/h and <135,000 Btu/h	Resistencia eléctrica (O Ninguna)	Sistema dividido	11.2 EER	
			Paquete único	11.4 IEER	
		Otras	Sistema dividido	11.0 EER	
			Paquete único	11.2 IEER	
	>=135,000 Btu/h and <240,000 Btu/h	Resistencia eléctrica (O Ninguna)	Sistema dividido	11 EER	
			Paquete único	11.2 IEER	
		Otras	Sistema dividido	10.8 EER	
			Paquete único	11 IEER	
	>=240,000 Btu/h and <760,000 Btu/h	Resistencia eléctrica (O Ninguna)	Sistema dividido	10.0 EER	
			Paquete único	10.1 IEER	
		Otras	Sistema dividido	9.8 EER	
			Paquete único	9.9 IEER	
	>=760,000 Btu/h	Resistencia eléctrica (O Ninguna)	Sistema dividido	9.7 EER	
			Paquete único	9.8 IEER	
		Otras	Sistema dividido	9.5 EER	
			Paquete único	9.6 IEER	
Aires acondicionados, enfriados con agua	<65,000 Btu/h	Todas	Sistema dividido y paquete único	12.1 EER	
				12.3 IEER	
	>=65,000 Btu/h and <135,000 Btu/h	Resistencia eléctrica (O Ninguna)	Split Sistema	11.5 EER (antes del 6/1/2011)	
	<135,000 Btu/h	Ninguno	Paquete único	12.1 EER (al 6/1/2011)	
				11.7 IEER (antes del 6/1/2011)	
				12.3 IEER (al 6/1/2011)	
		Todos los demás	Sistema dividido y paquete único		11.3 EER (antes del 6/1/2011)
					11.9 EER (al 6/1/2011)
					11.5 IEER (antes del 6/1/2011)
					12.1 IEER (para el 6/1/2011)

Tipo de equipo	Categoría de tamaño	Tipo de sección de calefacción	Sub categoría O Condiciones de clasificación	Mínimo de eficiencia
	≥135,000 Btu/h y <240,000 Btu/h	Resistencia eléctrica (O Ninguna)	Sistema dividido y paquete único	11 EER (antes del 6/1/2011)
12.5 EER (para el 6/1/2011)				
11.2 IEER (antes del 6/1/2011)				
12.5 IEER (para el 6/1/2011)				
	≥135,000 Btu/h y <240,000 Btu/h	Todos los demás	Sistema dividido y paquete único	10.8 EER (antes del 6/1/2011)
12.3 EER (antes del 6/1/2011)				
11.0 IEER (antes del 6/1/2011)				
12.5 IEER (antes del 6/1/2011)				
Aires acondicionados, enfriados con agua	≥240,000 Btu/h y <760,000 Btu/h	Resistencia eléctrica (O Ninguna)	Sistema dividido y paquete único	11 EER (antes del 6/1/2011)
				12.4 EER (para el 6/1/2011)
				11.1 IEER (antes del 6/1/2011)
				12.6 IEER (para el 6/1/2011)
		Todos los demás	Sistema dividido y paquete único	10.8 EER (antes del 6/1/2011)
				12.2 EER (para el 6/1/2011)
				10.9 IEER (antes del 6/1/2011)
				12.4 IEER (para el 6/1/2011)
Aires acondicionados, enfriados con agua	≥760,000 Btu/h	Resistencia eléctrica (O Ninguna)	Sistema dividido y paquete único	11 EER (antes del 6/1/2011)
				12.2 EER (para el 6/1/2011)
				11.1 IEER (antes del 6/1/2011)
				12.4 IEER (para el 6/1/2011)
		Todos los demás	Sistema dividido y paquete único	10.8 EER (antes del 6/1/2011)
				12 EER (para el 6/1/2011)
				10.9 IEER (antes del 6/1/2011)
				12.2 IEER (para el 6/1/2011)
	<65,000 Btu/h	Todos	Sistema dividido y paquete único	12.1 EER
				12.3 IEER
		Resistencia eléctrica (O Ninguna)	Sistema dividido y paquete único	11.5 EER (antes del 6/1/2011)

Tipo de equipo	Categoría de tamaño	Tipo de sección de calefacción	Sub categoría O Condiciones de clasificación	Mínimo de eficiencia
Aires acondicionados, enfriados por evaporación	>=65,000 Btu/h and <135,000 Btu/h	ninguna)		12.1 EER (al 6/1/2011)
				11.7 IEER (antes del 6/1/2011)
				12.3 IEER (para el 6/1/2011)
		Todos los demás	Sistema dividido y paquete único	11.3 EER (antes del 6/1/2011)
				11.9 EER (al 6/1/2011)
				11.5 IEER (antes del 6/1/2011)
				12.1 IEER (para el 6/1/2011)
		>=135,000 Btu/h and <240,000 Btu/h	Resistencia eléctrica (O Ninguna)	Sistema dividido y paquete único
	12 EER (para el 6/1/2011)			
	11.2 IEER (antes del 6/1/2011)			
	12.2 IEER (para el 6/1/2011)			
	Todos los demás		Sistema dividido y paquete único	10.8 EER (antes del 6/1/2011)
				11.8 EER (antes del 6/1/2011)
				11.0 IEER (antes del 6/1/2011)
				12.0 IEER (al 6/1/2011)
	>=240,000 Btu/h and <760,000 Btu/h	Resistencia eléctrica (O Ninguna)	Sistema dividido y paquete único	11 EER (antes del 6/1/2011)
12.9 EER (para el 6/1/2011)				
11.1 IEER (antes del 6/1/2011)				
11.9 IEER (para el 6/1/2011)				
				12.1 IEER (para el 6/1/2011)
		Todos los demás	Sistema dividido y paquete único	10.8 EER (antes del 6/1/2011)
	12.2 EER (para el 6/1/2011)			
	10.9 IEER (antes del 6/1/2011)			
	11.9 IEER (para el 6/1/2011)			
	>=760,000 Btu/h	Resistencia eléctrica (O Ninguna)	Sistema dividido y paquete único	11 EER (antes del 6/1/2011)
				11.7 EER (para el 6/1/2011)
				11.1 IEER (antes del 6/1/2011)
				11.9 IEER (para el 6/1/2011)

Tipo de equipo	Categoría de tamaño	Tipo de sección de calefacción	Sub categoría O Condiciones de clasificación	Mínimo de eficiencia				
		Todos los demás	Sistema dividido y paquete único	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="1062 286 1335 365">10.8 EER (antes del 6/1/2011)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1062 365 1335 416">11.5 EER (para el 6/1/2011)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1062 416 1335 495">10.9 IEER (antes del 6/1/2011)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1062 495 1335 546">11.7 IEER (para el 6/1/2011)</td> </tr> </table>	10.8 EER (antes del 6/1/2011)	11.5 EER (para el 6/1/2011)	10.9 IEER (antes del 6/1/2011)	11.7 IEER (para el 6/1/2011)
10.8 EER (antes del 6/1/2011)								
11.5 EER (para el 6/1/2011)								
10.9 IEER (antes del 6/1/2011)								
11.7 IEER (para el 6/1/2011)								

3.3.5 VARIADORES DE VELOCIDAD:

Antecedentes

Descripción

Un variador de velocidad (VSD por sus siglas en inglés) es un aparato electrónico que controla la velocidad rotacional de una pieza de un equipo impulsado por un motor. El control de velocidad se obtiene al ajustar la frecuencia del voltaje aplicado al motor. Este enfoque normalmente ahorra energía para aplicaciones de carga variable.

Variadores de velocidad para torres de enfriamiento

Tener variadores de velocidad para ventiladores de torres de enfriamiento ayuda a reducir el consumo de energía con cargas variables y condiciones ambientales moderadas.

Simulaciones de energía muestran que equipos con variadores de velocidad pueden reducir entre 1% y 5% del total de la energía.

Los beneficios de tener variadores de velocidad incluyen:

- Maximizar el ahorro de energía
- Proveer un control de la temperatura del agua que vuelve al condensador
- Inicios suaves, reduce el estrés en sistema de control del ventilador
- Control de ruido
- Diagnostico incorporado y mayor capacidad de control

Variadores de velocidad para bombas

Una bomba es un dispositivo que transfiere agua de un punto a otro, en la planta de enfriamiento con agua; las bombas centrífugas son los autores principales que crean la presión diferencial necesaria para circular el agua a través del enfriador y el sistema de distribución del condensador de agua.

Una de las grandes mejoras en el diseño de plantas de enfriamiento es el resultado del variador de velocidad (VSD). La llegada de medios de costo efectivos para variar la velocidad de los rotores del enfriador, impulsores y bombas impulsoras ha significado que grandes eficiencias operativas son ahora posibles y que los sistemas están inherentemente auto-calibrados con poco mantenimiento. Los ajustadores de frecuencia (AFD por sus siglas en inglés) son unos dispositivos electrónicos que nos dan la habilidad de variar la velocidad de los motores que impulsan el equipo. Este dispositivo funciona convirtiendo una fuente a voltaje trifásico a 60 o 50 HZ de frecuencia en una fuente de voltaje y frecuencia variable. Ajustando el flujo según la carga del espacio se reduce el consumo de energía de la bomba de enfriamiento.

Guía de conformidad y recomendaciones

Variadores de velocidad para torres de enfriamiento

Consideraciones de diseño

- Tener variadores de velocidad
- Tener ventiladores centrífugos
- No instalar válvulas de balance para ajustar el flujo
- No tener válvulas de aislamiento motorizadas
- Aumentar al capacidad de la torre de enfriamiento para tener una mayor capacidad

Requerimientos mínimos

Estas deben tener variadores de velocidad para controlar los ventiladores de torres de enfriamiento

Variadores de velocidad para bombas

Consideraciones de diseño

Sistemas de bombeo HVAC que incluyen válvulas de control diseñadas para modular o alternar abierto-cerrado como función de carga deben diseñarse con flujo de fluido variable y deben ser capaces de reducir las tasas de flujo de bombeo al 50% o menos de la tasa de flujo de diseño.

- a. El flujo mínimo a través de una bomba debe ser suficiente para remover el calor de la compresión (potencia entrante del motor) con no más de 5.5°C de incremento de temperatura.
- b. Se debe prestar especial atención a las condiciones de entrada de la bomba; un tubo recto de mínimo 4 a 6 de diámetros de largo aguas arriba o un difusor de succión es recomendable para bombas instaladas en terreno.
- c. Bombas de flujo variable nunca deben tener válvulas de balance instaladas en la descarga ya que el flujo de balance se puede alcanzar fácilmente al variar la velocidad de la bomba.
- d. Cuando se usa una válvula combinada de trabajo y chequeo, instale una válvula adicional de apagado a la salida para que válvula de chequeo se pueda mantener.

Requerimientos mínimos

Los sistemas HVAC hidrónicos con una potencia total de bombeo superior a 7.5 kW (10 HP) deben tener variadores de velocidad.

3.3.6. UNIDADES DE RECUPERACIÓN DE CALOR:

Antecedentes

Las unidades de recuperación de calor usan un intercambiador de calor con contraflujo para extraer el calor del aire de extracción y reutilizan esa energía para calentar o enfriar el aire fresco. Esto ayuda a incrementar la eficiencia energética del sistema de aire acondicionado.

La de recuperación de calor de ventilación, también conocida como HRV / ERV recuperación de calor de ventilación mecánica o MVHR (por sus siglas en inglés), es una sistema de recuperación de energía de ventilación que usa un equipo conocido como ventilador de recuperación de calor, intercambiador de calor, intercambiador de aire o intercambiador de calor aire-aire, que emplea un intercambiador de calor de contraflujo entre el flujo de aire que entra y el que sale. El HRV provee aire fresco y mejora el control climático mientras ahorra energía al reducir los requerimientos de enfriamiento (y calentamiento).

Los HRVs son aparatos autónomos que operan independientemente o pueden integrarse o añadirse a un sistema HVAC existente. Para una edificación pequeña en la que casi todas las habitaciones tienen un muro exterior, el aparato HRV/ERV puede ser pequeño y proveer ventilación para una sola habitación. Una edificación más grande requiere bien sea pequeñas unidades o una gran unidad central. Cuando se usa con sistemas centralizados de HVAC el sistema será entonces del tipo "aire-forzado".

La simulación muestra que las unidades de recuperación de calor pueden ahorrar de 1% a 8% de la carga total de energía.

Guía de conformidad y recomendaciones

Requerimientos mínimos

Cualquier zona con aire acondicionado requiere por lo menos 5,500 CFM de suministro de aire de diseño, debe tener unidades de recuperación de calor con al menos 50% de efectividad en la recuperación de energía. Para una descripción detallada de la selección de las unidades de recuperación de calor refiérase a ASHRAE 90.1.2010, TABLA 6.5.6.1: Requerimientos de recuperación de energía de aire exhausto.

3.3.7. AGUA CALIENTE SOLAR:

Antecedentes

Los sistemas de agua caliente solar (SHW por sus siglas en inglés) están diseñados para entregar agua caliente la mayor parte del año usando ganancias solares.

Las calderas de agua es uno de los lugares con mayor energía para edificaciones tales como vivienda, hospitales, hoteles, etc.

El calentamiento solar de agua usa energía solar renovable la cual es abundante y disponible gratuitamente como fuente para calentar el agua para la demanda de las edificaciones.

Los avances en la ciencia de tecnologías de energía solar han hecho del sistema de calentamiento solar de agua la opción mas popular y sostenible.

La demanda de agua caliente de las edificaciones como hoteles, hospitales y edificaciones de viviendas, especialmente en climas fríos es muy alta. Instalar calentadores solares de agua puede reducir el consumo de energía entre 5% y 25%.

Guía de conformidad y recomendaciones

Requerimientos mínimos

1. Todos los requerimientos de agua caliente para hospitales y hoteles deben ser cumplidos al 100% por los calentadores solares de agua.
2. 25% de los requerimientos del agua caliente para edificaciones de viviendas VIS/VIP deben ser cumplidos por los calentadores solares de agua.
3. 40% de los requerimientos de agua caliente para edificaciones de viviendas no VIS/VIP deben ser cumplidos por los calentadores solares de agua.

Antes de planificar la integración de un sistema de calentamiento solar de agua, es recomendable analizar los puntos mencionados a continuación en la etapa de diseño únicamente.

- Latitud del sitio del proyecto;
- Condiciones del cielo en diferentes meses del año;
- Promedio anual de la temperatura del aire ambiente;
- Radiación solar disponible en kW/m² en el contexto del sitio del proyecto;
- Radiación solar disponible en kW/m² en superficies horizontales (cubierta) en las coordenadas del sitio del proyecto;
- Analizar la necesidad diaria de los requerimientos de agua caliente del edificio;
- Estimación de la capacidad requerida para el sistema de calentamiento solar de agua;
- Disponibilidad de un área de terraza abierta y sin sombra;
- Fácil acceso a un área de terraza abierta durante la instalación, el mantenimiento del calentador solar de agua; y
- Eficiencia de los sistemas de calentamiento solar de agua disponibles en la industria.

4. AGUA

Las medidas de eficiencia en el uso del agua son aquellas estrategias destinadas a reducir el consumo de agua potable en las edificaciones.

4.1 Antecedentes

4.1.1 Distribución del agua del mundo

El agua es una necesidad básica muy importante para los humanos, donde solamente el 3% de los recursos de agua de la tierra son agua fresca y el 97% restante es agua en océanos, la cual no es bebible.

El 3% de agua fresca disponible en la tierra está distribuida así:

- 79% se encuentra en casquetes y glaciares.
- 29% está disponible como agua subterránea.
- Sólo el 1% del agua fresca está disponible fácilmente.

4.1.2 Estrategias de uso eficiente de agua o / Principios básicos de reducción del uso del agua:

Conservación del agua:

- **Reducción de insumos:** Reducir el consumo de agua en la fuente usando aparatos eficientes de agua
- **Manejo de producción:**
 - Tratamiento, reciclaje de aguas residuales
 - Reutilización eficiente de agua STP tratada

4.1.3 Ideas de diseño para el manejo eficiente del agua

- Escala del sitio: Minimizar el desperdicio del agua lluvia para fomentar la recarga de aguas subterráneas.
- Escala de urbanización: Almacenar agua en elevación y tratar las aguas residuales en baja elevación.
- Escala de construcción: Planificar y organizar baños, duchas, áreas de despensa y espacios de cocina cerca los unos de los otros para reducir el costo de plomería.
- Escala de componente: Agrupar accesorios hidráulicos para conveniencia y ahorro de costos.

4.2. Medidas de ahorro de agua

4.2.1. ACCESORIOS DE CONSERVACION DE AGUA:

Antecedentes

El uso de accesorios de eficiencia de agua resulta en bajo consumo de agua.

Los accesorios de conservación de agua están disponibles fácilmente en el mercado que provean la misma función usando menos agua.

Accesorios eficientes de agua incluyen aireadores y urinarios duales de descarga de agua. Una combinación apropiada de estos accesorios puede reducir el consumo de agua entre un 10% y un 42% dependiendo del tipo de edificación.

Guía de conformidad y recomendaciones

Tabla 22. Guía de conformidad accesorios de conservación de agua

	Tipos de accesorios de agua	Tipos de edificaciones			
		Centros comerciales, oficinas & educacionales	Hospitales	Hoteles	Edificaciones de vivienda
1	Lavamanos	Llave de agua fría con controlador aireador de flujo 2 LPM flujo	Llave de agua fría con controlador aireador de flujo 2 LPM flujo	Llave con control de mezcla frío caliente con aireador y control de flujo 2LPM flujo	Llave con control de mezcla frío caliente con aireador y control de flujo 2LPM flujo
2	Orinales	1 LPF	1 LPF	1 LPF	No Aplicable
3	Duchas	No Aplica	Bajo flujo con aireador y control de flujo debe incluir un controlador de mezcla 6 LPM	Bajo flujo con aireador y control de flujo debe incluir un controlador de mezcla 6 LPM	Bajo flujo con aireador y control de flujo debe incluir un controlador de mezcla 6 LPM
4	Inodoro	Descarga dual con 6/4.5 LPF	Descarga dual con 6/4.5 LPF	Descarga dual con 6/4.5 LPF	Descarga dual con 6/4.5 LPF
5	Lavadero de servicio	Llave de agua fría con controlador aireador de flujo 2 LPM flujo	Llave de agua fría con controlador aireador de flujo 2 LPM flujo	Llave de agua fría con controlador aireador de flujo 2 LPM flujo	Llave de agua fría con controlador aireador de flujo 2 LPM flujo

Nota: la presión de agua mínima requerida es de 3 bar

4.2.2. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y RECICLAJE DE AGUA:

Antecedentes

Cerca del 85% del agua fresca fluye en aguas residuales. Si se tratan, estas aguas pueden convertirse en agua reutilizable de nuevo para actividades como la descarga del inodoro y el agua de riego de jardines.

Un sistema de tubería doble debe planearse en la etapa temprana de diseño para transportar el agua de lluvia captada, acumulada y tratada para descarga de sanitarios y para zonas de limpieza (zonas comunes).

Note que esta medida de eficiencia "no aplica" para las categorías de edificaciones de viviendas VIP y VIS en todos los tipos de clima.

Guía de conformidad y recomendaciones

Planta de tratamiento de aguas residuales es requerida en los siguientes casos:

Tabla 23. Guía de conformidad tratamiento de aguas residuales y reciclaje de agua

Categorías de edificaciones	Opción de conformidad
HOTEL	Solo cuando la salida del aguas residuales sea mayor a 50 KLD [Kilo litros/día]
OFICINA	Solo para oficinas con mas de 1000 personas.
CENTROS COMERCIALES	Solo cuando la salida del aguas residuales sea mayor a 50 KLD [Kilo litros/día]
EDUCATIVOS	Solo cuando la salida del aguas residuales sea mayor a 50 KLD [Kilo litros/día]
VIVIENDA VIP	No se requiere
VIVIENDA VIS	No se requiere
VIVIENDA NO VIS/VIP	Solo cuando la salida del aguas residuales sea mayor a 50 KLD [Kilo litros/día]

4.2.3. RECOLECCION DE AGUAS LLUVIAS Y REUTILIZACIÓN:

Antecedentes

Las aguas lluvias son una de las fuentes más puras de agua. Si se captura y se trata bien esto puede reducir los requerimientos de agua potable de todas las actividades.

A escala de edificación podemos recolectar directamente las aguas lluvias de los techos para ser almacenadas en un tanque de almacenamiento de agua en tierra, que puede utilizarse para actividades domésticas como lavar, limpiar, descargar el inodoro e irrigación de jardines. Resultando en una reducción significativa del consumo de agua fresca de la edificación entera.

Note que esta medida de eficiencia “no aplica” para las categorías de viviendas VIP y VIS en todos los tipos de clima. Adicionalmente en todos los climas el potencial de ahorro más alto se encuentra en las edificaciones de tipo educacional.

Para más detalles sobre datos de lluvia por favor refiérase a la página web del departamento meteorológico colombiano, <http://institucional.ideam.gov.co/jsp/index.jsf>.

Guía de conformidad y recomendaciones

La terraza o el área de cubierta libre disponible puede determinar la viabilidad económica del aprovechamiento del agua de lluvia, dependiendo de la disponibilidad promedio del agua lluvia geográfica anual

Los cálculos para el potencial de recolección anual de aguas lluvias (ARWHP por sus siglas en inglés) desde una cubierta se explican a continuación:

$$\text{Volumen de captura de agua} = \text{Precipitación anual de lluvia (m}^3\text{)} * \text{Área Captación (m}^2\text{)} * \text{Coeficiente Escorrentía (m}^3\text{/año)}$$

Coeficiente de escorrentía varía para diferentes superficies de cubierta (en función del material) como se muestra a continuación:

1. Concreto = 0.90
2. Hojas de metal corrugado = 0.7- 0.9
3. Pavimento (Concreto, Asfalto) = 0.90-1.0
4. Suelo sin recubrimiento = 0.20-0.75
5. Pasto/césped = 0.05 – 0.35
6. Suelo con vegetación = 0.10 -0.60

5. BUENAS PRÁCTICAS

5.1 Antecedentes

Como se indica al principio del documento, la definición de construcción sostenible va más allá de los puntos mencionados en capítulos anteriores. La meta de este capítulo es introducir al usuario a buenas prácticas que puedan ser adoptadas por los dueños de las edificaciones y los diseñadores si quieren extenderse más allá de los límites prescritos por este documento. Por favor note que las medidas sugeridas aquí no son obligatorias y son estrictamente voluntarias.

Algunas de las medidas sugeridas son medidas pasivas, como una apropiada orientación solar y del viento de la edificación, mientras otras intentan mejorar la eficiencia de la edificación al monitorear regularmente el consumo de agua y energía al instalar sub-medidores de agua y energía.

Hay pocas medidas como separación de desechos y provisión para almacenamiento de bicicletas/provisión de puntos de carga para carros eléctricos que van más allá de la edificación y se conectan con un ecosistema urbano más amplio. Estas son fáciles de incorporar y son un gran paso en el cambio de comportamiento de la comunidad a largo plazo. La provisión y fácil acceso de estas facilidades sirve para alentar a los socios a cambiar a una opción sostenible a largo plazo cuando está disponible.

El éxito de la implementación de estas buenas prácticas dependen de la participación activa de los actores involucrados en la construcción (incluyendo al usuario final). Estas prácticas se pueden también popularizar con el uso de medios visuales y de compromiso.

5.2. VENTILACIÓN NATURAL:

Antecedentes

La ventilación natural es el proceso de suministrar y extraer el aire de un espacio interior sin usar sistemas mecánicos. Esta estrategia sólo se aconseja utilizarse en climas frío y templado, cuando la temperatura del aire es inferior a la temperatura de confort y la ventilación permite realizar el enfriamiento requerido. En climas cálido seco y cálido húmedo sólo debe permitirse la ventilación natural cuando las condiciones del entorno lo permitan: aire exterior a una temperatura no superior a la temperatura de confort y baja humedad relativa (principalmente durante las horas de la noche).

Una estrategia de ventilación natural correctamente diseñada permite mejorar el confort de los ocupantes proporcionándoles acceso a aire fresco y reduciendo la temperatura.

Para poder diseñar una edificación de manera sostenible, la consideración de la orientación solar, orientación del viento, posible sombreado y disponibilidad completa de luz día basado en un contexto de micro-sitio específico es crucial.

Las estrategias que se describen a continuación permiten favorecer la ventilación natural de las edificaciones. Sin embargo, para garantizar una correcta renovación del aire de los espacios interiores se recomienda seguir los criterios de la norma NTC 5183 - Ventilación para una calidad aceptable del aire en espacios interiores.

Análisis de la rosa de los vientos

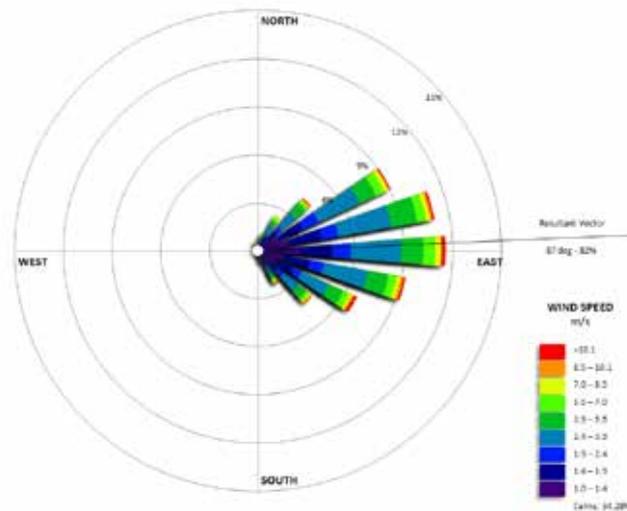
Es aconsejable analizar el flujo de viento, dirección predominante del viento y patrones anuales y estacionales del flujo del viento con velocidad de viento para un sitio en particular, considerando los posibles elementos de influencia como topografía, entorno, patrón de vegetación existente y cuerpos de agua naturales, etc.

El estudio de la rosa de los vientos debe ser hecho de manera conjunta con la temperatura y humedad del aire para así garantizar que la ventilación reduce la temperatura y mejora las condiciones de confort.

En la fase inicial de planificación un análisis de la rosa de los vientos, que considera elementos específicos del sitio, es ventajoso ya que estos pueden impactar las decisiones de diseño y planificación.

Basados en los datos de la rosa de los vientos para Bogotá (incluido en imagen 1) se observa que:

- En Bogotá, las direcciones del viento son predominantemente en cuadrante este.
- Aunque Bogotá generalmente tienen velocidades lentas de viento (34.28% de calma), las velocidades obtenidas son suficientes para proveer confort a los espacios con la ayuda de una optimización de diseño. La velocidad predominante del viento está entre 2 y 4 m/s.

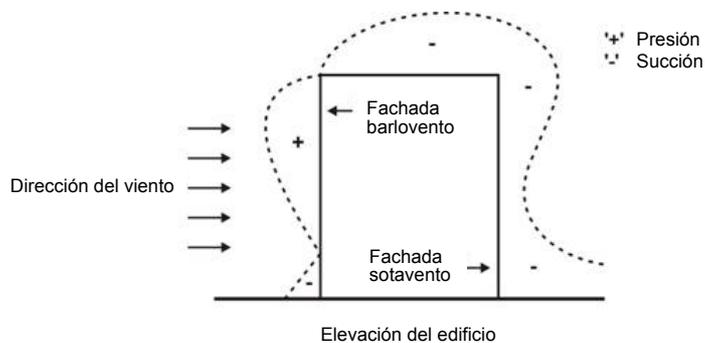


1 . Datos de la rosa de los vientos para Bogotá del servicio meteorológico. Estación El Dorado 2011

Presión del viento

La presión del aire del lado barlovento siempre crea presiones positivas con magnitud variable en niveles altos y bajos mientras la presión negativa del aire es creada en el lado sotavento como se muestra en la figura 2 a la derecha.

Es aconsejable no ubicar espacios habitables o ocupados de tiempo completo en el lado sotavento de la edificación ya que va debajo de la zona de sombreado del viento.



2. Presión del aire en los lados barlovento y sotavento de las fachadas de la edificación

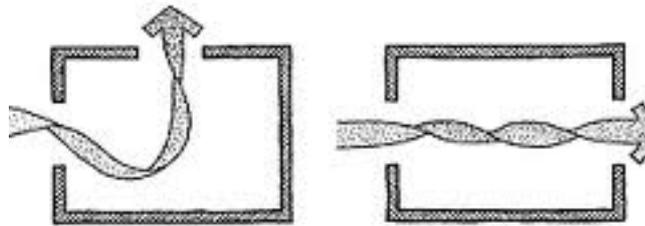
Dirección y recomendaciones

Ventilación natural cruzada (imagen 3)

La ventilación cruzada ayuda a reducir la carga de enfriamiento mecánica de la edificación mientras optimiza los elementos de envoltura de la edificación y las especificaciones térmicas como la transmitancia térmica. También ayuda a determinar los materiales apropiados de acabados de la

edificación y la especificación para los lados de sotavento y barlovento. Para alcanzar los niveles de ventilación cruzada lo siguiente es aconsejable:

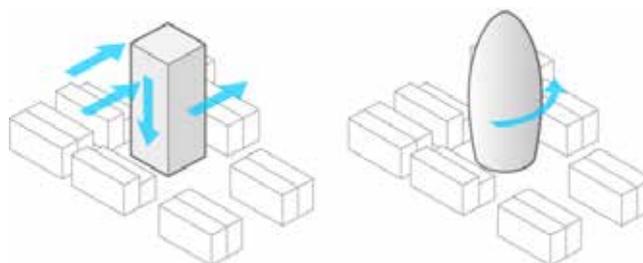
- Diseñar la mayoría de los espacios habitables u ocupados hacia el lado barlovento ayuda a alcanzar la ventilación cruzada;
- Los muros de división interior no deben sellar el interior de la edificación o las habitaciones donde el aspecto dual es deseado; y
- Los diseñadores deberían asegurar que la mayoría de los espacios habitables tengan al menos dos muros externos y que cada uno de esos muros tenga al menos una ventana o una puerta, ayudando a la ventilación cruzada. Las ventanas pueden ser adyacentes o opuestas a los muros.



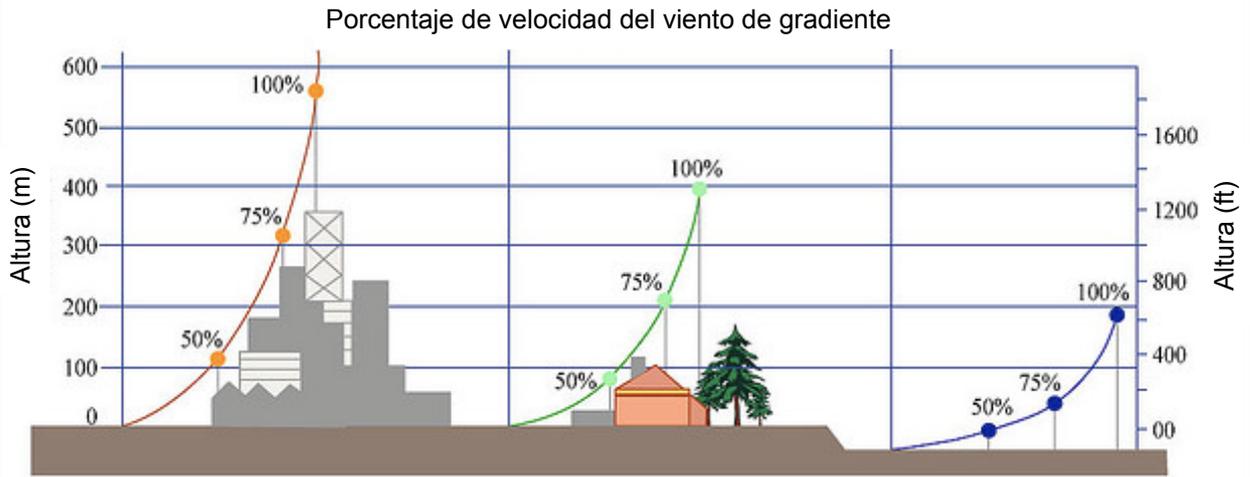
3. Ventilación natural cruzada

Otros aspectos que deben tomarse en consideración con respecto a la ventilación natural incluyen lo siguiente:

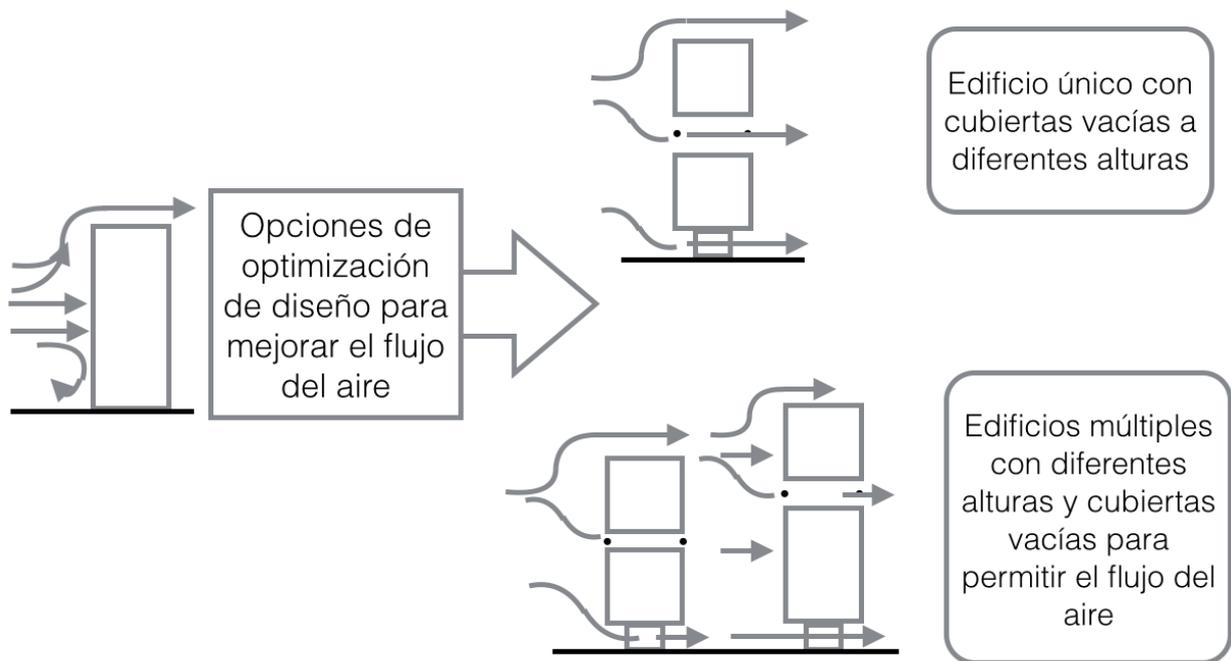
- Confirmación del viento y forma de la edificación: es muy importante diseñar la forma del edificio y el volumen para limitar el impacto del viento en otras edificaciones vecinas, mientras se mantiene el confort al nivel peatonal (ver imagen 4)
- Efecto del terreno y perfil de velocidad del viento (ver imagen 5)
- Mejorar el flujo del viento con optimización de diseño en planos y sección/elevación (ver imagen 6)
- Diseño escalonado en planos (ver imagen 7)



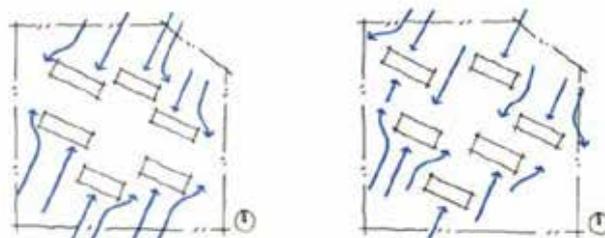
4. Conformación del viento a forma del edificio y volumen. Fuente: www.bbc.co.uk



5. Efecto en terreno en perfil de velocidad del viento. Fuente - <http://www.flickr.com/photos/mitopencourseware/3030635318/lightbox/>



6. Optimización de diseño para entrada de flujo de aire



7. Diseño escalonado en planos

5.3. SUB-MEDICION DE ELECTRICIDAD Y AGUA:

Antecedentes

Sub-medición de electricidad: La sub-medición de energía no ayuda directamente a la reducción de energía. Sin embargo ayuda al administrador/usuario de la edificación a entender la distribución del consumo de energía y provee suficiente información sobre cual comportamiento de acción/corrección de conservación de energía debe aplicarse.

Sub-medición de agua (Aguas residuales tratadas, aguas lluvias tratadas): La sub-medición de agua no ayuda a la reducción directa del consumo de agua. Sin embargo ayuda al administrador/usuario de la edificación a entender la distribución en el consumo de agua y por lo tanto provee suficiente información sobre el comportamiento de acción/corrección de conservación de agua que debe aplicarse.

La sub-medición de las facilidades de agua y energía ayuda en el monitoreo y supervisión constantes del recurso y los patrones de consumo para las edificaciones en sus diferentes sub-actividades. Ayuda a entender las oportunidades de conservación para mejorar el desempeño de la edificación.

Dirección y recomendaciones

La sub-medición para los contadores de energía y agua es efectivo en cuanto al costo y es fácil de implementar.

- a) Es recomendable identificar las áreas de mayor consumo de agua y energía y los sistemas instalados para monitorear su consumo.
- b) Desarrollar e implementar un mecanismo de medición y verificación para comparar el ahorro de agua predicada al consumo actual de agua y energía.

La sub-medición de energía es posible para las siguientes facilidades de energía intensa:

- Aire acondicionado;
- Iluminación interior;
- Iluminación exterior;
- Medidor BTU/KWH para consumo de enfriamiento de agua;
- Medidor de energía para bombeo de agua municipal;
- Medidor de energía para bombeo de aguas negras; y
- Medidor de energía para bombeo de agua para irrigación de jardines.

La sub-medición de agua es posible para las siguientes facilidades de agua intensiva:

- Consumo de aguas negras tratadas;
- Consumo de agua para urbanismo;
- Reutilización de aguas lluvias;
- Instalación de torre de enfriamiento para aire acondicionado;
- Consumo de agua caliente; y
- Cualquier otro consumo mayor de agua como piscinas, fuentes y lavado común de carros.

5.4. SEPARACIÓN DE RESIDUOS:

Antecedentes

Beneficios

- Ayuda a monitorear y controlar el manejo de eliminación de desperdicios
- Desvía los residuos de los vertederos, que es una causa importante de emisiones de gas invernadero

Separación de residuos y almacenamiento

Cocinas domesticas en unidades residenciales deben estar provistas con un mínimo lugar, bajo el mostrador, de almacenamiento de dos receptáculos de desperdicios de 10 litros claramente marcados para "seco" y "mojado".

Recolección de residuos

Las edificaciones de apartamentos de vivienda deben estar provistos con dos vertederos verticales de separación de residuos.

También debería haber unos puntos de eliminación de residuos "seco" y "mojado" en cada piso de la edificación y descargarse en receptáculos separados en el área de manejo de desechos abajo.

Manejo de residuos reciclables

Cada edificación, debe estar provista con lugares de selección y almacenamiento de materiales reciclables. El lugar debe estar apartado o como parte del lugar general de manejo de residuos.

Dirección y recomendaciones

Lugar de reciclaje unitario

El almacenamiento de reciclaje debe tener el tamaño de acuerdo a la tabla 23 más abajo. Cuando el área bruta de piso (GFA por sus siglas en ingles) de la edificación cabe entre las figuras demarcadas en la tabla se debe usar la interpolación lineal para determinar el porcentaje de área apropiado para el espacio de almacenamiento de reciclaje.

Para GFA menor a 500m² el área mínima requerida es de 7.5m². Para proyectos con GFA de más de 20,000m² el área mínima es de 50m².

Tipo de edificación / Clima	Tipo de edificación / Clima
Menos de 500 m ²	7.5 m ²
500 m ²	1.5%
1,000 m ²	0.8% de GFA
5,000 m ²	0.35% de GFA
10,000 m ²	0.25 % de GFA
20,000 m ²	50 m ²

Tabla 23: Requerimientos para áreas de almacenamiento para reciclables únicamente.

Lugar específico de residuos

Cuartos de recolección de residuos deben tener un lugar de desperdicios reciclables incorporado. El tamaño del cuarto de recolección de residuos se debe aumentar en un 10% o un mínimo de 5m² para permitir el espacio adicional para seleccionar y almacenar los desperdicios reciclables.

Los ocupantes de las edificaciones deben tener fácil acceso a un área de residuos reciclables donde se puedan depositar para selección y almacenaje posteriores. Donde la edificación sea particularmente intensiva en desperdicios se debe considerar si el área de reciclaje tiene el tamaño pertinente y se ajusta a su propósito.

Se debe proveer acceso vehicular para permitir la recolección de los materiales reciclables.

5.5. PARQUEO DE BICICLETAS:

Antecedentes

Hay un aumento en el uso de bicicletas en Colombia para recreación y como medio de transporte al trabajo. El desarrollo de nuevas áreas residenciales cerca a los lugares de trabajo permite que algunos trabajadores consideren la bicicleta como un medio de transporte viable. La mayoría de los nuevos desarrollos en Colombia están siendo promocionados como peatonales y aptos para bicicletas. La implementación exitosa de una estrategia para aumentar el uso de las bicicletas en Colombia depende de una estructura adecuada. La provisión de carriles para bicicletas es importante para alentar a la gente en el uso de la bicicleta como alternativa de transporte, lo que es una opción sostenible importante a largo plazo.

Dirección y recomendaciones

Áreas de almacenamiento de bicicletas con soportes seguros se deben proveer dentro de la edificación o a 60 metros de la entrada de la misma.

Para edificaciones industriales o de múltiples pisos como oficinas o edificaciones públicas (no de comercio) se requieren los siguientes elementos:

- Áreas de almacenamiento de bicicletas con soportes seguros de al menos un 2.5% de todos los usuarios de la edificación (medidos en horas pico o por una persona cada 15m² para edificaciones de oficinas basados en GFA)
- Para edificaciones de múltiples pisos residenciales con 11 o más apartamentos o con 50 o más ocupantes, áreas de almacenamiento de bicicletas con soportes seguros para al menos el 10% del número de apartamentos o para el 10% de los ocupantes del edificio.
- Duchas y guardarropas cerca del área de parqueo serían útiles para aquellos que se transportan en bicicleta o recorren grandes distancias. Esto sería especialmente útil en climas cálidos secos y cálidos húmedos.

Áreas de almacenamiento de bicicletas con soportes seguros deben estar disponibles para bicicletas individuales para asegurar y almacenar. El lugar de almacenamiento debe proteger las bicicletas de robo.

5.6. REDUCCION EN SUPERFICIES IMPERMEABLES:

Antecedentes

Superficies impermeables incluyen entradas de autos, patios y aceras. Entre más superficies impermeables hay en un sitio más escorrentías se crean. La consecuencia de la escorrentía es un aumento en la velocidad del flujo de agua que no puede ser absorbida por el suelo rápidamente, aumentando la erosión y derramando una cantidad excesiva de contaminantes en el sitio.

La meta entonces es utilizar las superficies que están dañadas y permitir el flujo del agua al piso. Usar superficies anteriores ayuda a:

- Minimizar la velocidad del agua y la escorrentía;
- Reducir depósitos de contaminantes y de sedimentos en vías de agua;
- Reducir las temperaturas de agua estuarios;
- Reducir el efecto de calor aislado en micro climas; y

- Mejorar la penetración del agua lluvia en el terreno.

Superficies duras en el sitio pueden reducirse con superficies con vegetación como techos ecológicos y rejillas abiertas para bloques de pavimentación en aceras, plazas y parqueaderos.

Cubiertas verdes:

- Ayudan a mantener la temperatura del aire interno confortable en espacios internos bajos;
- Reducen el consumo de energía requerido para aire acondicionado; y
- Reducen el efecto isla de calor.

Pavimentación permeable:

- Ayuda a aumentar la tabla de agua de piso; y
- Ayuda a mitigar el riesgo de inundación

Dirección y recomendaciones

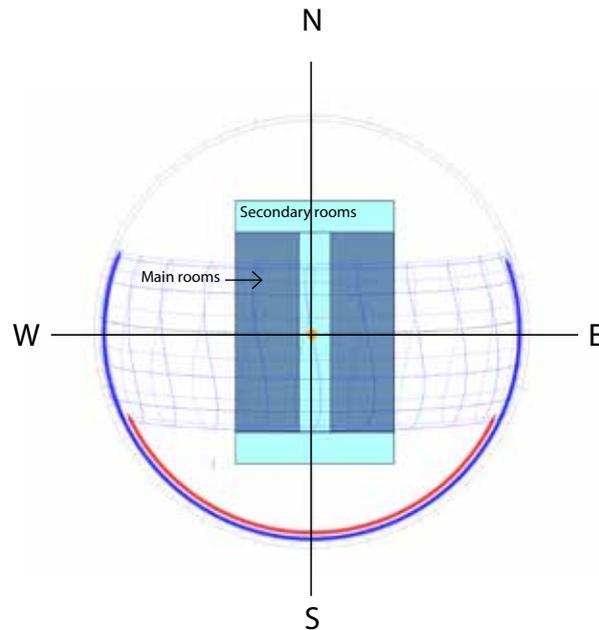
Es aconsejable usar sistemas abiertos de rejillas de pavimentación (menos del 50% de permeabilidad) para un mínimo del 50% de los parqueaderos, plazas y también aceras.

Al menos el 30% debe estar terminado con superficies permeables (de menos del 50% de permeabilidad) terminaciones en el sitio.

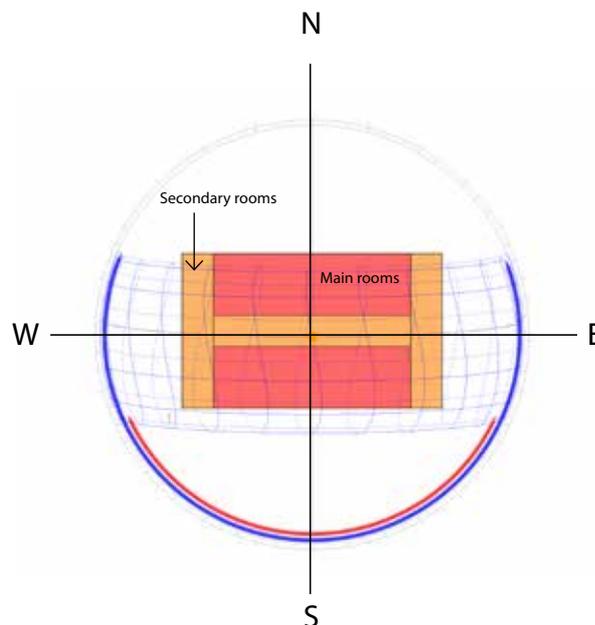
5.7. ORIENTACION:

Antecedentes

La orientación es vital en términos de diseño pasivo ya que puede reducir la carga de enfriamiento de la edificación y al mismo tiempo aumentar el confort térmico. Buenos diseños de arquitectura incluyen la orientación para determinar la forma de la edificación, lugar de las habitaciones (interno/externo), establecer disposiciones internas (usos de las habitaciones) y determinar la posición en el sitio.



1. Orientación ideal para clima frío



2. Orientación ideal para clima cálido

Dirección y recomendaciones

Orientación y Forma

En Colombia las elevaciones este/oeste tiene un efecto significativo en el diseño ya que toman la mayor parte de la radiación solar con el techo; mientras que el norte y el sur tiene un efecto menos significativo en disponibilidad de luz solar. Por ejemplo, si se busca tener acceso al calor del sol entonces la orientación ideal es alargar la edificación mirando al este/oeste y reducir las fachadas norte/sur. Pero si se busca mantener la edificación fría entonces las fachadas largas deben ser las de norte/sur reduciendo las fachadas este/oeste.

Orientación y ubicación de las habitaciones

La orientación determina la ubicación externa e interna de la habitaciones. En términos de habitaciones externas, la reacción al sol y al viento puede extender las variaciones diarias del confort externo. Esto es porque la edificación puede bloquear el sol y el viento entonces se pueden crear diferentes microclimas alrededor. La combinación de las direcciones de viento y sol tiene implicaciones sobre donde ubicar las habitaciones exteriores. Por ejemplo, en climas cálidos la habitación exterior puede estar ubicada en la mejor sombra provista por la edificación, pero la edificación no debe bloquear el viento imperante; en los casos de climas templados, el espacio exterior debe estar sombreado para el fuerte sol de la tarde y evitar el viento fuerte pero permitir una brisa constante. Los espacios exteriores en climas fríos deben tener acceso a luz solar, las ubicaciones preferibles son al norte o al sur de la edificación y deben evitar los vientos fuertes.

Orientación y uso de las habitaciones

Algunos espacios en el programa de una edificación tienen requerimientos de temperatura menos rígidos por la naturaleza de su utilización, (almacenamiento), o la duración de su utilización, (circulación). Algunos espacios, como los dormitorios tiene requerimientos de temperatura solo en ciertos momentos del día. Estos espacios pueden frecuentemente usarse como zonas de regulación térmica entre el ambiente exterior y los espacios que necesitan un cuidadoso control de temperatura.

Idealmente en climas fríos los espacios más concurridos y la mayoría del vidriado deben estar concentrados en los lados este y oeste de la edificación mirando al sol. Por ejemplo, sería mejor darle acceso en el dormitorio al sol de la mañana en el este mientras que los espacios de comedores estarían mejor con el sol de la tarde. Sin embargo los espacios de servicio y circulación, que requieren poco vidriado, deberían estar ubicados a lo largo de las esquinas norte y sur de la edificación. Esto maximiza el área de ventanería que gana calor del sol y alcanza el confort térmico requerido en una vivienda.

En climas cálidos y templados una orientación oeste debe evitarse si es posible debido al recalentamiento potencial.

En todos los climas los espacios virtualmente no vidriados de circulación y de almacenamiento son usados como zonas de regulación para proteger los espacios de vivienda de poca disponibilidad de sol (climas fríos) o de radiación solar (climas cálidos y templados).

5.8. LUZ DEL DIA:

Antecedentes

Por siglos, la luz del día era la única fuente confiable y eficiente de luz disponible.

Sistemas avanzados de iluminación natural y mecanismos de control ofrecen mejor iluminación natural, amables al usuario y eficientes de energía en ambientes edificados. Estos sistemas necesitan integrarse en la estrategia general arquitectónica de las edificaciones. Repisas de luz, tubos de luz, claraboyas y otras estrategias de penetración de luz natural necesitan incorporarse en el proceso de diseño desde sus etapas iniciales.

Todas las estrategias de diseño deben integrarse en la definición final de la arquitectura, con el fin de maximizar el aprovechamiento de la luz natural en los espacios interiores de las edificaciones. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los sistemas de iluminación interiores deben cumplir con las exigencias del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público - RETILAP.

En el apartado 410.2 - Aprovechamiento de la luz natural (de RETILAP), se establecen las recomendaciones para hacer un mejor aprovechamiento de la luz natural y se define el Coeficiente de Luz Diurna (CLD), que indica la disponibilidad de luz natural en espacios interiores y el potencial de ahorro de energía. El cálculo del CLD permite optimizar el diseño arquitectónico para reducir el consumo de energía con fines de iluminación.

Dirección y recomendaciones

Los siguientes criterios deben considerarse cuando se planea luz natural en etapa conceptual de diseño :

Escala del edificio y de barrio:

Un Análisis del reloj solar y un análisis de los bloques de sombra es recomendable en las etapas de diseño conceptual del proyecto ya que ayudan a determinar la ubicación apropiada de las actividades de la edificación según las demandas de luz natural.

La disponibilidad de luz natural en cualquier lugar dado alrededor del globo es principalmente influenciada por,

- Latitud del sitio: esto influyen en el tipo de clima y la temperatura;
- Probabilidad de luz solar;
- Condiciones del cielo: promedio anual de ocurrencia prominente del cielo, tipo de condiciones del cielo estacional;
- Topografía del sitio: plano, contorneado, montañoso, etc.;
- Desarrollo de construcción alrededor del sitio: desarrollo de altura o bajo;
- Ubicación del sitio: densidad del área baja o alta/moderada

Escala de edificación:

El estudio de envoltura solar y el análisis de sombreado se deben tomar en cuenta en las etapas tempranas de diseño ayudando a decidir la forma de la edificación, la altura de esta, el perfil geométrico así como las estrategias de recolección de luz natural apropiadas.

Simulaciones fotométricas

Los análisis de simulación de luz natural para espacios ayudan a asegurar la disponibilidad de luz natural suficiente. Para adquirir la luz natural requerida según la ubicación de la ventana, el tamaño y la cantidad así como los elementos de sombreado para espacios internos y externos se pueden decidir.

También las especificaciones de vidriado se pueden decidir basados en la transmisión requerida de luz del componente vidriado.

La selección de sistemas de luz natural debe asegurar confort interno tanto visual como térmico.