República de Colombia

DIARIO OFICIAL

Libertad y Orden

Fundado el 30 de abril de 1864

Año CLI No. 49.591 Edición de 56 páginas • Bogotá, D. C., sábado, 1º de agosto de 2015 • I S S N 0122-2112

MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO

RESOLUCIONES

RESOLUCIÓN NÚMERO 0549 DE 2015

(julio 10)

por la cual se reglamenta el Capítulo 1 del Título 7 de la Parte 2, del Libro 2 del Decreto número 1077 de 2015, en cuanto a los parámetros y lineamientos de construcción sostenible y se adopta la guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones.

El Ministro de Vivienda, Ciudad y Territorio, en ejercicio de sus facultades constitucionales y legales, y en especial las conferidas por el Decreto-ley 3571 de 2011 y el Decreto número 1077 de 2015,

CONSIDERANDO:

Que en virtud de lo establecido en el numeral 2 del artículo 2° del Decreto-ley 3571 de 2011, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio tiene como función, entre otras, la de *"formular las políticas sobre renovación urbana, mejoramiento integral de barrios, calidad de vivienda, urbanismo y construcción de vivienda sostenible, espacio público y equipamiento";*

Que el Decreto número 1285 de 2015 adicionó el Título 7 a la Parte 2 del Libro 2 del Decreto número 1077 de 2015, cuyo artículo 2.2.7.1.2 dispone que *"El Gobierno nacional a través del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, adoptará mediante resolución, los parámetros y lineamientos técnicos para la Construcción Sostenible.*

En lo relacionado con las medidas para el ahorro de agua y energía en edificaciones, los parámetros que se adopten deberán contener como mínimo los siguientes aspectos:

1. Porcentajes obligatorios de ahorro en agua y energía según clima y tipo de edificaciones.

2. Sistema de aplicación gradual para el territorio de conformidad número de habitantes de los municipios.

3. Procedimiento para la certificación de la aplicación de las medidas.

4. Procedimiento y herramientas de seguimiento y control a la implementación de las medidas.

5. Promoción de Incentivos a nivel local para la construcción sostenible";

Que en virtud de lo expuesto, se realizaron estudios técnicos tendientes a determinar las medidas adecuadas para el logro de porcentajes de ahorro de agua y energía, proceso que culminó en la determinación de unos porcentajes mínimos a alcanzar, así como con una Guía de Construcción Sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones, como herramienta de referencia que permite identificar medidas de carácter activo y/o pasivo que pueden implementarse, para alcanzar el cumplimiento de los porcentajes de ahorro en agua y energía que trata la presente resolución. Esta herramienta está basada en un análisis costo-beneficio con el fin de obtener los máximos ahorros posibles con un mínimo impacto en el costo de construcción;

En mérito de lo expuesto,

RESUELVE:

CAPÍTULO I

Objeto y ambito de aplicación

Artículo 1°. *Objeto*. El objeto de la presente resolución es establecer los porcentajes mínimos y medidas de ahorro en agua y energía a alcanzar en las nuevas edificaciones y adoptar la guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones.

Artículo 2°. *Definiciones*. Para efectos de la presente resolución, se adoptan las siguientes definiciones:

1. **Construcción sostenible.** 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 resolucion, encaminadas al mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes y al ejercicio de actuaciones con responsabilidad ambiental y social.

2. **Edificación.** Entiéndase por edificación toda construcción pública o privada de acuerdo con la siguiente tabla.

Tipo de Edificación	Escala
Vivienda no VIS	Todas
Vivienda de interés social (VIS) y Vivienda de interés prioritario (VIP)	
Centros comerciales	Área total construida mayor a 6.000 m^2. Para el cálculo no se incluyen las zonas destinadas a estacionamientos.
Oficinas	Área superior a 1.500 m^2. Para el cálculo no se incluyen las zonas destinadas a estacionamientos.
Hoteles	Más de 50 habitaciones.
Educativos	Educación superior y centros de investigación, educación preescolar, básica, media, centros tecnológicos, educación no formal; Más de 1.500 alumnos.
Hospital	Hospitales, clínicas, empresas sociales e instituciones privadas con Área de Construcción igual o superior a 5.000 m^2. Para el cálculo no se incluyen las zonas destinadas a estacionamientos.

3. **Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones.** Es el documento que se adopta mediante la presente resolución y que contiene la propuesta de referencia de medidas de implementación, pasivas y activas, para alcanzar el cumplimiento de los porcentajes de ahorro mínimos establecidos en la presente norma.

4. 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.

5. Medidas 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 para crear condiciones de confort para sus ocupantes. Estas no involucran sistemas mecánicos o eléctricos.

Las estrategias pasivas consideran el clima, localización, paisaje, orientación, forma, protección solar, selección de materiales, masa térmica, aislamiento, diseño interior y la ubicación de las aperturas para el manejo del acceso solar, luz natural y ventilación.

6. **Porcentajes de ahorro:** Corresponde a la proporción del consumo de agua y energía que se pretende disminuir en las edificaciones, mediante la implementación de medidas activas y pasivas en el diseño.

Artículo 3°. *Ámbito de aplicación y gradualidad.* Las disposiciones aquí establecidas, serán aplicadas en las edificaciones que sean construidas en virtud de las licencias de construcción en la modalidad de obra nueva, solicitadas con posterioridad a la entrada en vigencia de la presente resolución.

El cumplimiento de los porcentajes de ahorro en agua y energía se exigirá, según el número de habitantes de los municipios o distritos y su implementación se hará gradualmente, de la siguiente manera:

a) A partir de la entrada en vigencia de la presente resolución y hasta un (1) año después, es decir, durante el primer año de vigencia, se aplicarán los porcentajes previstos en la Tabla número 1 contenida en el artículo 5º de esta resolución, para los municipios o distritos de más de 1'200.000 habitantes.

Una vez transcurrido este periodo y adelante, estos municipios o distritos aplicarán los porcentajes previstos en la Tabla número 2 contenida en el artículo 5º de esta resolución;

b) A partir del día siguiente de transcurrido un año después de la entrada en vigencia de la presente resolución, y en adelante se aplicarán los porcentajes previstos en la Tabla número 2 contenida en el artículo 5º de esta resolución, para la totalidad de los municipios o distritos.

LA IMPRENTA NACIONAL DE COLOMBIA

Informa que como lo dispone el Decreto número 53 de enero 13 de 2012, artículo 3°, del Departamento Nacional de Planeación, a partir del 1° de junio de 2012 los contratos estatales no requieren publicación ante la desaparición del Diario Único de Contratación Pública.

DIARIO OFICIAL
Fundado el 30 de abril de 1864
Por el Presidente **Manuel Murillo Toro**
Tarifa postal reducida No. 56

DIRECTORA: **DIOSELINA PARRA DE RINCÓN**

MINISTERIO DEL INTERIOR
IMPRENTA NACIONAL DE COLOMBIA
DIOSELINA PARRA DE RINCÓN
Gerente General

Carrera 66 Nº 24-09 (Av. Esperanza-Av. 68) Bogotá, D. C. Colombia
Conmutador: PBX 4578000.
e-mail: **correspondencia@imprenta.gov.co**

Parágrafo 1º. Sin perjuicio de lo señalado en los incisos precedentes, las medidas para el logro de los porcentajes de ahorro de agua y energía en nuevas edificaciones podrán aplicarse de manera voluntaria por parte del constructor, antes de la entrada en vigencia de la presente resolución.

Parágrafo 2º. El número de habitantes por Municipio o Distrito estará definido conforme al censo del DANE del año 2005 o el vigente al momento de la aplicación de la presente resolución.

Artículo 4°. *Naturaleza de las normas aprobadas.* Las medidas previstas en la presente resolución, son de naturaleza técnica y no constituyen normas urbanísticas.

CAPÍTULO II

De la aplicación de las medidas, su certificación y seguimiento

Artículo 5°. *Porcentaje mínimo de ahorro*. Teniendo en cuenta el ámbito de aplicación y gradualidad previstos en el artículo 3º de la presente resolución, los porcentajes de ahorro en agua y energía mínimos obligatorios, se establecen a continuación, con excepción de los porcentajes de ahorro descritos para viviendas VIS y VIP los cuales son indicativos y por tanto serán de optativo cumplimiento:

1. Tabla número 1:

Porcentajes de ahorro que deberán cumplirse durante el primer año de vigencia de la presente resolución:

TABLA N° 1				
Energía	**Año 1**			
Con respecto a la línea base	**Frío**	**Templado**	**Cálido seco**	**Cálido húmedo**
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
Agua	**Año 1**			
Con respecto a la línea base	**Frío**	**Templado**	**Cálido seco**	**Cálido húmedo**
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

2. Tabla número 2:

Porcentajes de ahorro que deberán cumplirse durante el segundo año de vigencia de la presente resolución y en adelante:

TABLA N° 2				
Energía	**Año 2**			
Con respecto a la línea base	**Frío**	**Templado**	**Cálido seco**	**Cálido húmedo**
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

TABLA N° 2				
Energía	**Año 2**			
Con respecto a la línea base	**Frío**	**Templado**	**Cálido seco**	**Cálido húmedo**
Vivienda VIS	20	15	20	20
Vivienda VIP	15	15	20	15
Agua	**Año 2**			
Con respecto a la línea base	**Frío**	**Templado**	**Cálido seco**	**Cálido húmedo**
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

Parágrafo 1°. El porcentaje de ahorro que se debe cumplir en cada proyecto dependerá de aquel que se encuentre vigente al momento de la radicación de la solicitud de licencia de construcción en legal y debida forma, conforme con las tablas previstas en el presente artículo, para lo cual, en el Anexo número 1: Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones, se dispone de una lista de medidas indicativas para lograr los porcentajes de ahorro.

Parágrafo 2°. Para la verificación del cálculo de los anteriores porcentajes de ahorro, se tomará como referencia la Línea Base de Consumo de Agua y Energía correspondiente al año 2013, contenida en el Anexo número 1 de la presente resolución.

Artículo 6°. *Zonificación climática*. Para la correcta identificación y aplicación de las medidas indicativas para alcanzar los porcentajes de ahorro en agua y energía, se utilizará la información contenida en el Anexo número 2 de la presente resolución: Mapa de Clasificación del Clima en Colombia según la Temperatura y la Humedad Relativa y el listado de municipios, elaborado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam).

Parágrafo 1º. La zonificación climática referida, es indicativa y se adopta para efectos de la presente resolución, por lo cual no modifica la definición del ordenamiento territorial establecida por cada municipio y/o distrito en el ámbito de sus competencias conforme con el numeral 7 del artículo 313 de la Constitución Política.

Parágrafo 2º. No obstante lo señalado en este artículo, si el predio se encuentra en una zona climática distinta a la que le fue asignada, y que da lugar a alcanzar porcentajes de ahorro diferentes, así lo señalará el constructor responsable en el Formulario Único Nacional de Licencias Urbanísticas, lo cual no requiere un trámite adicional o distinto al de la licencia de construcción.

Artículo 7°. *Certificación de la aplicación de las medidas de construcción sostenible.* El cumplimiento de los porcentajes mínimos de ahorro de agua y energía, puede alcanzarse mediante la aplicación de medidas pasivas y/o activas, y su incorporación se certificará como se indica a continuación, dependiendo del tipo de medidas que el constructor decida adoptar:

a) **Para las medidas activas,** junto con los documentos para la aprobación de los diseños de redes de agua y energía, el constructor deberá presentar ante la respectiva empresa prestadora, una autodeclaración de cumplimiento de los porcentajes de ahorro con la aplicación de las medidas de implementación. En todo caso, la autodeclaración no podrá ser exigida como condición para la aprobación de los diseños de las redes y/o las disponibilidades de servicio;

b) **Para las medidas pasivas**, la firma por parte del diseñador del proyecto, de los planos arquitectónicos de que trata el numeral 2 del artículo 2.2.6.1.2.1.11 del Decreto número 1077 de 2015 o la norma que lo modifique o sustituya, y que se deben allegar con la solicitud de licencia de construcción, constituye certificación bajo juramento acerca del cumplimiento en el diseño arquitectónico de la aplicación de medidas dirigidas a lograr los porcentajes mínimos de ahorro.

Parágrafo 1°. En el Formulario Único Nacional de radicación de licencias urbanísticas, una vez actualizado, el titular o solicitante deberá señalar por escrito sí las medidas que implementará, serán pasivas. De no hacerlo, se entenderá que se aplicarán medidas activas para el cumplimiento de los porcentajes mínimos de ahorro de que trata la presente resolución.

Parágrafo 2°. En el caso en que se pretenda el cumplimiento de los porcentajes acá previstos mediante la implementación combinada de medidas pasivas y activas, el titular de la licencia deberá manifestar ese hecho en el Formulario de que trata el parágrafo 1° del presente artículo.

Parágrafo 3°. El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio actualizará el Formulario Único Nacional de radicación de licencias urbanísticas, a fin de agilizar y facilitar la obligación aquí contenida.

CAPÍTULO III

Disposiciones finales

Artículo 8°. *Régimen de transición*. Las disposiciones contenidas en la presente resolución aplicarán a las solicitudes de licencias de construcción que se radiquen con posterioridad a la entrada en vigencia de la misma.

En virtud del respeto a los derechos adquiridos, las solicitudes de modificación, revalidación y prórroga de licencias vigentes, se resolverán con fundamento en la norma vigente al momento de la expedición de la respectiva licencia de construcción. De igual

forma, a las solicitudes de licencias de construcción que se encuentren en trámite a la entrada en vigencia de la presente resolución, se aplicará la norma vigente al momento de su radicación.

Sin embargo, las edificaciones existentes a la entrada en vigencia de la presente resolución, podrán ser ajustadas a las medidas previstas en la misma, de manera voluntaria, previa obtención de licencia urbanística de construcción en alguna de las modalidades, diferente a obra nueva, previstas en el artículo 2.2.6.1.1.7 Licencia de construcción y sus modalidades del Decreto número 1077 de 2015 o la norma que lo modifique o sustituya, u obtener el reconocimiento de la existencia de edificaciones de acuerdo con el artículo 2.2.6.4.1.1 Reconocimiento de la existencia de edificaciones, del Decreto número 1077 de 2015 o la norma que lo modifique o sustituya según sea el caso.

Artículo 9°. *Documentos que hacen parte de la presente resolución*. La presente resolución se encuentra integrada por los siguientes documentos:

Anexo 1. Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones.

Anexo 2. Mapa de Clasificación del Clima en Colombia según la Temperatura y la Humedad Relativa y listado de municipios.

Artículo 10. *Incentivos*. El Ministerio promoverá que los municipios y distritos establezcan incentivos para el aumento de los porcentajes mínimos de ahorro previstos en la presente resolución. Para ello podrá, entre otras, acompañar técnicamente a los municipios y distritos que lo soliciten, en la identificación de incentivos para el aumento de los porcentajes mínimos de ahorro previstos en la presente resolución.

Artículo 11. *Revisión*. Los porcentajes de ahorro de agua y energía acá previstos, serán objeto de revisión cada dos (2) años y podrán ser ajustados, por parte del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Así mismo se podrán revisar y ajustar dichos porcentajes antes del término señalado, si las condiciones de innovación tecnológica lo ameritan.

Artículo 12. *Seguimiento y control*. Dentro del término de entrada en vigencia de la presente resolución, el Ministerio reglamentará el procedimiento y las herramientas de seguimiento y control del ahorro de agua y energía en edificaciones aquí contempladas.

Artículo 13. *Vigencia*. La presente resolución rige a partir del año siguiente a su publicación.

Publiquese y cúmplase.

Dada en Bogotá, D. C., a 10 de julio de 2015.

El Ministro de Vivienda, Ciudad y Territorio,

Luis Felipe Henao Cardona.

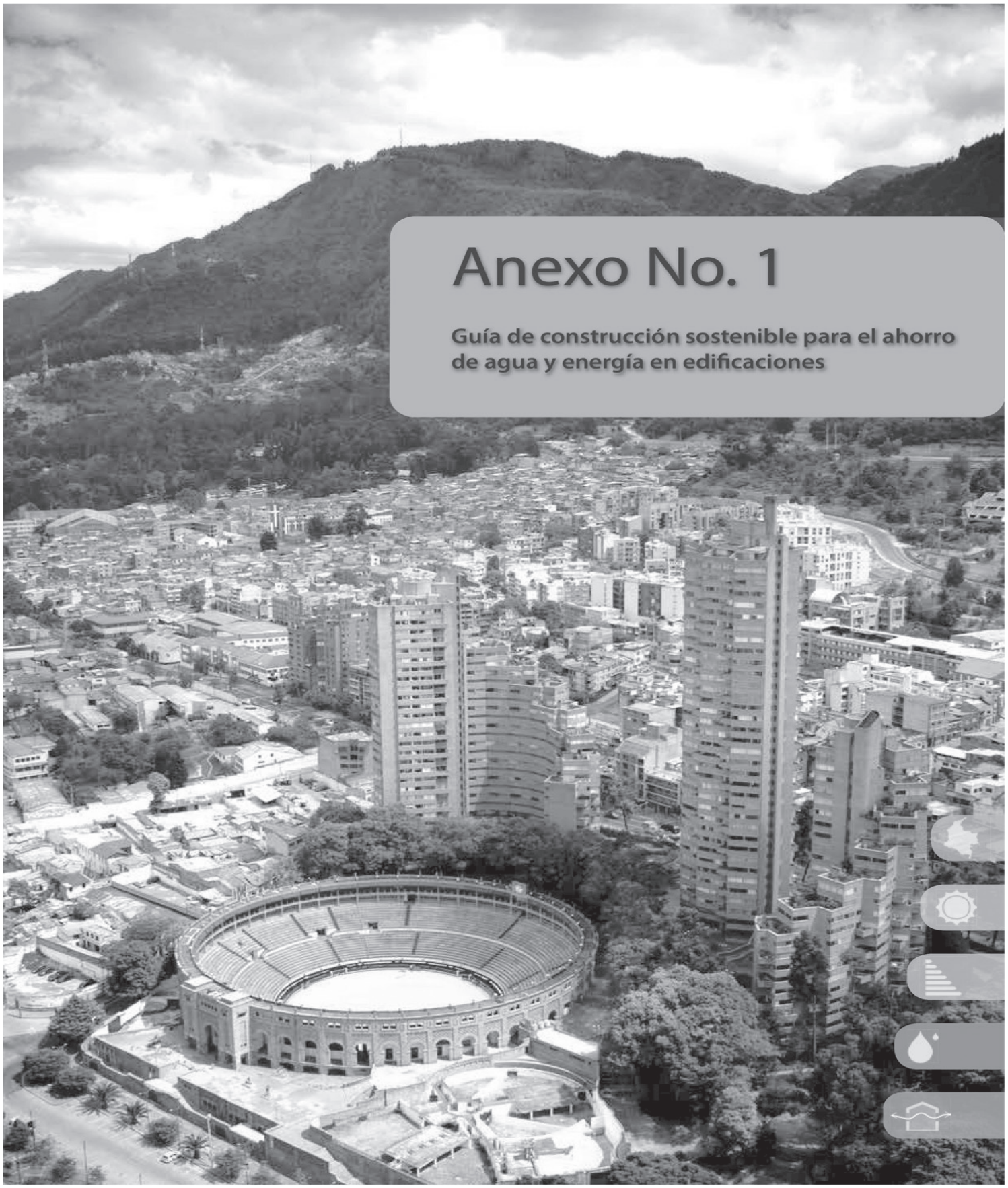


TABLA DE CONTENIDO

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 práctica 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.

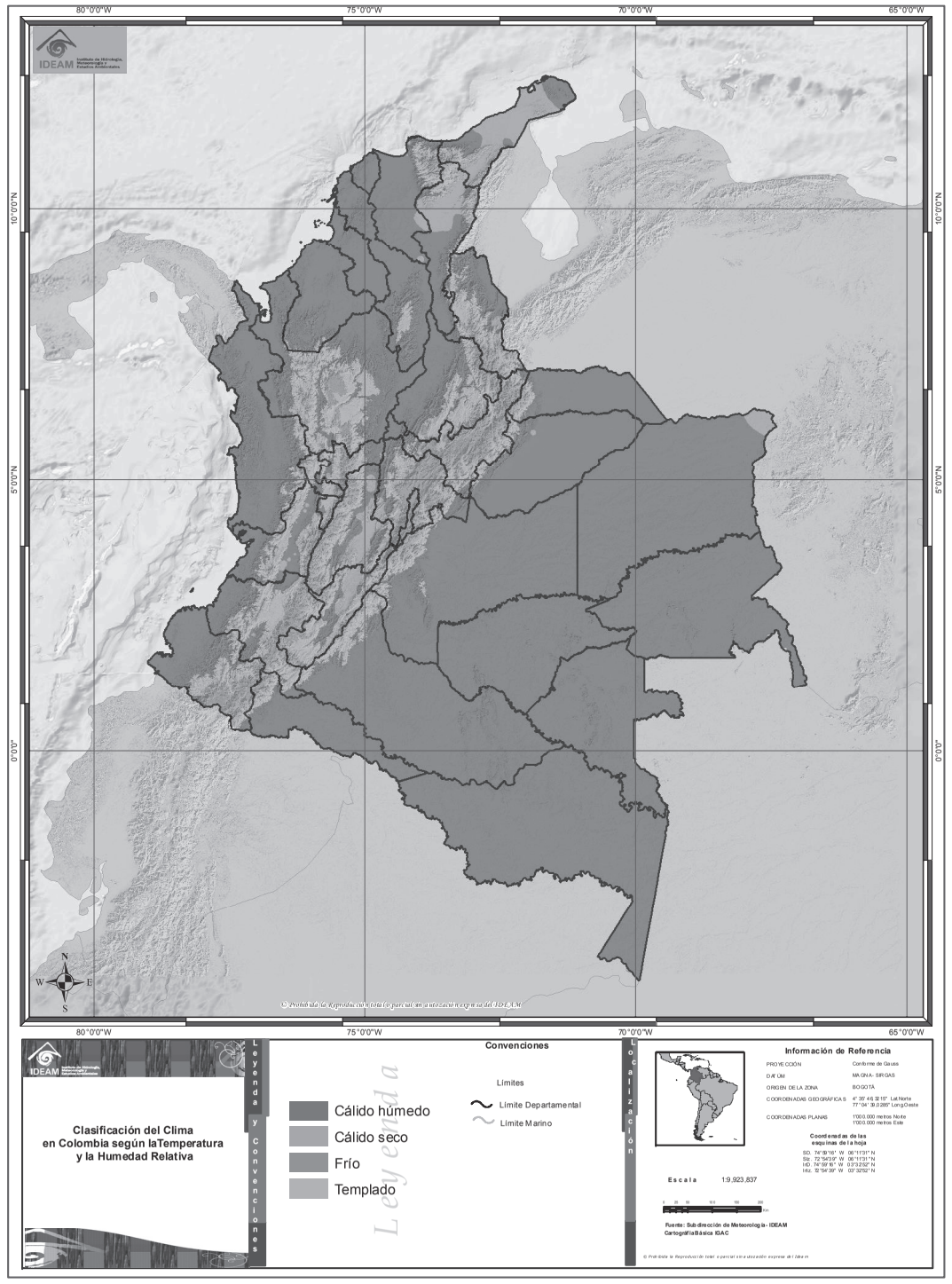


Gráfico 1. Clasificación del clima en Colombia según temperatura y humedad relativa. Fuente: Ideam

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 Confort, 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 - Coordenada 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 Coordenada 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/m²-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/m²	6 lt/m²	6 lt/m²	6 lt/m²
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, eQuest[1] y TAS[2] 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 CO_2, 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 hacía 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/m^2]: 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 lamparas 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 (CO_2) para suministro aire Fresco Esto es usado como instrumento para la medición del gas dióxido de carbono. Los principios más comunes para sensores CO_2 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:

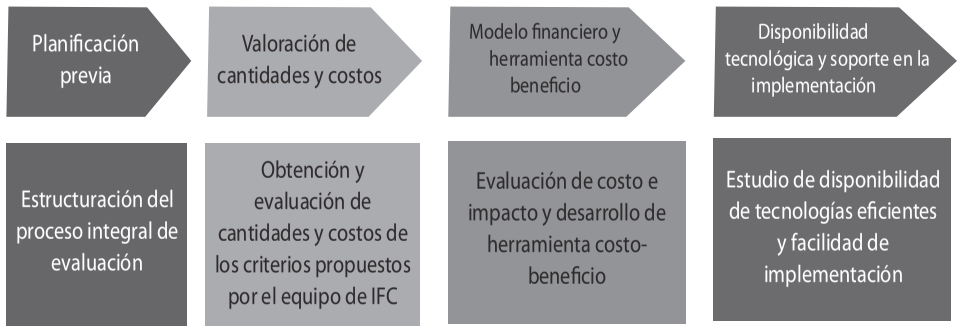


Gráfico 2. Metodología del modelo de costos

- **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.

- A**horros 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 encuentras 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
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
		Vivienda no 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
		Vivienda no 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
		Vivienda no 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
		Vivienda no 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
		Vivienda no 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
		Vivienda no VIS	N/A	N/A	N/A
25	Sub-medicion 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
		Vivienda no 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
		Vivienda no VIS	9,00%	0,03%	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
		Vivienda no 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
		Vivienda no VIS ★	**0,14%**	1,07%	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
		Vivienda no VIS	N/A	0,27%	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
		Vivienda no VIS	N/A	0,24%	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
		Vivienda no VIS ★	**0,70%**	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
		Vivienda no VIS ★	**0,75%**	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
		Vivienda no VIS	N/A	0,24%	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
		Vivienda no VIS ★	**0,16%**	2,14%	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
		Vivienda no VIS ★	**0,11%**	0,80%	N/A
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 CO_2 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
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
		Vivienda no 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
		Vivienda no 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
		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	N/A	N/A	N/A
		Vivienda VIS	N/A	N/A	N/A
		Vivienda no 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
		Vivienda no VIS	66,68%	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**
		Vivienda no VIS	7,19%	0,50%	**10**
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
		Vivienda no 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
		Vivienda no 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**
		Vivienda no VIS	12,00%	0,12%	**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**
		Vivienda no VIS	13,00%	0,71%	**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**
		Vivienda no VIS	4,00%	0,34%	**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**
		Vivienda no VIS	**0,80%**	0,12%	**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
		Vivienda no 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**
		Vivienda no VIS	**2,62%**	0,10%	**5**
34	Gestión de agua torrencial y recarga de acuíferos	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
		Vivienda VIS	N/A	0,87%	N/A
		Vivienda no VIS	N/A	0,35%	N/A
35	Sensores CO_2 para entrada de aire fresco	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**
		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 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

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 invervalo	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 VIS	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 VIS	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 VIS	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 VIS	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 VIS	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 VIS	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 VIS	15,38%	0,80%	**Sin retorno en 10 años**
		Vivienda no VIS	4,42%	0,70%	**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 VIS	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 VIS	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 VIS	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 VIS	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 VIS	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 VIS	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 VIS	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 VIS	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 VIS	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 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%	0,63%	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 VIS	9,00%	0,03%	1,0
		Vivienda no VIS	9,00%	0,06%	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 VIS	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 VIS	15,00%	0,26%	**Sin retorno en 10 años**
		Vivienda no VIS	10,00%	0,32%	**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 VIS	36,00%	1,46%	**Sin retorno en 10 años**
		Vivienda no VIS	33,00%	1,09%	**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 VIS	13,00%	3,19%	**Sin retorno en 10 años**
		Vivienda no VIS	**2,00%**	0,39%	**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 VIS	6,00%	3,99%	**Sin retorno en 10 años**
		Vivienda no VIS	20,00%	0,07%	**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 VIS	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**			
Con respecto a la línea base	Frío	Templado	Cálido seco	Cálido húmedo
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**			
Con respecto a la línea base	Frío	Templado	Cálido seco	Cálido húmedo
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					
Coeficiente 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				
Coeficiente 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)
Coeficiente 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)
Coeficiente 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**			
Con respecto a la línea base	Frío	Templado	Cálido seco	Cálido húmedo
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**			
Con respecto a la línea base	Frío	Templado	Cálido seco	Cálido húmedo
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		
Coeficiente 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		
Coeficiente 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		
Coeficiente 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		
Coeficiente 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	• 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	• 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	• El edificio debe volverse un buen disipador de calor • Maximizar la sombra
CÁLIDO HÚMEDO	• 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 envolvente 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 envolvente 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:

Área de vidriado / área bruta de pared exterior = 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 un 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 un ventana de tamaño moderado que ve hacia un 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 edifico 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 sombre 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.
La 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.

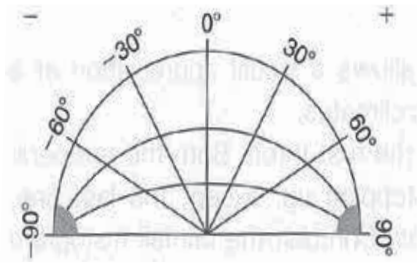
Sombreado combinado horizontal y vertical (rejas metálicas):

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

Beneficios

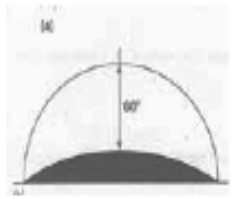
Los elementos de sombreado proveen una solución para el control solar ya que pueden ajustarse para seguir los requerimientos de los ocupantes o terminar permanentemente periodos específicos de exceso de calor. Persianas exteriores previenen la radiación solar de entrar al interior y son preferibles. 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.

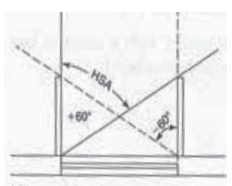


1a. El transportador de ángulo de sombra

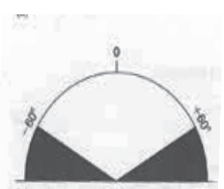
2a. Elementos horizontales (un dosel)



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 sombreamiento 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 especifico. (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.

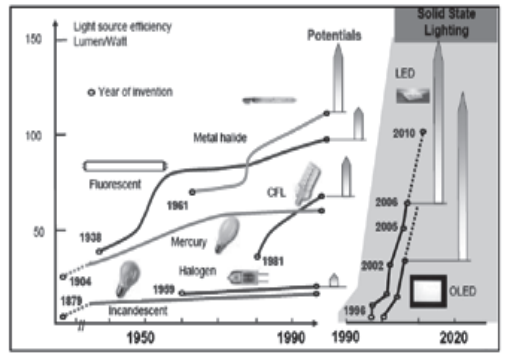


Gráfico 3. Tecnologías de mejora de iluminación
Fuente: Wolfgang Gregory. "Towards a New Culture of Lighting ", Presentación al grupo de temático en eficiencia energética del Banco Mundial: Washington DC , Enero 2009.

3.3. Medidas activas

3.3.1 LUZ DIA 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.

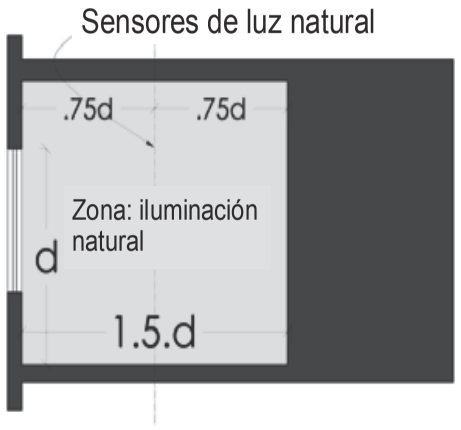


Gráfico 4. Ubicación de los sensores de luz día fotoeléctricos de perímetro

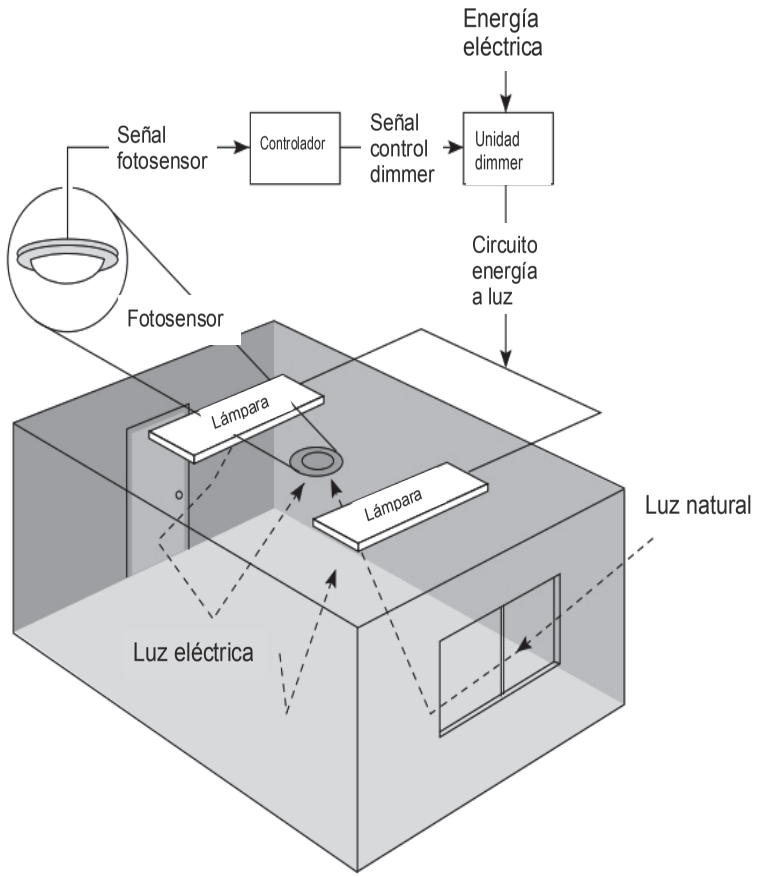


Gráfico 5. Diagrama esquemático de una habitación con sistema de sensores fotoeléctricos.

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%.

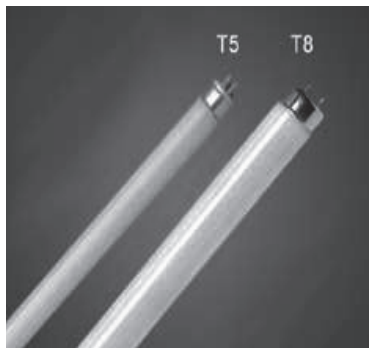


Gráfico 7. Lámparas T5 y T8

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/m^2):

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 liquido 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.

Coeficiente de desempeño (COP)—Enfriamiento

La proporción de la tasa de remoción de calor a la taza de entrada de energía, en unidades consistentes, para un sistema completo de refrigeración o alguna porción especifica 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, centrifuga	<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	Resistencia eléctrica (O Ninguna)	Split Sistema	11.5 EER (antes del 6/1/2011)
		Ninguno	Paquete único	12.1 EER (al 6/1/2011)
				11.7 IEER (antes del 6/1/2011)
	<135,000 Btu/h			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)
	>=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	11 EER (antes del 6/1/2011)
				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)
				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	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 una 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 centrifugas 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/m^2 en el contexto del sitio del proyecto;
- Radiación solar disponible en kW/m^2 en superficies horizontales (cubierta) en las coordinadas 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 frio caliente con aireador y control de flujo 2LPM flujo	Llave con control de mezcla frio 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 domesticas 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:

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

Coeficiente de escorrentía varia 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 limites 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 especifico 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

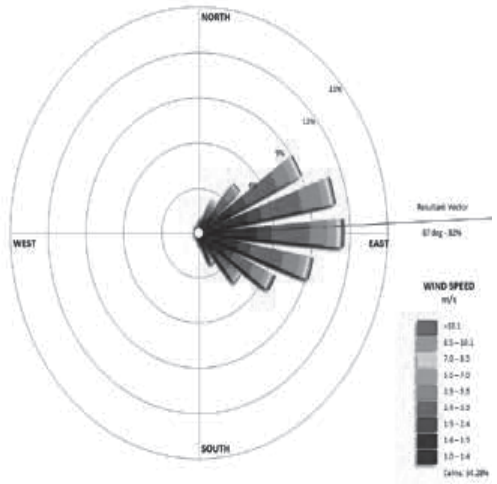
Es aconsejable analizar el flujo de viento, dirección predominante del viento y patrones anuales y estacionales del flujo del viento con velocidad de viento para un sitio en particular, considerando los posibles elementos de influencia como topografía, entorno, patrón de vegetación existente y cuerpos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

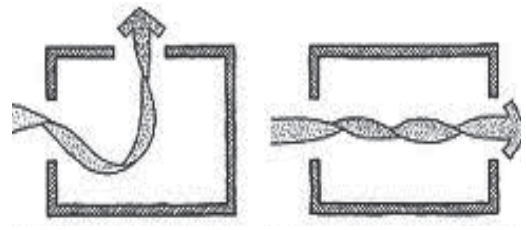
2. Presión del aire en los lados barlovento y sotavento de las fachadas de la edificación

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:

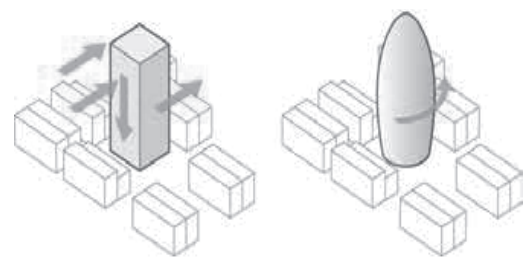
- Diseñar la mayoría de los espacios habitables u ocupados hacia el lado barlovento ayuda a alcanzar la ventilación cruzada;
- Los muros de división interior no deben sellar el interior de la edificación o las habitaciones donde el aspecto dual es deseado; y
- Los diseñadores deberían asegurar que la 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.



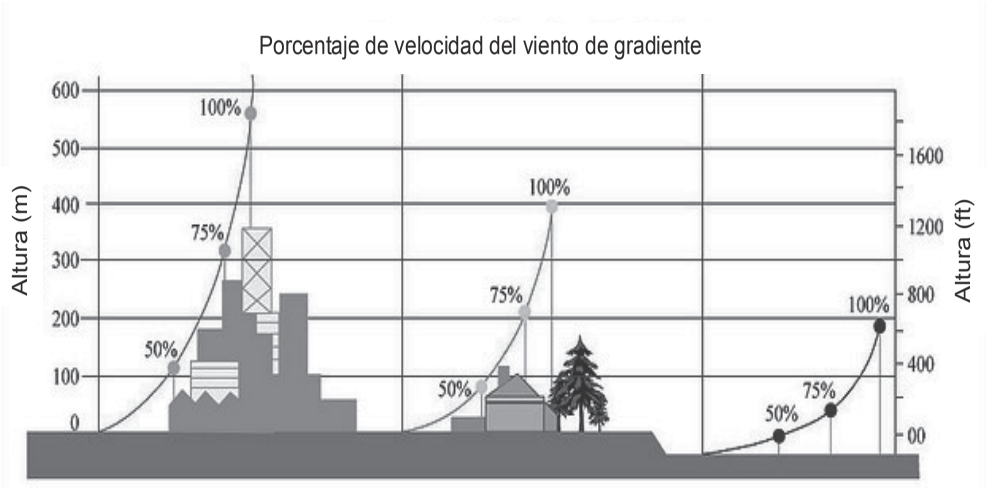
3. Ventilación natural cruzada

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

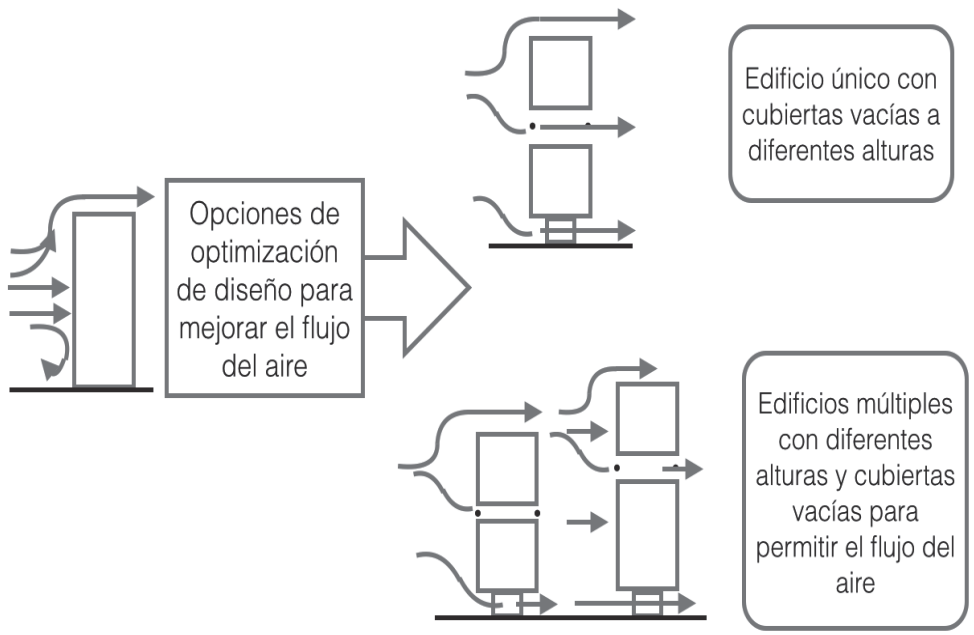
- Confirmación del viento y forma de la edificación: es muy importante diseñar la forma del edificio y el volumen para limitar el impacto del viento en otras edificaciones vecinas, mientras se mantiene el confort al nivel peatonal (ver imagen 4)
- Efecto del terreno y perfil de velocidad del viento (ver 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)



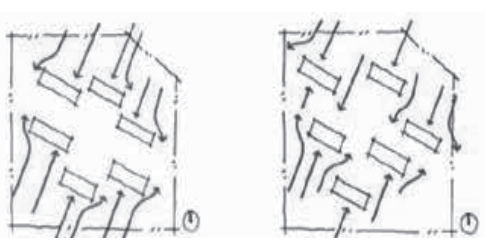
4. Conformación del viento a forma del edificio y volumen. Fuente: www.bbc.co.uk



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 linear para determinar el porcentaje de área apropiado para el espacio de almacenamiento de reciclaje.

Para GFA menor a 500m^2 el área mínima requerida es de 7.5m^2. Para proyectos con GFA de más de 20,000m^2 el área mínima es de 50m^2.

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 5m^2 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 15m^2 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

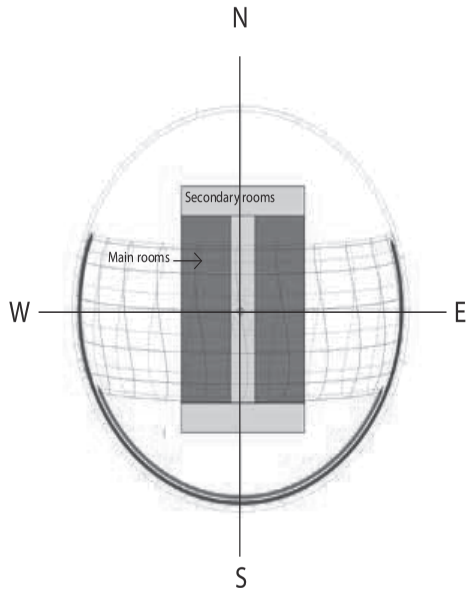
Es aconsejable usar sistemas abiertos de rejillas de pavimentación (menos del 50% de permeabilidad) para un mínimo del 50% de los parqueaderos, plazas y también aceras.

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

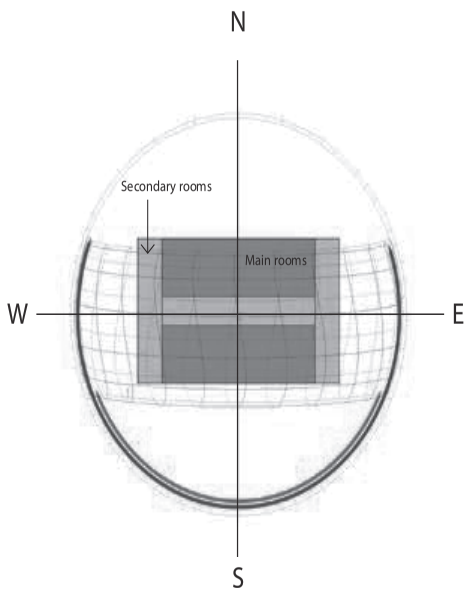
5.7. ORIENTACION:

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 alongar 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 hace 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

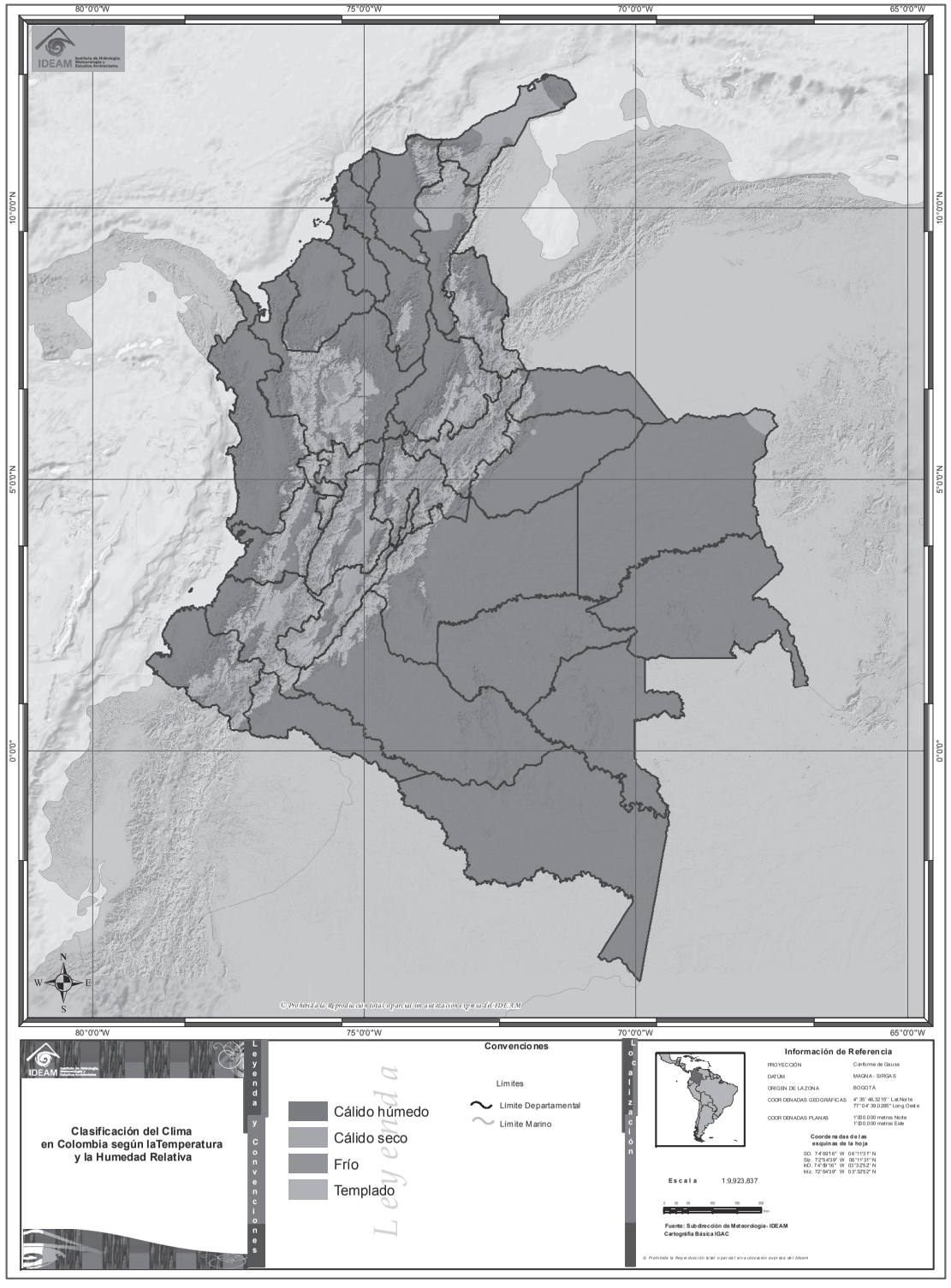
Los análisis de simulación de luz natural para espacios ayudan a asegurar la disponibilidad de luz natural suficiente. Para adquirir la luz natural requerida según la ubicación de la ventana, el tamaño y la cantidad así como los elementos de sombreado para espacios internos y externos se pueden decidir.

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.

Anexo No. 2

Mapa de Clasificación del Clima en Colombia según la Temperatura y la Humedad Relativa y listado de municipios



MinVivienda
Ministerio de Vivienda

CAMACOL
CÁMARA COLOMBIANA DE LA CONSTRUCCIÓN

IFC
Corporación Financiera Internacional
GRUPO BANCO MUNDIAL

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Federal Department of Economic Affairs, Education and Research EAER
State Secretariat for Economic Affairs SECO

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL			ALTITUD	CLIMA	% con respecto nacional	HOJA DE RUTA
		2012	2015	2020				
Bogotá, D.C.	Bogotá, D.C.	7,571,345	7,878,783	8,380,801	2,640	Frío	16.25%	28.89%
Antioquia	Medellín	2,393,011	2,464,322	2,569,007	1405	Templado	5.14%	
Valle del Cauca	Cali	2,294,653	2,369,821	2,496,442	926	Cálido seco	4.93%	
Atlántico	Barranquilla	1,200,513	1,218,475	1,239,518	24	Cálido húmedo	2.58%	
Bolívar	Cartagena	967,103	1,001,755	1,057,445	1	Cálido húmedo	2.08%	7.96%
Norte de Santander	Cúcuta	630,971	650,011	680,568	297	Cálido seco	1.35%	
Atlántico	Soledad	566,784	615,492	701,047	5	Cálido húmedo	1.22%	
Tolima	Ibagué	537,467	553,524	579,807	1,168	Templado	1.15%	
Santander	Bucaramanga	526,056	527,913	528,480	950	Cálido seco	1.13%	
Cundinamarca	Soacha	477,918	511,262	567,546	2,554	Frío	1.03%	
Risaralda	Pereira	462,209	469,612	481,080	1,411	Templado	0.99%	
Magdalena	Santa Marta	461,900	483,865	524,202	18	Cálido seco	0.99%	
Meta	Villavicencio	452,522	484,471	538,523	450	Cálido húmedo	0.97%	
Antioquia	Bello	430,034	455,865	500,125	1,414	Templado	0.92%	
Cesar	Valledupar	423,278	453,215	503,453	148	Cálido seco	0.91%	
Nariño	Pasto	423,217	439,993	464,967	2,543	Frío	0.91%	
Córdoba	Montería	422,198	441,301	471,664	11	Cálido seco	0.91%	
Caldas	Manizales	391,640	396,075	402,578	2,146	Frío	0.84%	
Valle del Cauca	Buenaventura	377,105	399,764	441,109	7	Cálido húmedo	0.81%	
Huila	Neiva	335,490	342,117	350,388	442	Cálido seco	0.72%	
Valle del Cauca	Palmira	298,671	304,735	314,411	1001	Templado	0.64%	
Quindío	Armenia	292,045	296,683	304,216	1,621	Templado	0.63%	
Cauca	Popayán	270,340	277,540	288,411	1,750	Templado	0.58%	
Sucre	Sincelejo	263,776	275,207	294,650	197	Cálido seco	0.57%	
Santander	Floridablanca	263,041	265,407	267,886	878	Cálido seco	0.56%	
Antioquia	Itagui	258,520	267,851	282,792	1,627	Templado	0.55%	
La Guajira	Riohacha	231,653	259,492	304,925	3	Cálido seco	0.50%	
Antioquia	Envigado	207,290	222,455	249,046	1,726	Templado	0.45%	
Valle del Cauca	Tuluá	204,138	211,588	224,280	1,073	Templado	0.44%	
Risaralda	Dosquebradas	193,024	198,877	208,647	1,448	Templado	0.41%	
Santander	Barrancabermeja	191,718	191,768	191,144	76	Cálido húmedo	0.41%	
Nariño	San Andres de Tumaco	187,084	199,659	221,469	3	Cálido húmedo	0.40%	
Boyacá	Tunja	177,971	188,380	206,827	2804	Frío	0.38%	
Santander	Girón	166,115	180,377	206,084	701	Cálido seco	0.36%	
Caquetá	Florencia	163,354	172,364	187,498	1,558	Templado	0.35%	
Antioquia	Apartadó	162,914	178,257	206,885	32	Cálido húmedo	0.35%	
La Guajira	Uribia	156,496	174,287	205,051	71	Cálido seco	0.34%	
La Guajira	Maicao	148,427	157,054	168,658	52	Cálido seco	0.32%	
Antioquia	Turbo	147,243	159,268	181,377	2	Cálido húmedo	0.32%	
Santander	Piedecuesta	139,178	149,248	167,006	1005	Templado	0.30%	
Valle del Cauca	Cartago	130,076	132,249	135,629	917	Templado	0.28%	
Casanare	Yopal	129,943	139,736	155,873	350	Cálido húmedo	0.28%	
Nariño	Ipiales	129,362	138,679	154,767	2,892	Frío	0.28%	
Cundinamarca	Fusagasugá	126,691	134,523	147,631	1,930	Templado	0.27%	
Cundinamarca	Facatativá	124,779	132,106	144,149	2,586	Frío	0.27%	
Bolívar	Magangué	123,312	123,737	123,986	19	Cálido seco	0.26%	
Huila	Pitalito	118,677	125,839	138,245	1,259	Templado	0.25%	
Cundinamarca	Chía	117,786	126,647	141,917	2562	Frío	0.25%	
Cundinamarca	Zipaquirá	116,215	122,347	132,419	2,608	Frío	0.25%	
Córdoba	Lorica	115,808	118,237	121,793	7	Cálido seco	0.25%	
Valle del Cauca	Guadalajara de Buga	115,772	115,234	114,041	969	Templado	0.25%	
Atlántico	Malambo	115,274	121,281	131,064	10	Cálido húmedo	0.25%	
Chocó	Quibdó	115,052	115,711	116,299	43	Cálido húmedo	0.25%	
Boyacá	Sogamoso	114,676	113,295	110,885	2,579	Frío	0.25%	
Antioquia	Rionegro	114,299	120,249	130,108	2,109	Frío	0.25%	
Valle del Cauca	Jamundí	112,346	119,566	132,572	975	Cálido seco	0.24%	
Boyacá	Duitama	111,367	112,692	114,877	2493	Frío	0.24%	
Valle del Cauca	Yumbo	109,131	117,156	131,645	995	Templado	0.23%	
Antioquia	Caucasia	104,318	112,168	126,161	50	Cálido húmedo	0.22%	
Magdalena	Ciénaga	103,546	104,331	105,820	25	Cálido seco	0.22%	
Cundinamarca	Girardot	103,175	105,085	107,796	275	Cálido seco	0.22%	
Norte de Santander	Ocaña	95,958	98,229	101,820	1202	Templado	0.21%	
Atlántico	Sabanalarga	94,837	98,169	103,307	99	Cálido húmedo	0.20%	
Córdoba	Tierralta	92,948	99,911	112,206	51	Cálido húmedo	0.20%	
La Guajira	Manaure	92,232	103,961	124,619	3	Cálido seco	0.20%	
Cesar	Aguachica	89,935	92,957	97,525	162	Templado	0.19%	
Cauca	Santander de Quilichao	89,267	93,545	100,681	1071	Templado	0.19%	
Córdoba	Cereté	89,245	91,525	94,935	15	Cálido seco	0.19%	
Córdoba	Sahagún	89,204	89,867	90,494	71	Cálido seco	0.19%	
Arauca	Arauca	84,716	88,481	94,377	125	Cálido húmedo	0.18%	
Norte de Santander	Villa del Rosario	82,450	88,462	99,122	440	Cálido seco	0.18%	
Huila	Garzón	82,390	88,213	98,383	828	Frío	0.18%	
Valle del Cauca	Candelaria	78,111	81,700	87,820	975	Templado	0.17%	
Cundinamarca	Mosquera	76,652	82,750	93,461	2516	Frío	0.16%	
Quindío	Calarca	76,415	77,603	79,574	1573	Templado	0.16%	
Tolima	Espinal	76,377	76,227	75,692	323	Cálido seco	0.16%	
Córdoba	Montelíbano(1)(3)	76,010	81,341	90,450	44	Cálido húmedo	0.16%	
Caldas	La Dorada	75,804	76,963	78,949	176	Cálido húmedo	0.16%	
Antioquia	Caldas	75,033	77,847	82,227	1750	Templado	0.16%	
Norte de Santander	Los Patios	73,701	76,531	81,115	410	Cálido seco	0.16%	
Cundinamarca	Madrid	73,086	77,627	85,090	2554	Frío	0.16%	
Bolívar	El Carmen de Bolívar	72,650	75,151	79,606	157	Cálido seco	0.16%	
Risaralda	Santa Rosa de Cabal	71,601	72,230	73,239	1715	Templado	0.15%	

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL			ALTITUD	CLIMA	% con respecto nacional	HOJA DE RUTA
		2012	2015	2020				
Cundinamarca	Funza	71,172	75,350	82,321	2548	Frío	0.15%	
Antioquia	Chigorodó	70,648	76,202	86,239	34	Cálido húmedo	0.15%	
Archipiélago de San Andrés	San Andrés	69,463	71,305	74,466	85	Cálido húmedo	0.15%	
Bolívar	Turbaco	69,228	72,168	77,181	100	Cálido seco	0.15%	
Bolívar	Arjona	68,583	72,514	79,472	63	Cálido húmedo	0.15%	
Antioquia	Copacabana	67,549	70,169	74,406	1454	Templado	0.15%	
Córdoba	Planeta Rica	65,502	67,188	69,708	87	Cálido húmedo	0.14%	
Caquetá	San Vicente del Caguán	64,409	67,994	74,191	280	Templado	0.14%	
Meta	Acacías	64,287	68,888	76,873	498	Templado	0.14%	
Boyacá	Chiquinquirá	62,453	65,274	70,127	2556	Frío	0.13%	
Guaviare	San José del Guaviare	61,383	64,555	70,019	175	Cálido húmedo	0.13%	
Sucre	Corozal	61,126	62,409	64,497	142	Cálido seco	0.13%	
Córdoba	Ciénaga de Oro	60,674	64,226	70,326	13	Cálido seco	0.13%	
Huila	La Plata	59,495	62,728	68,395	1050	Templado	0.13%	
Antioquia	La Estrella	59,400	62,348	67,259	1775	Templado	0.13%	
Caldas	Riosucio	59,340	61,535	65,372	1783	Templado	0.13%	
Magdalena	Zona Bananera	59,332	60,524	62,806	30	Cálido seco	0.13%	
Meta	Granada	58,503	62,209	68,446	410	Templado	0.13%	
Putumayo	Puerto Asís	58,446	60,138	63,953	250	Cálido húmedo	0.13%	
Antioquia	Necoclí	57,728	62,365	70,824	8	Cálido húmedo	0.12%	
Valle del Cauca	Florida	57,485	58,129	59,215	1038	Templado	0.12%	
Magdalena	Fundación	57,195	57,344	57,677	10	Cálido seco	0.12%	
Valle del Cauca	El Cerrito	56,608	57,464	58,829	987	Templado	0.12%	
Norte de Santander	Pamplona	56,153	57,393	59,334	2297	Frío	0.12%	
Atlántico	Baranoa	56,031	57,843	60,620	100	Cálido húmedo	0.12%	
Magdalena	El Banco	55,175	55,530	56,255	25	Cálido seco	0.12%	
Magdalena	Plato	55,037	57,848	62,904	20	Cálido seco	0.12%	
Sucre	San Marcos	55,032	57,071	60,735	25	Cálido seco	0.12%	
Boyacá	Puerto Boyacá	53,935	55,286	57,348	145	Cálido húmedo	0.12%	
Cundinamarca	Cajicá	53,397	56,875	62,713	2558	Frío	0.11%	
Valle del Cauca	Pradera	53,143	55,147	58,724	1070	Templado	0.11%	
Caldas	Villamaría	53,142	56,303	61,880	1920	Templado	0.11%	
Caldas	Chinchiná	52,096	51,492	50,474	1378	Templado	0.11%	
Cesar	Agustín Codazzi	51,909	50,829	48,805	131	Cálido húmedo	0.11%	
Antioquia	Carepa	51,710	55,788	63,141	28	Cálido húmedo	0.11%	
Arauca	Tame	51,252	52,768	55,028	340	Templado	0.11%	
Antioquia	Marinilla	50,955	53,374	57,403	2100	Frío	0.11%	
Antioquia	La Ceja	50,805	52,723	55,843	2200	Frío	0.11%	
Antioquia	Girardota	50,583	54,240	60,617	1425	Templado	0.11%	
Putumayo	Valle del Guamuez	49,934	51,842	54,819	316	Cálido húmedo	0.11%	
Nariño	Samaniego	49,816	49,545	49,085	1500	Templado	0.11%	
Antioquia	Sabaneta	49,727	51,860	55,220	1550	Templado	0.11%	
Putumayo	Orito	49,420	52,580	59,283	310	Cálido húmedo	0.11%	
Sucre	San Onofre	48,961	50,214	52,463	30	Cálido seco	0.11%	
Antioquia	El Bagre	48,568	49,583	51,150	150	Cálido húmedo	0.10%	
Córdoba	Ayapel	48,324	51,164	56,082	20	Cálido húmedo	0.10%	
Antioquia	Barbosa	47,722	50,052	53,946	1300	Templado	0.10%	
Bolívar	María La Baja	47,089	48,079	49,774	14	Cálido seco	0.10%	
Cauca	El Tambo	47,053	47,525	48,226	1750	Templado	0.10%	
Tolima	Chaparral	47,028	47,195	47,442	854	Frío	0.10%	
Córdoba	Chinú	46,739	48,304	50,743	103	Cálido seco	0.10%	
Arauca	Saravena	46,006	47,203	48,968	1100	Templado	0.10%	
Valle del Cauca	Sevilla	45,965	45,143	43,746	1612	Templado	0.10%	
Antioquia	Guarne	45,253	47,797	52,129	2150	Frío	0.10%	
Cauca	Puerto Tejada	45,241	45,678	46,215	968	Cálido seco	0.10%	
Antioquia	Yarumal	45,177	46,865	49,654	2300	Frío	0.10%	
Antioquia	El Carmen de Viboral	44,992	46,751	49,642	2150	Frío	0.10%	
Santander	San Gil	44,937	45,445	46,152	117	Cálido seco	0.10%	
Antioquia	Andes	44,573	45,814	47,747	1360	Templado	0.10%	
Antioquia	Puerto Berrío	44,431	46,883	51,079	125	Cálido húmedo	0.10%	
Cauca	Bolívar	44,350	44,611	44,864	1730	Templado	0.10%	
Valle del Cauca	Zarzal	43,908	45,234	47,534	916	Templado	0.09%	
Cauca	La Vega	43,799	45,563	47,791	2136	Frío	0.09%	
Córdoba	Puerto Libertador	43,287	47,643	55,622	66	Cálido húmedo	0.09%	
Bolívar	Mompós	43,187	44,124	45,706	16	Cálido húmedo	0.09%	
Antioquia	Urrao	42,847	44,648	47,734	1800	Templado	0.09%	
Córdoba	San Pelayo	42,225	43,584	45,816	8	Cálido seco	0.09%	
Santander	Cimitarra	41,375	44,733	50,892	200	Cálido húmedo	0.09%	
Tolima	Líbano	41,012	40,456	39,459	1565	Templado	0.09%	
Nariño	Túquerres	40,881	40,599	40,038	3104	Frío	0.09%	
Quindío	Montenegro	40,871	41,291	41,990	1294	Templado	0.09%	
Cauca	Piendamó	40,558	42,886	46,943	1685	Templado	0.09%	
Amazonas	Leticia	40,342	41,326	42,956	96	Cálido húmedo	0.09%	
Córdoba	Valencia	40,160	42,971	47,869	49	Cálido seco	0.09%	
Arauca	Arauquita	39,984	41,309	43,339	165	Cálido húmedo	0.09%	
Putumayo	Mocoa	39,867	42,074	46,616	550	Cálido húmedo	0.09%	
Córdoba	San Andrés Sotavento (1) (3)	39,530	42,747	48,404	100	Cálido seco	0.08%	
Bolívar	Santa Rosa del Sur	39,346	42,003	47,085	620	Cálido húmedo	0.08%	
Quindío	La Tebaida	39,338	42,163	47,432	1190	Templado	0.08%	
Atlántico	Galapa	39,300	42,720	48,812	83	Cálido húmedo	0.08%	
Antioquia	Tarazá	39,257	42,641	48,926	125	Cálido húmedo	0.08%	
Antioquia	Segovia	38,661	40,174	42,716	650	Cálido húmedo	0.08%	
Cundinamarca	Villa de San Diego de Ubate	38,169	38,809	39,728	2556	Frío	0.08%	
Magdalena	Aracataca	38,162	39,473	41,872	40	Cálido seco	0.08%	

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL			ALTITUD	CLIMA	% con respecto nacional	HOJA DE RUTA
		2012	2015	2020				
Cauca	Miranda	37,592	39,718	43,333	1032	Templado	0.08%	
Sucre	Sampués	37,496	37,925	38,631	160	Cálido seco	0.08%	
Antioquia	Arboletes	37,124	40,147	45,710	50	Cálido húmedo	0.08%	
Norte de Santander	Abrego	36,929	37,997	39,805	1398	Templado	0.08%	
Cauca	Cajibío	36,596	37,522	38,932	1520	Templado	0.08%	
Antioquia	Sonson	36,445	35,405	33,598	2475	Frío	0.08%	
Cundinamarca	Sibaté	36,357	38,412	41,975	2600	Frío	0.08%	
Cundinamarca	Guaduas	36,334	38,366	41,838	992	Cálido húmedo	0.08%	
Córdoba	Pueblo Nuevo	36,287	38,559	42,446	108	Cálido seco	0.08%	
Santander	Lebrija	36,138	38,560	42,895	1055	Templado	0.08%	
Valle del Cauca	Dagua	36,046	36,406	37,005	828	Cálido seco	0.08%	
La Guajira	San Juan del Cesar	35,972	37,327	40,069	250	Cálido seco	0.08%	
Norte de Santander	Tibú	35,909	36,502	37,455	75	Cálido húmedo	0.08%	
Valle del Cauca	La Unión	35,836	37,711	41,020	975	Templado	0.08%	
Nariño	Cumbal	35,540	37,635	41,205	3100	Frío	0.08%	
Nariño	Barbacoas	35,406	37,851	42,193	36	Cálido húmedo	0.08%	
Cesar	Bosconia	35,361	37,248	40,315	117	Cálido seco	0.08%	
Casanare	Aguazul	35,267	38,530	44,395	290	Cálido húmedo	0.08%	
Córdoba	Tuchín (1)	35,219	37,716	42,255	5	Cálido seco	0.08%	
Cauca	Patía	35,216	36,205	37,781	910	Cálido seco	0.08%	
Tolima	Melgar	35,135	36,047	37,523	323	Cálido seco	0.08%	
Antioquia	Cáceres	34,865	37,806	43,239	150	Cálido húmedo	0.07%	
Quindío	Quimbaya	34,687	34,948	35,352	1425	Templado	0.07%	
Magdalena	Pivijay	34,501	33,924	33,047	3	Cálido húmedo	0.07%	
Vichada	Cumaribo	34,307	36,867	41,459	114	Cálido húmedo	0.07%	
Antioquia	Santa Rosa de Osos	34,295	35,650	37,864	2550	Frío	0.07%	
Santander	San Vicente de Chucurí	34,250	34,640	35,232	693	Cálido húmedo	0.07%	
Caldas	Anserma	34,175	33,792	33,146	1790	Templado	0.07%	
Chocó	Alto Baudo	34,117	36,773	41,785	50	Cálido húmedo	0.07%	
Cauca	Paez	33,904	35,059	36,977	1591	Templado	0.07%	
Huila	Campoalegre	33,757	34,306	35,074	525	Cálido seco	0.07%	
Córdoba	San Bernardo del Viento	33,687	34,782	36,512	2	Cálido seco	0.07%	
Valle del Cauca	Guacarí	33,667	34,525	35,947	900	Templado	0.07%	
Risaralda	Quinchía	33,602	33,757	34,075	1825	Templado	0.07%	
Valle del Cauca	Roldanillo	33,343	32,781	31,842	966	Templado	0.07%	
Tolima	Mariquita	33,234	33,309	33,348	495	Cálido húmedo	0.07%	
Tolima	Guamo	33,129	32,373	31,089	321	Cálido húmedo	0.07%	
Bolívar	San Juan Nepomuceno	33,122	33,466	34,110	156	Cálido seco	0.07%	
Nariño	El Charco	33,085	36,856	44,035	2	Cálido húmedo	0.07%	
Caquetá	Puerto Rico	33,067	33,347	33,765	249	Cálido húmedo	0.07%	
Tolima	Ortega	32,809	32,524	32,078	402	Cálido húmedo	0.07%	
Sucre	Majagual	32,731	33,258	34,205	25	Cálido húmedo	0.07%	
Sucre	San Luis de Sincé	32,713	33,688	35,374	137	Cálido seco	0.07%	
Cauca	Timbío	32,628	33,883	35,943	1852	Templado	0.07%	
Cauca	Caldono	32,365	33,122	34,348	1920	Templado	0.07%	
La Guajira	Barrancas	32,254	34,619	38,232	40	Cálido seco	0.07%	
Meta	Puerto López	32,108	33,440	35,499	178	Cálido húmedo	0.07%	
Huila	San Agustín	31,944	32,894	34,431	1695	Templado	0.07%	
Caquetá	Cartagena del Chairá	31,908	33,391	35,993	300	Cálido húmedo	0.07%	
Risaralda	La Virginia	31,808	32,037	32,406	99	Cálido húmedo	0.07%	
Magdalena	Ariguaní	31,806	32,166	32,758	175	Cálido seco	0.07%	
Cauca	Silvia	31,732	32,159	32,769	2521	Frío	0.07%	
Huila	Gigante	31,713	33,324	36,053	808	Cálido seco	0.07%	
Sucre	Santiago de Tolú	31,641	33,296	36,304	3	Cálido seco	0.07%	
La Guajira	Fonseca	31,514	33,254	35,611	60	Cálido seco	0.07%	
Santander	Puerto Wilches	31,503	31,511	31,509	75	Cálido húmedo	0.07%	
Bolívar	San Pablo	31,197	33,291	37,160	75	Cálido húmedo	0.07%	
Huila	Palermo	30,967	32,681	35,583	550	Cálido seco	0.07%	
Huila	Acevedo	30,846	32,911	36,658	1348	Templado	0.07%	
Cesar	Chimichagua	30,830	30,658	30,192	120	Templado	0.07%	
Cauca	Corinto	30,705	31,872	33,846	1052	Templado	0.07%	
Vaupés	Mitú	30,658	31,568	33,079	200	Cálido húmedo	0.07%	
Tolima	Fresno	30,617	30,284	29,663	14	Templado	0.07%	
Antioquia	San Pedro de Uraba	30,536	31,280	32,564	247	Cálido húmedo	0.07%	
Cauca	Buenos Aires	30,493	32,225	35,197	1075	Templado	0.07%	
Magdalena	Sitionuevo	30,446	31,706	33,440	5	Cálido húmedo	0.07%	
Santander	Socorro	30,142	30,577	31,231	1230	Templado	0.06%	
Valle del Cauca	Caicedonia	30,132	29,830	29,333	1100	Templado	0.06%	
Meta	La Macarena	30,117	32,861	37,804	233	Cálido húmedo	0.06%	
Nariño	Olaya Herrera	30,081	31,204	33,132	20	Cálido húmedo	0.06%	
Cundinamarca	La Mesa	29,997	31,350	33,718	1198	Templado	0.06%	
Boyacá	Paipa	29,890	30,740	32,164	2513	Frío	0.06%	
Caldas	Neira	29,829	30,513	31,630	1969	Templado	0.06%	
Tolima	Planadas	29,792	29,935	30,165	1450	Templado	0.06%	
Atlántico	Sabanagrande	29,707	31,678	35,044	9	Cálido húmedo	0.06%	
Córdoba	San Antero	29,682	31,365	34,196	5	Cálido seco	0.06%	
Antioquia	Zaragoza	29,614	30,738	32,628	52	Cálido húmedo	0.06%	
Cauca	Inzá	29,512	30,803	32,988	1754	Templado	0.06%	
Cundinamarca	Tocancipá	29,511	31,975	36,344	2606	Frío	0.06%	
Cauca	Guapi	29,463	29,722	30,042	4	Cálido húmedo	0.06%	
La Guajira	Dibulla	29,446	32,983	39,069	2	Cálido seco	0.06%	
Quindío	Circasia	29,150	29,897	31,185	1772	Templado	0.06%	
Antioquia	Amagá	28,897	29,555	30,561	1392	Templado	0.06%	
Tolima	Purificación	28,885	29,284	29,893	329	Cálido húmedo	0.06%	

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL			ALTITUD	CLIMA	% con respecto nacional	HOJA DE RUTA
		2012	2015	2020				
Tolima	Flandes	28,801	29,106	29,550	285	Cálido seco	0.06%	
Magdalena	Pueblo viejo	28,720	30,462	33,720	2	Cálido seco	0.06%	
Chocó	Riosucio(2)	28,665	28,832	29,103	18	Cálido húmedo	0.06%	
Cauca	Toribío	28,253	29,187	30,651	1737	Templado	0.06%	
Tolima	Coyaima	28,176	28,304	28,481	392	Frío	0.06%	
Santander	Barbosa	27,877	28,635	29,817	1588	Templado	0.06%	
Santander	Rionegro	27,775	27,114	26,025	590	Cálido seco	0.06%	
Risaralda	Belén de Umbría	27,726	27,718	27,730	1510	Templado	0.06%	
Antioquia	Ciudad Bolívar	27,458	27,084	26,434	1230	Templado	0.06%	
Atlántico	Puerto Colombia	27,393	27,103	26,454	5	Cálido húmedo	0.06%	
Antioquia	Remedios	27,172	29,199	32,793	680	Cálido húmedo	0.06%	
Antioquia	El Santuario	26,910	27,120	27,359	2100	Frío	0.06%	
Casanare	Paz de Ariporo	26,799	26,606	26,104	275	Cálido húmedo	0.06%	
Chocó	Medio Atrato	26,696	29,487	34,617	54	Cálido húmedo	0.06%	
Córdoba	Puerto Escondido	26,652	29,141	33,670	30	Cálido seco	0.06%	
Nariño	La Unión	26,639	26,078	25,048	1727	Templado	0.06%	
La Guajira	Villanueva	26,610	27,657	28,944	250	Cálido seco	0.06%	
Cundinamarca	Pacho	26,600	27,179	28,159	1799	Templado	0.06%	
Magdalena	Guamal	26,592	27,253	28,541	25	Cálido seco	0.06%	
Cundinamarca	La Calera	26,449	27,527	29,235	2718	Frío	0.06%	
Caldas	Pensilvania	26,380	26,361	26,349	2050	Frío	0.06%	
Córdoba	Moñitos	26,191	27,433	29,512	5	Cálido seco	0.06%	
Caldas	Supía	26,169	26,728	27,687	1183	Templado	0.06%	
Huila	Isnos	26,101	27,144	28,886	2000	Frío	0.06%	
Cesar	El Copey	26,089	26,473	27,000	180	Cálido húmedo	0.06%	
Córdoba	San Carlos	26,002	27,104	28,957	25	Cálido seco	0.06%	
Cauca	Argelia	25,983	26,715	27,867	1250	Templado	0.06%	
Atlántico	Luruaco	25,862	26,886	28,571	31	Cálido húmedo	0.06%	
Caldas	Samaná	25,750	25,777	25,800	1460	Templado	0.06%	
Nariño	Santacruz	25,679	28,171	32,832	2400	Frío	0.06%	
Nariño	Sandoná	25,588	25,685	25,767	1817	Templado	0.05%	
Tolima	Honda	25,519	24,781	23,590	255	Cálido húmedo	0.05%	
Cauca	Morales	25,406	25,963	26,850	1635	Templado	0.05%	
Cesar	Curumaní	25,348	24,367	22,673	62	Templado	0.05%	
Antioquia	San Pedro	25,211	26,592	28,901	2450	Frío	0.05%	
Cundinamarca	Tabio	25,121	27,033	30,419	2569	Frío	0.05%	
Atlántico	Repelón	25,083	26,099	27,777	9	Cálido húmedo	0.05%	
Cundinamarca	Sopó	25,053	26,769	29,714	2580	Frío	0.05%	
Magdalena	Santa Ana	25,034	25,938	27,615	25	Cálido seco	0.05%	
La Guajira	Albania	25,018	26,606	28,870	75	Cálido seco	0.05%	
Cauca	Balboa	24,967	25,589	26,538	1630	Templado	0.05%	
Putumayo	San Miguel	24,967	26,551	29,665	290	Cálido húmedo	0.05%	
Atlántico	Santo Tomás	24,934	25,326	25,871	8	Cálido húmedo	0.05%	
Atlántico	Palmar de Varela	24,872	25,338	26,007	10	Cálido húmedo	0.05%	
Cundinamarca	Villeta	24,870	25,164	25,741	799	Templado	0.05%	
Tolima	Rioblanco	24,869	24,553	24,039	900	Frío	0.05%	
Bolívar	Mahates	24,838	25,786	27,446	10	Cálido húmedo	0.05%	
Chocó	Istmina	24,824	25,351	26,133	18	Cálido húmedo	0.05%	
Antioquia	Nechí	24,703	26,591	29,957	30	Cálido húmedo	0.05%	
Sucre	San Benito Abad	24,645	25,442	26,904	25	Cálido seco	0.05%	
Arauca	Fortul	24,308	25,379	27,136	300	Cálido húmedo	0.05%	
Huila	Algeciras	24,257	24,492	24,761	1100	Templado	0.05%	
Bolívar	Pinillos	24,179	24,923	26,211	25	Cálido seco	0.05%	
Nariño	Buesaco	24,179	25,063	26,505	1950	Templado	0.05%	
Huila	Aipe	24,169	26,235	29,965	390	Cálido seco	0.05%	
Meta	Vistahermosa	24,154	25,461	27,671	450	Cálido húmedo	0.05%	
Antioquia	Santafé de Antioquia	24,025	24,549	25,395	550	Cálido húmedo	0.05%	
Caldas	Manzanares	23,805	23,274	22,457	1853	Templado	0.05%	
Antioquia	San Juan de Urabá	23,801	25,168	27,659	10	Cálido húmedo	0.05%	
Meta	San Martín	23,694	24,670	26,197	419	Cálido húmedo	0.05%	
Antioquia	Dabeiba	23,643	23,378	22,835	450	Cálido húmedo	0.05%	
Cundinamarca	Chocontá	23,400	25,257	28,639	2655	Frío	0.05%	
Cundinamarca	Cota	23,385	24,916	27,496	2566	Frío	0.05%	
Putumayo	Puerto Guzmán	23,316	23,699	24,551	218	Cálido húmedo	0.05%	
Casanare	Villanueva	23,226	23,859	24,967	350	Cálido húmedo	0.05%	
Cesar	San Alberto	23,224	24,652	27,025	50	Templado	0.05%	
Caquetá	La Montañita	23,140	23,620	24,510	243	Cálido húmedo	0.05%	
Tolima	Natagaima	22,763	22,574	22,255	326	Cálido seco	0.05%	
Antioquia	Yolombó	22,730	23,958	26,069	1450	Templado	0.05%	
Caldas	Aguadas	22,728	22,081	21,043	2170	Frío	0.05%	
Risaralda	Marsella	22,720	23,304	24,333	1575	Templado	0.05%	
Norte de Santander	Sardinata	22,666	22,632	22,570	300	Cálido húmedo	0.05%	
Cesar	La Paz	22,612	22,815	23,065	157	Cálido seco	0.05%	
Antioquia	Santa Bárbara	22,556	22,076	21,238	1806	Templado	0.05%	
Bolívar	Calamar	22,436	23,308	24,877	10	Cálido húmedo	0.05%	
Sucre	Sucre	22,363	22,386	22,514	18	Cálido húmedo	0.05%	
Caquetá	Solano	22,319	23,663	26,031	200	Cálido húmedo	0.05%	
Tolima	Ataco	22,306	22,513	22,891	446	Cálido seco	0.05%	
Cesar	El Paso	22,273	22,832	23,699	36	Cálido seco	0.05%	
Cesar	La Jagua de Ibirico	22,206	22,282	22,440	150	Templado	0.05%	
La Guajira	Hatonuevo	22,203	24,916	29,613	50	Cálido seco	0.05%	
Antioquia	Ituango	22,148	20,996	19,222	1575	Templado	0.05%	
Norte de Santander	El Zulia	22,040	22,843	24,186	220	Cálido seco	0.05%	
Caquetá	El Doncello	21,986	22,137	22,342	373	Cálido húmedo	0.05%	

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL			ALTITUD	CLIMA	% con respecto nacional	HOJA DE RUTA
		2012	2015	2020				
Antioquia	Fredonia	21,936	21,561	20,841	1800	Templado	0.05%	
Bolívar	Achí	21,913	23,051	25,086	25	Cálido húmedo	0.05%	
Cundinamarca	Silvania	21,840	21,984	22,083	1470	Templado	0.05%	
Guaviare	El Retorno	21,803	22,975	24,978	190	Cálido húmedo	0.05%	
Córdoba	Los Córdobas	21,768	23,760	27,466	40	Cálido seco	0.05%	
Antioquia	Amalfi	21,615	22,088	22,860	1550	Templado	0.05%	
Boyacá	Moniquirá	21,567	21,402	21,131	1669	Templado	0.05%	
Bolívar	San Jacinto	21,469	21,536	21,658	237	Cálido seco	0.05%	
Cundinamarca	El Colegio	21,460	21,832	22,335	990	Templado	0.05%	
Valle del Cauca	Bugalagrande	21,312	21,171	20,906	950	Templado	0.05%	
Cauca	Timbiquí	21,285	21,617	22,166	4	Cálido húmedo	0.05%	
Nariño	Albán	21,270	22,131	23,541	1935	Templado	0.05%	
Sucre	Ovejas	21,258	21,091	20,806	265	Cálido seco	0.05%	
Atlántico	Ponedera	21,253	22,247	23,913	10	Cálido húmedo	0.05%	
Bolívar	Santa Rosa	21,142	22,592	25,237	20	Frío	0.05%	
Cundinamarca	Cogua	21,098	22,361	24,522	2631	Frío	0.05%	
Cauca	Almaguer	21,077	21,243	21,391	2313	Frío	0.05%	
Putumayo	Villagarzón	20,952	21,134	21,626	400	Cálido húmedo	0.04%	
Tolima	Rovira	20,934	20,641	20,164	900	Templado	0.04%	
Antioquia	Concordia	20,922	20,653	20,158	2000	Frío	0.04%	
Bolívar	Tiquisio	20,874	22,041	24,343	24	Cálido húmedo	0.04%	
Antioquia	Don Matías	20,828	22,243	24,695	2156	Frío	0.04%	
Córdoba	Buenavista	20,809	21,628	22,953	75	Cálido húmedo	0.04%	
Nariño	Roberto Payán	20,725	22,613	26,163	24	Cálido húmedo	0.04%	
Cesar	Pueblo Bello	20,677	22,275	25,158	1200	Templado	0.04%	
Antioquia	Valdivia	20,564	22,179	25,148	1102	Templado	0.04%	
Valle del Cauca	Ginebra	20,479	21,047	22,012	1100	Templado	0.04%	
Cesar	Chiriguaná	20,439	19,650	18,308	50	Cálido seco	0.04%	
Nariño	Magüi	20,435	22,437	26,146	1500	Templado	0.04%	
Bolívar	Morales	20,278	21,182	22,813	25	Cálido seco	0.04%	
Magdalena	El Retén	20,269	20,981	22,324	40	Cálido húmedo	0.04%	
Huila	Timaná	20,217	20,319	20,507	1100	Templado	0.04%	
Norte de Santander	Teorama	20,216	21,524	23,864	1158	Templado	0.04%	
Casanare	Tauramena	20,215	22,076	25,450	450	Cálido húmedo	0.04%	
Córdoba	Canalete	20,131	21,548	23,992	50	Cálido seco	0.04%	
Valle del Cauca	Alcalá	20,110	21,364	23,677	1290	Templado	0.04%	
Huila	Guadalupe	20,106	21,274	23,285	929	Cálido seco	0.04%	
Cauca	López	19,961	20,316	21,019	100	Cálido húmedo	0.04%	
Valle del Cauca	Ansermanuevo	19,876	19,563	19,056	1035	Templado	0.04%	
Bolívar	Montecristo	19,795	21,229	23,853	45	Cálido húmedo	0.04%	
Tolima	Cajamarca	19,699	19,656	19,580	1814	Templado	0.04%	
Cauca	Guachené (1)	19,696	19,815	19,934	873	Cálido seco	0.04%	
Antioquia	Abejorral	19,570	19,290	18,779	2125	Frío	0.04%	
Santander	El Carmen de Chucurí	19,501	20,099	21,050	500	Cálido seco	0.04%	
Cundinamarca	Tenjo	19,496	19,849	20,371	2587	Frío	0.04%	
Bolívar	Simití	19,487	20,271	22,012	50	Cálido húmedo	0.04%	
Nariño	Taminango	19,468	20,537	22,338	1500	Templado	0.04%	
Nariño	San Lorenzo	19,409	19,849	20,535	2150	Frío	0.04%	
Caquetá	El Paujil	19,365	20,224	21,772	346	Cálido húmedo	0.04%	
Tolima	Venadillo	19,359	19,586	19,872	348	Cálido seco	0.04%	
Meta	Puerto Concordia	19,317	20,897	23,708	200	Cálido húmedo	0.04%	
Antioquia	Mutatá	19,284	20,612	22,992	238	Cálido húmedo	0.04%	
Sucre	Los Palmitos	19,282	19,257	19,194	175	Cálido seco	0.04%	
Guainía	Inírida	19,282	19,816	20,646	98	Cálido húmedo	0.04%	
Santander	Vélez	19,255	19,057	18,746	2140	Frío	0.04%	
Cauca	Totoró	19,247	20,123	21,565	2570	Frío	0.04%	
Sucre	Galeras	19,243	20,188	21,905	80	Cálido seco	0.04%	
Boyacá	Samacá	19,239	19,907	21,002	2604	Frío	0.04%	
Tolima	San Luis	19,196	19,164	19,105	506	Cálido seco	0.04%	
Nariño	Pupiales	19,122	19,388	19,735	3014	Frío	0.04%	
Santander	Sabana de Torres	19,077	18,652	17,772	110	Cálido seco	0.04%	
Bolívar	Villanueva	19,010	19,691	20,847	100	Cálido húmedo	0.04%	
Cesar	Astrea	18,982	19,195	19,425	85	Cálido húmedo	0.04%	
Sucre	Tolú Viejo	18,908	18,897	18,892	60	Cálido seco	0.04%	
Antioquia	Puerto Triunfo	18,872	20,062	22,161	150	Cálido húmedo	0.04%	
Cauca	Suárez	18,809	18,656	18,310	290	Templado	0.04%	
Antioquia	La Unión	18,793	19,119	19,588	2443	Frío	0.04%	
Cundinamarca	Villapinzón	18,764	19,742	21,380	2715	Frío	0.04%	
Chocó	Tadó	18,670	18,906	19,233	90	Cálido húmedo	0.04%	
Magdalena	Nueva Granada	18,572	19,783	22,121	20	Cálido seco	0.04%	
Risaralda	Apía	18,540	18,982	19,727	899	Cálido húmedo	0.04%	
Antioquia	Retiro	18,502	19,108	20,080	2179	Frío	0.04%	
Santander	Málaga	18,486	18,382	18,189	220	Templado	0.04%	
Nariño	Los Andes	18,403	19,414	21,238	1588	Templado	0.04%	
Meta	Puerto Rico	18,309	18,626	19,016	210	Cálido húmedo	0.04%	
Valle del Cauca	Trujillo	18,289	18,103	17,796	1260	Templado	0.04%	
Cesar	San Martín	18,213	18,548	19,015	112	Templado	0.04%	
Meta	Puerto Gaitán	18,207	18,556	19,113	149	Cálido húmedo	0.04%	
Huila	Rivera	18,177	18,796	19,743	729	Cálido seco	0.04%	
Tolima	Lérida	18,156	17,584	16,624	366	Cálido seco	0.04%	
Antioquia	Puerto Nare	18,103	18,654	19,545	140	Cálido húmedo	0.04%	
Nariño	La Cruz	18,100	18,220	18,313	2500	Frío	0.04%	
Cundinamarca	Tocaima	18,050	18,387	18,885	400	Cálido seco	0.04%	
Cauca	Mercaderes	17,937	18,061	18,297	1167	Templado	0.04%	

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL			ALTITUD	CLIMA	% con respecto nacional	HOJA DE RUTA
		2012	2015	2020				
Valle del Cauca	Andalucía	17,889	17,815	17,697	995	Templado	0.04%	
Antioquia	San Vicente	17,877	17,197	16,047	2197	Frío	0.04%	
Caldas	Palestina	17,865	17,760	17,571	1630	Templado	0.04%	
Tolima	Anzoátegui	17,815	18,434	19,492	1270	Templado	0.04%	
Antioquia	Salgar	17,804	17,608	17,249	1270	Templado	0.04%	
Cundinamarca	Puerto Salgar	17,729	18,688	20,318	177	Cálido húmedo	0.04%	
Nariño	San Pablo	17,712	17,492	16,994	1750	Templado	0.04%	
Bolívar	Arenal	17,704	18,876	21,082	39	Cálido húmedo	0.04%	
Caldas	Salamina	17,638	16,635	15,090	1775	Templado	0.04%	
Nariño	San Bernardo	17,624	19,201	22,074	2100	Frío	0.04%	
Meta	Cumaral	17,623	18,020	18,619	452	Cálido húmedo	0.04%	
Antioquia	Frontino	17,587	16,615	15,099	1317	Templado	0.04%	
Cauca	Caloto(1)(3)	17,536	17,642	17,748	1085	Templado	0.04%	
Cesar	Pelaya	17,532	17,910	18,421	68	Cálido húmedo	0.04%	
Antioquia	Yondó	17,503	18,613	20,524	30	Cálido húmedo	0.04%	
Nariño	Ricaurte	17,475	18,666	20,784	1181	Templado	0.04%	
Huila	Suaza	17,474	18,968	21,680	1000	Templado	0.04%	
Magdalena	San Sebastián de Buenavista	17,407	17,483	17,630	25	Cálido seco	0.04%	
Valle del Cauca	San Pedro	17,397	18,133	19,392	980	Templado	0.04%	
Antioquia	Betulia	17,317	17,542	17,815	1615	Templado	0.04%	
Norte de Santander	Toledo	17,279	17,283	17,290	1642	Templado	0.04%	
Bolívar	Río Viejo (1)(3)	17,242	18,076	19,605	50	Cálido húmedo	0.04%	
Antioquia	San Roque	17,214	16,789	16,076	1741	Templado	0.04%	
Huila	Tarqui	17,115	17,604	18,439	826	Cálido seco	0.04%	
Chocó	Bajo Baudó	17,086	17,402	17,948	10	Cálido húmedo	0.04%	
Cundinamarca	Nilo	17,042	18,384	20,872	336	Templado	0.04%	
Atlántico	Campo de La Cruz	16,911	16,040	14,667	7	Cálido húmedo	0.04%	
Bolívar	Barranco de Loba	16,873	17,768	19,450	25	Cálido seco	0.04%	
Boyacá	Garagoa	16,855	16,944	17,118	1675	Templado	0.04%	
Cesar	Pailitas	16,834	17,166	17,622	77	Templado	0.04%	
Cundinamarca	Caqueza	16,827	17,048	17,492	1746	Templado	0.04%	
Magdalena	El Piñon	16,795	16,752	16,709	7	Cálido seco	0.04%	
Antioquia	Cañasgordas	16,793	16,763	16,700	1300	Templado	0.04%	
Cundinamarca	Yacopí	16,789	16,951	17,204	1416	Templado	0.04%	
Sucre	Guaranda	16,786	17,422	18,608	100	Cálido seco	0.04%	
Antioquia	Nariño	16,730	17,291	18,313	1900	Templado	0.04%	
Cundinamarca	Caparrapí	16,636	16,691	16,746	1271	Templado	0.04%	
Cauca	Jambaló	16,574	17,590	19,374	2282	Frío	0.04%	
La Guajira	Urumita	16,561	17,910	20,035	280	Cálido seco	0.04%	
Cauca	Sotara	16,548	16,968	17,674	2450	Frío	0.04%	
Antioquia	Anorí	16,447	17,086	18,166	1535	Templado	0.04%	
Cundinamarca	Suesca	16,334	17,318	19,113	2584	Frío	0.04%	
Magdalena	Sabanas de San Angel	16,252	16,865	18,116	75	Cálido seco	0.03%	
Valle del Cauca	Toro	16,218	16,392	16,749	950	Templado	0.03%	
Bolívar	San Martín de Loba	16,203	17,295	19,296	30	Cálido húmedo	0.03%	
Sucre	San Pedro	16,167	16,038	15,832	120	Cálido seco	0.03%	
Atlántico	Juan de Acosta	16,130	16,806	17,921	50	Cálido húmedo	0.03%	
Cundinamarca	El Rosal	16,122	17,254	19,253	2586	Frío	0.03%	
Magdalena	Chivolo	16,105	15,960	15,714	128	Cálido húmedo	0.03%	
Valle del Cauca	Restrepo	16,103	16,232	16,458	1400	Templado	0.03%	
Valle del Cauca	Yotoco	16,053	16,267	16,644	972	Templado	0.03%	
Nariño	Guachucal	16,029	15,652	14,979	3087	Frío	0.03%	
Antioquia	Peñol	16,020	15,889	15,629	1900	Templado	0.03%	
Boyacá	Nobsa	16,002	16,271	16,709	2500	Frío	0.03%	
Cesar	Gamarra	15,991	16,644	17,680	50	Cálido húmedo	0.03%	
Meta	Mapiripán	15,978	17,229	19,435	200	Cálido húmedo	0.03%	
Antioquia	San Carlos	15,976	16,064	16,173	1010	Templado	0.03%	
Bolívar	San Estanislao	15,936	16,257	16,761	160	Cálido seco	0.03%	
Nariño	Policarpa	15,889	16,834	18,408	1000	Templado	0.03%	
Norte de Santander	Chinácota	15,858	16,348	17,173	1175	Templado	0.03%	
Risaralda	Mistrató	15,815	16,185	16,907	1518	Templado	0.03%	
Boyacá	Aquitania	15,733	15,241	14,256	3042	Frío	0.03%	
Valle del Cauca	Calima	15,682	15,763	15,895	1485	Templado	0.03%	
Risaralda	Santuario	15,610	15,721	15,906	1560	Templado	0.03%	
Cauca	Villa Rica	15,604	16,189	17,134	1100	Templado	0.03%	
Putumayo	Leguízamo	15,562	15,445	15,367	200	Cálido húmedo	0.03%	
Risaralda	Guática	15,446	15,310	15,091	182	Cálido húmedo	0.03%	
Valle del Cauca	Riofrío	15,439	14,725	13,569	969	Templado	0.03%	
Córdoba	Cotorra	15,350	15,447	15,553	50	Cálido seco	0.03%	
Santander	Landázuri	15,322	15,374	15,475	1100	Templado	0.03%	
Chocó	Medio San Juan	15,238	16,317	18,268	22	Cálido húmedo	0.03%	
Antioquia	Támesis	15,218	14,732	13,890	1368	Templado	0.03%	
Cauca	Puracé	15,213	15,261	15,265	2850	Frío	0.03%	
Magdalena	Pijiño del Carmen	15,187	15,759	16,880	25	Cálido seco	0.03%	
Cundinamarca	Subachoque	15,174	16,117	17,712	2663	Frío	0.03%	
Boyacá	Ventaquemada	15,163	15,442	15,937	2642	Frío	0.03%	
Atlántico	Manatí	15,141	15,723	16,659	10	Cálido húmedo	0.03%	
Boyacá	Villa de Leyva	15,027	16,478	19,171	2146	Frío	0.03%	
Antioquia	Cocorná	15,013	14,972	14,891	1286	Templado	0.03%	
Vichada	Puerto Carreño	15,012	15,753	17,031	51	Cálido húmedo	0.03%	
Meta	Uribe	15,012	16,155	18,129	653	Cálido húmedo	0.03%	
Chocó	Unguía	14,973	15,126	15,367	22	Cálido húmedo	0.03%	
Caldas	Marquetalia	14,956	14,992	15,011	1600	Templado	0.03%	
Córdoba	Purísima	14,947	15,073	15,201	20	Cálido seco	0.03%	

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL			ALTITUD	CLIMA	% con respecto nacional	HOJA DE RUTA
		2012	2015	2020				
Nariño	Santa Bárbara	14,937	14,752	14,408	10	Frío	0.03%	
Atlántico	Polonuevo	14,889	15,283	15,877	80	Cálido húmedo	0.03%	
Nariño	Mosquera	14,874	16,270	18,840	20	Cálido húmedo	0.03%	
Valle del Cauca	Obando	14,768	14,978	15,409	932	Templado	0.03%	
La Guajira	Distracción	14,695	15,790	17,404	65	Cálido seco	0.03%	
Norte de Santander	El Carmen	14,675	14,005	12,933	761	Templado	0.03%	
Tolima	San Antonio	14,662	14,400	13,974	1448	Templado	0.03%	
Tolima	Saldaña	14,650	14,447	14,111	310	Templado	0.03%	
Caquetá	San José del Fragua	14,611	14,921	15,408	540	Cálido húmedo	0.03%	
Córdoba	Chimá	14,601	15,018	15,679	7	Cálido seco	0.03%	
Córdoba	Momil	14,540	14,864	15,357	17	Cálido seco	0.03%	
Putumayo	Puerto Caicedo	14,441	14,575	14,842	290	Cálido húmedo	0.03%	
Bolívar	Turbaná	14,435	14,883	15,663	120	Cálido seco	0.03%	
Córdoba	La Apartada	14,403	15,204	16,576	50	Cálido húmedo	0.03%	
Norte de Santander	Convención	14,393	13,569	12,239	1020	Templado	0.03%	
Antioquia	Sopetrán	14,327	14,696	15,279	725	Cálido húmedo	0.03%	
Chocó	El Litoral del San Juan	14,268	15,251	17,265	25	Cálido húmedo	0.03%	
Casanare	Monterrey	14,239	14,831	15,763	500	Cálido húmedo	0.03%	
Chocó	Condoto	14,173	14,660	15,502	16	Cálido húmedo	0.03%	
Cesar	Río de Oro	14,169	14,041	13,792	1150	Templado	0.03%	
Boyacá	Cómbita	14,098	14,632	15,533	2825	Frío	0.03%	
Antioquia	Titiribí	14,092	14,393	14,881	1550	Templado	0.03%	
Cundinamarca	Guasca	14,044	14,759	15,967	2710	Frío	0.03%	
Valle del Cauca	Bolívar	14,001	13,480	12,636	978	Templado	0.03%	
Nariño	Cumbitara	13,982	15,239	17,550	1600	Templado	0.03%	
Antioquia	Jardín	13,971	13,748	13,345	1805	Templado	0.03%	
Huila	Tello	13,970	14,195	14,629	575	Cálido seco	0.03%	
Cundinamarca	La Vega	13,953	14,230	14,643	1230	Templado	0.03%	
Cesar	Tamalameque	13,950	13,862	13,651	50	Cálido húmedo	0.03%	
Sucre	Morroa	13,926	14,429	15,282	160	Cálido seco	0.03%	
Nariño	Córdoba	13,889	14,006	14,131	2867	Frío	0.03%	
Putumayo	Sibundoy	13,876	14,136	14,570	2600	Frío	0.03%	
Vichada	La Primavera	13,791	15,342	18,248	100	Cálido húmedo	0.03%	
Nariño	Francisco Pizarro	13,723	15,039	17,455	65	Cálido húmedo	0.03%	
Casanare	Trinidad	13,707	14,749	16,595	187	Cálido húmedo	0.03%	
Boyacá	Tibasosa	13,662	14,063	14,745	2500	Frío	0.03%	
Cesar	Becerril	13,620	13,453	13,116	150	Templado	0.03%	
Cauca	San Sebastián	13,559	13,924	14,555	2800	Frío	0.03%	
Cesar	Manaure	13,522	14,514	16,266	780	Templado	0.03%	
Cesar	San Diego	13,521	13,376	13,083	180	Cálido seco	0.03%	
Valle del Cauca	La Victoria	13,518	13,253	12,813	915	Templado	0.03%	
Nariño	Chachagüí	13,504	13,784	14,202	1950	Templado	0.03%	
Bolívar	San Fernando	13,466	13,753	14,221	25	Cálido seco	0.03%	
Guaviare	Miraflores	13,466	14,439	16,166	160	Cálido húmedo	0.03%	
Cesar	La Gloria	13,448	12,938	12,049	50	Cálido húmedo	0.03%	
Huila	Pital	13,420	13,685	14,097	918	Cálido seco	0.03%	
Boyacá	Santa Rosa de Viterbo	13,392	13,403	13,400	2748	Frío	0.03%	
Cundinamarca	Viotá	13,370	13,351	13,304	567	Templado	0.03%	
Chocó	El Carmen de Atrato	13,352	14,049	15,264	17	Cálido húmedo	0.03%	
Antioquia	Venecia	13,314	13,253	13,132	1335	Templado	0.03%	
Cundinamarca	Gachancipá	13,312	14,442	16,457	2568	Frío	0.03%	
Boyacá	Ráquira	13,285	13,588	14,178	2150	Frío	0.03%	
Quindío	Filandia	13,255	13,412	13,669	1923	Templado	0.03%	
Huila	La Argentina	13,254	14,021	15,327	1930	Templado	0.03%	
Nariño	Leiva	13,252	13,849	14,878	2000	Frío	0.03%	
Norte de Santander	San Calixto	13,187	13,514	14,146	1650	Templado	0.03%	
Antioquia	San Rafael	13,127	12,980	12,704	1000	Templado	0.03%	
Nariño	El Tablón de Gómez	13,122	12,757	12,111	1650	Templado	0.03%	
Cauca	Rosas	13,058	13,302	13,669	1714	Templado	0.03%	
Santander	Puente Nacional	13,054	12,476	11,539	1625	Templado	0.03%	
Chocó	Medio Baudó	12,992	13,560	14,551	5	Cálido húmedo	0.03%	
Sucre	Palmito	12,928	13,682	15,081	40	Cálido seco	0.03%	
Bolívar	Altos del Rosario	12,909	13,669	15,034	21	Cálido húmedo	0.03%	
Cundinamarca	San Antonio del Tequendama	12,883	13,084	13,397	1503	Templado	0.03%	
Caldas	Pácora	12,843	11,952	10,608	1819	Templado	0.03%	
Cundinamarca	Nemocón	12,832	13,488	14,575	2585	Frío	0.03%	
Sucre	Coveñas	12,832	13,530	14,825	4	Cálido seco	0.03%	
Risaralda	Pueblo Rico	12,825	13,293	14,195	1560	Templado	0.03%	
Nariño	El Tambo	12,817	12,271	11,344	2250	Frío	0.03%	
Santander	Bolívar	12,814	12,351	11,650	2130	Frío	0.03%	
Nariño	Providencia	12,796	13,256	13,998	2300	Frío	0.03%	
Bolívar	Santa Catalina	12,790	13,169	13,795	34	Cálido húmedo	0.03%	
Cundinamarca	Anapoima	12,731	13,312	14,331	700	Templado	0.03%	
Huila	Oporapa	12,650	13,523	15,173	1250	Templado	0.03%	
Meta	Fuente de Oro	12,604	13,263	14,361	359	Cálido húmedo	0.03%	
Caldas	Viterbo	12,603	12,469	12,385	998	Cálido húmedo	0.03%	
Cundinamarca	Anolaima	12,599	12,311	11,788	1657	Templado	0.03%	
Bolívar	San Jacinto del Cauca	12,584	13,426	14,989	237	Cálido húmedo	0.03%	
Cundinamarca	Sesquilé	12,576	13,936	16,484	2595	Frío	0.03%	
Bolívar	Córdoba	12,573	12,435	12,207	20	Cálido seco	0.03%	
Boyacá	Saboyá	12,564	12,372	12,062	2625	Frío	0.03%	
Antioquia	Ebéjico	12,516	12,515	12,452	1125	Templado	0.03%	
Sucre	San Juan de Betulia	12,499	12,544	12,607	135	Cálido seco	0.03%	
Nariño	Guaitarilla	12,498	12,011	11,156	2650	Frío	0.03%	

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL			ALTITUD	CLIMA	% con respecto nacional	HOJA DE RUTA
		2012	2015	2020				
Nariño	Potosí	12,425	12,137	11,591	2750	Frío	0.03%	
Cundinamarca	Simijaca	12,417	13,077	14,195	2559	Frío	0.03%	
Atlántico	Candelaria	12,373	12,474	12,588	8	Cálido húmedo	0.03%	
Antioquia	San Jerónimo	12,369	12,635	13,057	750	Cálido húmedo	0.03%	
Antioquia	Gómez Plata	12,353	12,810	13,567	1828	Templado	0.03%	
Antioquia	Jericó	12,324	12,103	11,679	1967	Templado	0.03%	
Magdalena	Algarrobo	12,312	12,576	13,043	100	Cálido seco	0.03%	
Magdalena	Tenerife	12,300	12,243	12,204	20	Cálido seco	0.03%	
Tolima	Armero	12,289	11,960	11,377	310	Cálido húmedo	0.03%	
Bolívar	Clemencia	12,250	12,540	13,056	64	Cálido húmedo	0.03%	
Cundinamarca	Fomeque	12,179	12,214	12,224	1895	Templado	0.03%	
Santander	El Playón	12,177	11,776	11,115	232	Frío	0.03%	
Cundinamarca	Arbeláez	12,155	12,292	12,479	1417	Templado	0.03%	
Magdalena	Santa Bárbara de Pinto	12,126	12,610	13,481	22	Cálido seco	0.03%	
Huila	Iquira	12,082	12,736	13,823	1123	Templado	0.03%	
Huila	Colombia	12,042	12,415	13,020	850	Cálido seco	0.03%	
Cundinamarca	Pasca	11,870	12,175	12,669	2180	Frío	0.03%	
Atlántico	Santa Lucía	11,867	11,584	11,124	8	Cálido húmedo	0.03%	
Caldas	Aranzazu	11,842	11,422	10,768	1960	Templado	0.03%	
Santander	Los Santos	11,828	12,185	12,772	1310	Templado	0.03%	
Bolívar	Hatillo de Loba	11,788	11,971	12,337	28	Cálido húmedo	0.03%	
Santander	Curití	11,771	11,899	12,104	1419	Templado	0.03%	
Sucre	Caimito	11,745	12,077	12,656	25	Cálido seco	0.03%	
Antioquia	Angostura	11,695	11,354	10,832	1637	Templado	0.03%	
Norte de Santander	La Esperanza	11,674	12,012	12,609	1566	Templado	0.03%	
Caquetá	Milán	11,660	11,745	11,885	210	Cálido húmedo	0.03%	
Caldas	Filadelfia	11,537	11,034	10,234	1620	Templado	0.02%	
Caquetá	Curillo	11,517	11,683	11,920	225	Cálido húmedo	0.02%	
Casanare	Hato Corozal	11,511	12,147	13,225	250	Cálido húmedo	0.02%	
Santander	Oiba	11,488	11,738	12,148	1420	Templado	0.02%	
Caquetá	Valparaíso	11,473	11,629	11,860	350	Cálido húmedo	0.02%	
Cundinamarca	Susa	11,466	12,302	13,804	2655	Frío	0.02%	
Cundinamarca	Guachetá	11,424	11,385	11,323	2750	Frío	0.02%	
Bolívar	Zambrano	11,383	11,611	11,989	20	Cálido seco	0.02%	
Caquetá	Belén de Los Andaquíes	11,381	11,541	11,836	312	Cálido húmedo	0.02%	
Valle del Cauca	La Cumbre	11,379	11,514	11,784	1591	Templado	0.02%	
Cundinamarca	Agua de Dios	11,258	10,995	10,534	400	Cálido seco	0.02%	
Bolívar	Talaigua Nuevo	11,250	11,350	11,501	3	Cálido seco	0.02%	
Tolima	Icononzo	11,224	10,982	10,500	1034	Templado	0.02%	
Huila	Palestina	11,162	11,565	12,195	1200	Templado	0.02%	
Caldas	Belalcázar	11,161	10,863	10,350	1632	Templado	0.02%	
Casanare	Maní	11,151	11,139	11,110	200	Cálido húmedo	0.02%	
Nariño	La Tola	11,130	12,584	15,436	20	Cálido húmedo	0.02%	
Huila	Saladoblanco	11,108	11,464	12,045	1316	Templado	0.02%	
Meta	Mesetas	11,096	11,287	11,589	827	Cálido húmedo	0.02%	
Bolívar	Cicuco	11,085	11,118	11,144	20	Cálido seco	0.02%	
Cundinamarca	Ubalá	11,066	10,718	10,071	1949	Templado	0.02%	
Huila	Santa María	11,030	11,348	11,846	2000	Cálido seco	0.02%	
Atlántico	Tubará	11,003	11,020	10,999	203	Cálido húmedo	0.02%	
Antioquia	San Luis	10,964	10,939	10,908	1050	Templado	0.02%	
Valle del Cauca	El Águila	10,945	11,079	11,310	1800	Templado	0.02%	
Chocó	Lloró	10,934	11,197	11,637	69	Cálido húmedo	0.02%	
Santander	Mogotes	10,900	10,880	10,852	1700	Templado	0.02%	
Sucre	La Unión	10,896	11,170	11,669	65	Cálido seco	0.02%	
Cundinamarca	Choachí	10,891	10,729	10,416	1927	Templado	0.02%	
Norte de Santander	El Tarra	10,881	10,957	11,075	160	Templado	0.02%	
Cundinamarca	Gachetá	10,875	11,086	11,454	1745	Templado	0.02%	
Tolima	Villahermosa	10,872	10,696	10,409	2200	Frío	0.02%	
Norte de Santander	Cachirá	10,856	10,970	11,170	2025	Frío	0.02%	
Santander	Charalá	10,794	10,540	10,128	1291	Templado	0.02%	
Antioquia	Santo Domingo	10,759	10,416	9,808	1950	Templado	0.02%	
Cundinamarca	Bojacá	10,708	11,555	13,061	2598	Frío	0.02%	
Cauca	La Sierra	10,707	10,643	10,511	1833	Templado	0.02%	
Boyacá	Pauna	10,695	10,778	10,825	1121	Templado	0.02%	
Nariño	Yacuanquer	10,678	10,968	11,413	2700	Frío	0.02%	
Boyacá	San Pablo de Borbur	10,663	10,524	10,285	678	Cálido húmedo	0.02%	
Valle del Cauca	Vijes	10,621	11,018	11,685	987	Templado	0.02%	
Boyacá	Otanche	10,617	10,660	10,701	1040	Templado	0.02%	
Nariño	El Rosario	10,575	10,201	9,536	1600	Templado	0.02%	
Nariño	Linares	10,572	10,042	9,183	1500	Templado	0.02%	
Cundinamarca	San Bernardo	10,564	10,670	10,834	1600	Templado	0.02%	
Cundinamarca	Sasaima	10,543	10,688	10,912	1191	Templado	0.02%	
Antioquia	Peque	10,536	10,925	11,591	1200	Templado	0.02%	
Córdoba	San José de Uré(1)	10,514	10,993	11,934	84	Cálido húmedo	0.02%	
Meta	Restrepo	10,511	10,599	10,715	570	Cálido húmedo	0.02%	
Santander	Suaita	10,477	10,277	9,943	1610	Templado	0.02%	
Norte de Santander	Hacarí	10,473	10,657	11,006	1050	Templado	0.02%	
Cundinamarca	La Palma	10,472	10,727	11,198	1462	Templado	0.02%	
Norte de Santander	Chitagá	10,317	10,373	10,463	2350	Frío	0.02%	
Boyacá	Toca	10,300	10,157	9,902	2700	Frío	0.02%	
Boyacá	Umbita	10,298	10,314	10,356	2500	Frío	0.02%	
Boyacá	Ramiriquí	10,255	10,015	9,598	2313	Frío	0.02%	
Sucre	El Roble	10,200	10,550	11,176	135	Cálido seco	0.02%	
Cauca	Santa Rosa	10,182	10,480	10,951	1697	Templado	0.02%	

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL			ALTITUD	CLIMA	% con respecto nacional	HOJA DE RUTA
		2012	2015	2020				
Meta	Puerto Lleras	10,136	9,817	9,264	250	Cálido húmedo	0.02%	
Cundinamarca	Lenguazaque	10,118	10,268	10,458	2589	Frío	0.02%	
Putumayo	Santiago	10,072	10,428	11,003	2650	Frío	0.02%	
Chocó	Bojaya	10,047	10,099	10,135	12	Cálido húmedo	0.02%	
Cundinamarca	Medina	10,024	10,108	10,225	576	Templado	0.02%	
Nariño	Colón	10,005	10,127	10,296	1750	Templado	0.02%	
Nariño	Tangua	10,003	9,629	8,999	2400	Frío	0.02%	
Tolima	Cunday	9,987	9,719	9,278	475	Templado	0.02%	
Antioquia	Vegachí	9,966	9,448	8,613	874	Cálido húmedo	0.02%	
Nariño	La Florida	9,953	9,555	9,203	2180	Frío	0.02%	
Bolívar	Regidor	9,937	10,489	11,521	38	Templado	0.02%	
Boyacá	Chita	9,917	9,542	8,946	2949	Frío	0.02%	
Chocó	Cértegui	9,915	10,068	10,274	15	Cálido húmedo	0.02%	
Caldas	Risaralda	9,914	9,583	9,047	1743	Templado	0.02%	
Cundinamarca	Cachipay	9,892	9,833	9,714	1600	Templado	0.02%	
Chocó	Acandí	9,842	9,584	9,160	5	Cálido húmedo	0.02%	
Antioquia	Granada	9,838	9,859	9,890	2050	Frío	0.02%	
Boyacá	Guateque	9,794	9,603	9,294	1810	Templado	0.02%	
Valle del Cauca	El Cairo	9,777	9,984	10,336	1850	Templado	0.02%	
Norte de Santander	Puerto Santander	9,767	10,249	11,092	100	Cálido húmedo	0.02%	
Boyacá	Miraflores	9,744	9,777	9,812	1523	Templado	0.02%	
Guaviare	Calamar	9,734	9,091	8,051	220	Cálido húmedo	0.02%	
Cundinamarca	San Juan de Río Seco	9,687	9,670	9,680	1303	Templado	0.02%	
Nariño	Consaca	9,674	9,386	8,887	1640	Templado	0.02%	
Bolívar	Margarita	9,656	9,876	10,341	25	Cálido húmedo	0.02%	
Antioquia	Betania	9,586	9,286	8,758	1550	Templado	0.02%	
Magdalena	Concordia	9,575	9,388	9,208	12	Cálido húmedo	0.02%	
Bolívar	Arroyohondo	9,534	9,907	10,573	29	Cálido húmedo	0.02%	
Tolima	Coello	9,520	9,740	10,120	339	Cálido seco	0.02%	
Antioquia	Liborina	9,507	9,535	9,601	820	Cálido húmedo	0.02%	
Antioquia	Entrerríos	9,501	9,950	10,696	2300	Frío	0.02%	
Huila	Baraya	9,497	9,613	9,777	730	Cálido seco	0.02%	
Boyacá	Tuta	9,481	9,673	9,992	2600	Frío	0.02%	
Meta	Lejanías	9,478	9,403	9,229	840	Cálido húmedo	0.02%	
Boyacá	Muzo	9,419	9,040	8,429	843	Cálido húmedo	0.02%	
Sucre	Buenavista	9,375	9,552	9,884	87	Cálido seco	0.02%	
Boyacá	Tibaná	9,356	9,186	8,926	2085	Frío	0.02%	
Tolima	Palocabildo	9,312	9,197	9,008	1387	Templado	0.02%	
Antioquia	Campamento	9,270	9,091	8,778	1700	Templado	0.02%	
Chocó	Bahía Solano	9,255	9,327	9,450	9	Cálido húmedo	0.02%	
Antioquia	Cisneros	9,247	9,058	8,735	1038	Templado	0.02%	
Meta	Guamal	9,241	9,366	9,542	518	Cálido húmedo	0.02%	
Tolima	Falan	9,239	9,218	9,180	983	Cálido húmedo	0.02%	
Atlántico	Usiacurí	9,232	9,390	9,611	95	Cálido húmedo	0.02%	
Chocó	Río Iro	9,191	9,695	10,580	103	Cálido húmedo	0.02%	
Cundinamarca	San Francisco	9,170	9,586	10,289	1520	Templado	0.02%	
Chocó	Atrato	9,158	9,927	11,337	7	Cálido húmedo	0.02%	
Caquetá	Solita	9,149	9,140	9,119	350	Cálido húmedo	0.02%	
Huila	Tesalia	9,145	9,247	9,400	733	Cálido seco	0.02%	
Chocó	Unión Panamericana	9,144	9,592	10,386	119	Cálido húmedo	0.02%	
Antioquia	Argelia	9,108	8,699	8,036	1750	Templado	0.02%	
Norte de Santander	Salazar	9,082	8,964	8,806	815	Templado	0.02%	
Santander	Zapatoca	9,061	8,929	8,710	1737	Templado	0.02%	
Atlántico	Suan	9,057	8,752	8,256	8	Cálido húmedo	0.02%	
Cundinamarca	Ricaurte	9,044	9,441	10,110	284	Cálido seco	0.02%	
Magdalena	San Zenón	9,040	9,107	9,229	25	Cálido seco	0.02%	
Norte de Santander	Arboledas	9,036	8,984	8,913	946	Templado	0.02%	
Boyacá	Siachoque	8,950	8,964	8,974	2700	Frío	0.02%	
Meta	San Juan de Arama	8,948	8,837	8,657	510	Cálido húmedo	0.02%	
Bolívar	El Peñón	8,914	9,484	10,538	29	Cálido húmedo	0.02%	
Caldas	Marmato	8,906	9,096	9,430	1310	Templado	0.02%	
Cauca	Sucre	8,888	8,886	8,837	1208	Templado	0.02%	
Huila	Agrado	8,888	9,061	9,331	838	Cálido seco	0.02%	
Cundinamarca	Carmen de Carupa	8,885	9,109	9,555	2980	Frío	0.02%	
Santander	San Andrés	8,884	8,540	7,986	1617	Templado	0.02%	
Tolima	Alvarado	8,874	8,834	8,732	439	Cálido seco	0.02%	
Cundinamarca	Une	8,837	9,196	9,794	2376	Frío	0.02%	
Valle del Cauca	El Dovio	8,792	8,508	8,048	1434	Templado	0.02%	
Meta	Castilla la Nueva	8,787	9,612	11,112	350	Cálido húmedo	0.02%	
Bolívar	Cantagallo	8,765	9,239	10,053	59	Cálido húmedo	0.02%	
Boyacá	Socotá	8,757	8,128	7,172	2400	Frío	0.02%	
Magdalena	Zapayán	8,737	8,801	8,974	20	Cálido húmedo	0.02%	
Antioquia	Briceño	8,728	8,702	8,652	1199	Templado	0.02%	
Casanare	Nunchía	8,704	8,827	9,000	380	Cálido húmedo	0.02%	
Tolima	Carmen de Apicalá	8,680	8,793	9,000	328	Templado	0.02%	
Caldas	Victoria	8,675	8,415	7,913	750	Cálido húmedo	0.02%	
Risaralda	La Celia	8,646	8,591	8,504	1380	Templado	0.02%	
Santander	Sucre	8,638	8,397	8,020	1740	Templado	0.02%	
Chocó	Río Quito	8,633	8,961	9,512	33	Cálido húmedo	0.02%	
Huila	Yaguará	8,597	8,949	9,523	560	Cálido seco	0.02%	
Huila	Teruel	8,595	8,744	8,960	910	Cálido seco	0.02%	
Nariño	Ospina	8,590	8,713	8,890	2850	Frío	0.02%	
Meta	San Carlos de Guaroa	8,584	9,581	11,474	350	Cálido húmedo	0.02%	
Nariño	Puerres	8,570	8,384	8,034	2800	Frío	0.02%	

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL			ALTITUD	CLIMA	% con respecto nacional	HOJA DE RUTA
		2012	2015	2020				
Santander	La Belleza	8,565	8,587	8,594	1800	Templado	0.02%	
Antioquia	Angelópolis	8,551	8,946	9,631	1917	Templado	0.02%	
Boyacá	Pesca	8,543	8,032	7,226	2600	Frío	0.02%	
Cundinamarca	Junín	8,535	8,610	8,750	2300	Frío	0.02%	
Cundinamarca	Tena	8,533	8,941	9,638	1384	Templado	0.02%	
Norte de Santander	La Playa	8,516	8,546	8,567	1450	Templado	0.02%	
Cundinamarca	Tausa	8,483	8,801	9,287	2931	Frío	0.02%	
Nariño	Cuaspud	8,447	8,592	8,810	3050	Frío	0.02%	
Nariño	Iles	8,435	8,701	9,116	2950	Frío	0.02%	
Tolima	Herveo	8,423	8,100	7,594	2250	Frío	0.02%	
Cundinamarca	Chipaque	8,399	8,400	8,401	2400	Frío	0.02%	
Tolima	Dolores	8,392	8,108	7,643	1445	Templado	0.02%	
Bolívar	Soplaviento	8,385	8,441	8,513	10	Cálido húmedo	0.02%	
Quindío	Génova	8,380	7,921	7,216	1500	Templado	0.02%	
La Guajira	El Molino	8,357	8,728	9,203	240	Cálido seco	0.02%	
Santander	Aratoca	8,340	8,312	8,257	1805	Templado	0.02%	
Magdalena	Remolino	8,318	8,150	7,882	7	Cálido seco	0.02%	
Chocó	Nuquí	8,275	8,576	9,068	5	Cálido húmedo	0.02%	
Antioquia	Uramita	8,261	8,238	8,194	1500	Templado	0.02%	
Antioquia	Sabanalarga	8,191	8,191	8,191	1250	Templado	0.02%	
Nariño	Mallama	8,190	7,755	7,052	1809	Templado	0.02%	
Chocó	Bagadó	8,178	8,064	7,844	8	Cálido húmedo	0.02%	
Cundinamarca	Quipile	8,174	8,164	8,138	1143	Templado	0.02%	
Boyacá	Quípama	8,166	7,874	7,376	1200	Templado	0.02%	
Casanare	Orocué	8,157	8,309	8,489	143	Cálido húmedo	0.02%	
Cundinamarca	Granada	8,115	8,685	9,628	1890	Templado	0.02%	
Santander	Simacota	8,107	7,789	7,297	1080	Templado	0.02%	
Antioquia	Yalí	8,098	8,318	8,771	1200	Templado	0.02%	
Boyacá	Sotaquirá	8,090	7,709	7,117	2650	Frío	0.02%	
Tolima	Prado	8,069	7,791	7,338	321	Cálido húmedo	0.02%	
Antioquia	Caicedo	8,050	8,205	8,519	1820	Templado	0.02%	
Magdalena	Pedraza	8,034	8,066	8,137	12	Cálido húmedo	0.02%	
Cauca	Padilla	8,010	7,882	7,629	1	Templado	0.02%	
Magdalena	Cerro San Antonio	7,966	7,845	7,656	11	Cálido húmedo	0.02%	
Chocó	Nóvita	7,934	7,957	7,960	100	Cálido húmedo	0.02%	
Casanare	Pore	7,933	7,921	7,913	250	Cálido húmedo	0.02%	
Cundinamarca	Nocaima	7,888	8,004	8,263	1105	Templado	0.02%	
Norte de Santander	Cucutilla	7,882	7,686	7,363	1277	Templado	0.02%	
Boyacá	Belén	7,876	7,400	6,680	3144	Frío	0.02%	
Boyacá	Soatá	7,834	7,255	6,366	1960	Templado	0.02%	
Cundinamarca	Apulo	7,813	7,812	7,813	420	Cálido seco	0.02%	
Amazonas	Puerto Nariño	7,808	8,162	8,771	120	Cálido húmedo	0.02%	
Bolívar	El Guamo	7,751	7,757	7,761	77	Cálido seco	0.02%	
Boyacá	Santana	7,749	7,692	7,581	1591	Templado	0.02%	
Boyacá	Motavita	7,671	8,067	8,752	2908	Frío	0.02%	
Cundinamarca	Vergara	7,662	7,677	7,746	1510	Templado	0.02%	
Casanare	San Luis de Palenque	7,646	7,767	8,000	200	Cálido húmedo	0.02%	
Cundinamarca	Paratebueno	7,639	7,726	7,861	300	Cálido húmedo	0.02%	
Cesar	González	7,621	6,990	6,014	1240	Templado	0.02%	
Boyacá	Maripí	7,609	7,480	7,251	1250	Templado	0.02%	
Nariño	Ancuyá	7,607	7,083	6,244	1358	Templado	0.02%	
Caldas	San José	7,590	7,588	7,599	1710	Templado	0.02%	
Boyacá	Jenesano	7,587	7,640	7,725	2075	Frío	0.02%	
Boyacá	Boavita	7,585	7,079	6,296	2161	Frío	0.02%	
Antioquia	Tarso	7,542	7,776	8,257	1335	Templado	0.02%	
Antioquia	Anza	7,529	7,568	7,619	620	Cálido húmedo	0.02%	
Nariño	Arboleda	7,523	7,550	7,586	2200	Frío	0.02%	
Valle del Cauca	Versalles	7,514	7,215	6,730	1860	Templado	0.02%	
Santander	Coromoro	7,500	7,558	7,683	1450	Templado	0.02%	
Magdalena	Salamina	7,434	7,089	6,560	6	Cálido húmedo	0.02%	
Antioquia	Pueblorrico	7,402	7,030	6,438	1800	Templado	0.02%	
Chocó	El Cantón del San Pablo	7,396	7,970	9,011	13	Cálido húmedo	0.02%	
Nariño	San Pedro de Cartago	7,392	7,539	7,724	1750	Templado	0.02%	
Santander	Barichara	7,352	7,215	6,959	1336	Templado	0.02%	
Cundinamarca	Cucunubá	7,351	7,479	7,657	2590	Frío	0.02%	
Huila	Villavieja	7,329	7,312	7,308	384	Cálido seco	0.02%	
Boyacá	Socha	7,297	7,140	6,870	2667	Frío	0.02%	
Cauca	Piamonte	7,241	7,347	7,488	108	Cálido húmedo	0.02%	
Nariño	Belén	7,230	7,518	7,970	2450	Frío	0.02%	
Cundinamarca	Fosca	7,227	7,524	8,088	2713	Frío	0.02%	
Boyacá	Güicán	7,212	6,909	6,426	2880	Frío	0.02%	
Santander	Puerto Parra	7,205	7,548	8,133	100	Cálido húmedo	0.02%	
Quindío	Salento	7,139	7,115	7,102	1895	Templado	0.02%	
Antioquia	Maceo	7,102	6,855	6,457	950	Cálido húmedo	0.02%	
Tolima	Ambalema	7,084	6,837	6,435	241	Cálido húmedo	0.02%	
Casanare	Támara	7,054	7,044	7,031	1157	Templado	0.02%	
Cundinamarca	La Peña	7,015	7,029	7,058	1230	Templado	0.02%	
Putumayo	San Francisco	7,005	7,083	7,274	2100	Frío	0.02%	
Cundinamarca	Quetame	6,974	7,141	7,395	1496	Templado	0.01%	
Santander	Tona	6,962	7,085	7,276	1850	Templado	0.01%	
Nariño	Contadero	6,875	6,954	7,080	2500	Frío	0.01%	
Norte de Santander	Ragonvalia	6,869	6,891	6,916	1550	Templado	0.01%	
Norte de Santander	Bochalema	6,849	6,973	7,184	1051	Templado	0.01%	
Cundinamarca	Guatavita	6,835	6,898	6,982	2668	Frío	0.01%	

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL			ALTITUD	CLIMA	% con respecto nacional	HOJA DE RUTA
		2012	2015	2020				
Huila	Hobo	6,832	6,928	7,060	596	Cálido seco	0.01%	
Tolima	Casabianca	6,768	6,684	6,550	2081	Frío	0.01%	
Antioquia	La Pintada	6,720	6,558	6,289	660	Cálido húmedo	0.01%	
Antioquia	Buriticá	6,716	6,601	6,403	1643	Templado	0.01%	
Boyacá	Cubará	6,702	6,725	6,743	357	Cálido húmedo	0.01%	
Nariño	Sapuyes	6,681	6,355	5,777	2900	Frío	0.01%	
Nariño	Funes	6,645	6,498	6,239	2300	Frío	0.01%	
Bolívar	San Cristóbal	6,623	6,669	6,738	89	Cálido seco	0.01%	
Nariño	El Peñol	6,616	6,500	6,311	200	Templado	0.01%	
Boyacá	Turmequé	6,598	6,182	5,545	2450	Frío	0.01%	
Nariño	Imués	6,598	6,236	5,664	2500	Frío	0.01%	
Antioquia	Belmira	6,590	6,760	7,041	2520	Frío	0.01%	
Antioquia	Montebello	6,578	6,197	5,589	2350	Frío	0.01%	
Antioquia	San Andrés de Cuerquía	6,556	6,226	5,702	100	Cálido húmedo	0.01%	
Santander	Guaca	6,546	6,395	6,174	2320	Frío	0.01%	
Boyacá	Tasco	6,542	6,361	6,063	2525	Frío	0.01%	
Caldas	Norcasia	6,530	6,374	6,132	1135	Templado	0.01%	
Meta	El Castillo	6,528	6,362	6,068	480	Cálido húmedo	0.01%	
Valle del Cauca	Argelia	6,518	6,442	6,321	1560	Templado	0.01%	
Cundinamarca	Macheta	6,466	6,316	6,072	2094	Frío	0.01%	
Tolima	Santa Isabel	6,437	6,382	6,273	2250	Frío	0.01%	
Boyacá	Nuevo Colón	6,436	6,559	6,770	2450	Frío	0.01%	
Caquetá	Albania	6,419	6,430	6,429	480	Cálido húmedo	0.01%	
Cundinamarca	Ubaque	6,373	6,166	5,804	1867	Templado	0.01%	
Risaralda	Balboa	6,338	6,336	6,333	1550	Templado	0.01%	
Santander	Florián	6,325	6,301	6,259	800	Templado	0.01%	
Nariño	Aldana	6,320	6,085	5,685	3050	Frío	0.01%	
Tolima	Roncesvalles	6,303	6,331	6,373	2640	Frío	0.01%	
Quindío	Pijao	6,300	6,139	5,893	1700	Templado	0.01%	
Cundinamarca	Nimaima	6,299	6,679	7,352	1185	Templado	0.01%	
Tolima	Valle de San Juan	6,291	6,355	6,443	600	Cálido seco	0.01%	
Antioquia	Guadalupe	6,281	6,300	6,330	1850	Templado	0.01%	
Antioquia	Valparaíso	6,227	6,174	6,061	1358	Templado	0.01%	
Santander	Villanueva	6,193	5,858	5,335	1250	Templado	0.01%	
Huila	Nátaga	6,184	6,338	6,596	1480	Templado	0.01%	
Antioquia	Toledo	6,144	6,374	6,842	1634	Templado	0.01%	
Antioquia	Heliconia	6,138	5,906	5,536	1440	Templado	0.01%	
Cauca	Florencia	6,095	6,132	6,206	1700	Templado	0.01%	
Nariño	La Llanada	6,045	5,813	5,397	2300	Frío	0.01%	
Boyacá	Firavitoba	6,035	5,907	5,694	2500	Frío	0.01%	
Boyacá	Chitaraque	5,991	5,687	5,204	1650	Templado	0.01%	
Boyacá	Sutamarchán	5,990	5,916	5,771	2093	Frío	0.01%	
Cundinamarca	Albán	5,955	5,956	5,957	2245	Frío	0.01%	
Sucre	Coloso	5,946	5,838	5,660	150	Cálido seco	0.01%	
Santander	Cerrito	5,890	5,708	5,417	2500	Frío	0.01%	
Caldas	La Merced	5,860	5,508	4,954	1819	Templado	0.01%	
Norte de Santander	Labateca	5,848	5,867	5,926	1566	Templado	0.01%	
Boyacá	Chivatá	5,841	6,199	6,851	2900	Frío	0.01%	
Boyacá	Buenavista	5,823	5,789	5,724	2197	Frío	0.01%	
Norte de Santander	Gramalote	5,779	5,567	5,240	1025	Templado	0.01%	
Cundinamarca	Gachala	5,765	5,715	5,652	1712	Templado	0.01%	
Santander	Capitanejo	5,751	5,593	5,324	1090	Templado	0.01%	
Nariño	Gualmatán	5,747	5,767	5,788	2900	Frío	0.01%	
Meta	Cubarral	5,717	5,946	6,341	535	Cálido húmedo	0.01%	
Tolima	Villarrica	5,668	5,449	5,113	860	Templado	0.01%	
Boyacá	Chiquiza	5,659	5,484	5,209	2600	Frío	0.01%	
Antioquia	San Francisco	5,625	5,318	4,825	1508	Templado	0.01%	
Cundinamarca	Pandi	5,595	5,658	5,744	1024	Templado	0.01%	
Tolima	Piedras	5,567	5,619	5,725	403	Cálido seco	0.01%	
Valle del Cauca	Ulloa	5,553	5,455	5,260	1350	Templado	0.01%	
Antioquia	Vigía del Fuerte	5,543	5,586	5,624	25	Cálido húmedo	0.01%	
Boyacá	Soracá	5,529	5,353	5,057	2799	Frío	0.01%	
Boyacá	Guayatá	5,490	5,126	4,555	1700	Templado	0.01%	
Boyacá	Tota	5,490	5,386	5,180	2875	Frío	0.01%	
Boyacá	San Luis de Gaceno	5,479	5,120	4,555	400	Cálido húmedo	0.01%	
Santander	Concepción	5,476	5,292	4,985	2005	Frío	0.01%	
Cundinamarca	Fúquene	5,473	5,617	5,900	2750	Frío	0.01%	
Antioquia	Guatapé	5,458	5,279	4,993	1850	Templado	0.01%	
Santander	Matanza	5,452	5,297	5,041	1550	Templado	0.01%	
Huila	Paicol	5,448	5,565	5,779	866	Cálido seco	0.01%	
Antioquia	Caramanta	5,410	5,362	5,257	2115	Frío	0.01%	
Cundinamarca	Zipacón	5,401	5,570	5,862	2598	Frío	0.01%	
Boyacá	San José de Pare	5,395	5,221	4,882	1525	Templado	0.01%	
Putumayo	Colón	5,389	5,519	5,763	2000	Cálido húmedo	0.01%	
Chocó	Carmen del Darien	5,359	5,462	5,603	14	Cálido húmedo	0.01%	
Boyacá	El Cocuy	5,345	5,241	5,041	2700	Frío	0.01%	
Quindío	Córdoba	5,345	5,305	5,223	1700	Templado	0.01%	
Santander	Molagavita	5,342	5,193	4,936	2196	Frío	0.01%	
Cundinamarca	San Cayetano	5,329	5,344	5,358	2208	Frío	0.01%	
Cundinamarca	Sutatausa	5,321	5,564	5,964	2550	Frío	0.01%	
Vaupés	Pacoa (ANM)	5,316	5,709	6,413	145	Cálido húmedo	0.01%	
Bolívar	Norosí (1)	5,299	5,204	5,063	142	Cálido húmedo	0.01%	
Santander	La Paz	5,287	5,152	4,938	1934	Templado	0.01%	
Santander	El Peñón	5,253	5,140	4,974	2488	Frío	0.01%	

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL			ALTITUD	CLIMA	% con respecto nacional	HOJA DE RUTA
		2012	2015	2020				
Santander	Onzaga	5,234	5,054	4,791	1950	Templado	0.01%	
Boyacá	Arcabuco	5,230	5,240	5,251	2739	Frío	0.01%	
Santander	Betulia	5,188	5,110	4,987	1820	Templado	0.01%	
Boyacá	Labranzagrande	5,186	5,099	4,931	1100	Templado	0.01%	
Norte de Santander	Villa Caro	5,152	5,192	5,249	1600	Templado	0.01%	
Norte de Santander	San Cayetano	5,116	5,424	5,971	235	Cálido seco	0.01%	
Santander	Chipatá	5,111	5,088	5,042	1950	Templado	0.01%	
Santander	Carcasí	5,105	5,039	4,907	2080	Frío	0.01%	
Atlántico	Piojó	5,104	5,134	5,197	314	Cálido húmedo	0.01%	
Boyacá	Gameza	5,095	4,856	4,468	2750	Frío	0.01%	
Archipiélago de San Andrés	Providencia	5,078	5,137	5,227	360	Cálido húmedo	0.01%	
Boyacá	Togüí	5,061	4,966	4,777	1650	Templado	0.01%	
Santander	Gambita	5,058	5,044	5,044	1940	Templado	0.01%	
Tolima	Alpujarra	5,055	4,992	4,917	1361	Templado	0.01%	
Tolima	Murillo	5,055	5,029	4,974	293	Cálido seco	0.01%	
Cundinamarca	Supatá	5,000	5,022	5,037	1798	Templado	0.01%	
Santander	Guadalupe	4,997	4,756	4,379	1395	Templado	0.01%	
Boyacá	Monguí	4,990	4,986	4,981	2900	Frío	0.01%	
Cundinamarca	Utica	4,981	5,008	5,050	497	Templado	0.01%	
Santander	Pinchote	4,956	5,201	5,635	1133	Templado	0.01%	
Boyacá	Ciénega	4,924	4,754	4,428	1090	Templado	0.01%	
Chocó	San José del Palmar	4,900	4,822	4,689	1100	Templado	0.01%	
Santander	Albania	4,899	5,096	5,419	1925	Templado	0.01%	
Norte de Santander	Pamplonita	4,892	4,932	4,996	1725	Templado	0.01%	
Boyacá	Mongua	4,889	4,717	4,437	3000	Frío	0.01%	
Cundinamarca	Guayabetal	4,880	4,931	5,027	1270	Templado	0.01%	
Boyacá	Paz de Río	4,858	4,680	4,391	2213	Frío	0.01%	
Antioquia	Hispania	4,854	4,869	4,895	1000	Templado	0.01%	
Cundinamarca	El Peñón	4,846	4,805	4,755	1310	Templado	0.01%	
Santander	Valle de San José	4,841	4,670	4,391	1250	Templado	0.01%	
Santander	Ocamonte	4,836	4,775	4,660	1250	Templado	0.01%	
Cundinamarca	Tibacuy	4,826	4,828	4,827	1647	Templado	0.01%	
Boyacá	Macanal	4,796	4,821	4,845	1850	Templado	0.01%	
Cundinamarca	Palme	4,754	4,502	4,091	960	Templado	0.01%	
Guainía	Barranco Minas (ANM)	4,732	4,862	5,066	100	Cálido húmedo	0.01%	
Boyacá	Zetaquira	4,722	4,557	4,266	1661	Templado	0.01%	
Cundinamarca	Quebradanegra	4,721	4,738	4,774	1105	Templado	0.01%	
Amazonas	El Encanto (ANM)	4,708	4,841	5,065	488	Cálido húmedo	0.01%	
Norte de Santander	Silos	4,706	4,445	4,050	2700	Frío	0.01%	
Cundinamarca	Manta	4,676	4,719	4,812	1924	Templado	0.01%	
Antioquia	Caracolí	4,671	4,595	4,460	651	Cálido húmedo	0.01%	
Boyacá	Cucaita	4,658	4,687	4,703	2634	Frío	0.01%	
Boyacá	Boyacá	4,657	4,472	4,185	2411	Frío	0.01%	
Nariño	Nariño	4,657	4,870	5,202	1656	Templado	0.01%	
Boyacá	Floresta	4,649	4,523	4,281	2500	Frío	0.01%	
Boyacá	Chiscas	4,604	4,291	3,810	2400	Frío	0.01%	
Cundinamarca	Topaipí	4,581	4,529	4,462	1323	Templado	0.01%	
Amazonas	La Pedrera (ANM)	4,578	4,985	5,726	119	Cálido húmedo	0.01%	
Boyacá	San Miguel de Sema	4,577	4,556	4,513	2543	Frío	0.01%	
Norte de Santander	Bucarasica	4,565	4,570	4,559	1125	Templado	0.01%	
Cundinamarca	Cabrera	4,560	4,499	4,388	2560	Frío	0.01%	
Tolima	Suárez	4,539	4,555	4,558	290	Templado	0.01%	
Santander	San José de Miranda	4,487	4,346	4,128	1980	Templado	0.01%	
Antioquia	Armenia	4,484	4,210	3,765	1808	Templado	0.01%	
Guainía	Puerto Colombia (ANM)	4,440	4,736	5,234	5	Cálido húmedo	0.01%	
Santander	Santa Helena del Opón	4,349	4,304	4,238	1060	Templado	0.01%	
Antioquia	Murindó	4,315	4,593	5,097	23	Cálido húmedo	0.01%	
Sucre	Chalán	4,305	4,354	4,431	280	Cálido seco	0.01%	
Boyacá	Tenza	4,286	4,112	3,840	1600	Templado	0.01%	
Boyacá	Jericó	4,223	4,010	3,689	3100	Frío	0.01%	
Boyacá	Sutatenza	4,223	4,086	3,851	1950	Templado	0.01%	
Norte de Santander	Herrán	4,176	4,045	3,828	1955	Templado	0.01%	
Boyacá	Santa María	4,168	3,980	3,675	900	Cálido húmedo	0.01%	
Cundinamarca	Viani	4,162	4,191	4,253	1498	Templado	0.01%	
Boyacá	El Espino	4,153	4,195	4,230	2128	Frío	0.01%	
Huila	Altamira	4,078	4,293	4,704	1079	Templado	0.01%	
Antioquia	Giraldo	4,077	4,029	3,937	1932	Templado	0.01%	
Amazonas	Tarapacá (ANM)	4,074	4,195	4,398	54	Cálido húmedo	0.01%	
Cundinamarca	Venecia	4,030	4,060	4,097	1890	Templado	0.01%	
Cundinamarca	Chaguaní	3,999	3,981	3,945	1200	Templado	0.01%	
Boyacá	San Mateo	3,987	3,682	3,220	2221	Frío	0.01%	
Santander	Páramo	3,975	4,112	4,342	1410	Templado	0.01%	
Santander	Güepsa	3,965	3,849	3,661	1540	Templado	0.01%	
Santander	San Benito	3,956	3,986	4,034	1200	Templado	0.01%	
Cundinamarca	Gama	3,952	3,996	4,081	2180	Frío	0.01%	
Boyacá	Cerinza	3,932	3,762	3,487	3269	Frío	0.01%	
Boyacá	Campohermoso	3,917	3,847	3,711	1300	Templado	0.01%	
Meta	Cabuyaro	3,907	4,018	4,177	235	Cálido húmedo	0.01%	
Cundinamarca	Gutiérrez	3,892	4,097	4,456	2350	Frío	0.01%	
Norte de Santander	Durania	3,889	3,768	3,637	950	Templado	0.01%	
Arauca	Puerto Rondón	3,871	3,844	3,816	125	Cálido húmedo	0.01%	
Chocó	Sipí	3,869	4,048	4,336	50	Cálido húmedo	0.01%	
Santander	Guavatá	3,866	3,679	3,383	2000	Templado	0.01%	
Boyacá	Somondoco	3,858	3,632	3,269	1680	Templado	0.01%	

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL			ALTITUD	CLIMA	% con respecto nacional	HOJA DE RUTA
		2012	2015	2020				
Boyacá	Coper	3,824	3,663	3,405	950	Cálido húmedo	0.01%	
Boyacá	Sáchica	3,819	3,791	3,734	2152	Frío	0.01%	
Vichada	Santa Rosalía	3,807	4,012	4,310	150	Cálido húmedo	0.01%	
Norte de Santander	Mutiscua	3,800	3,759	3,693	2600	Frío	0.01%	
Boyacá	Caldas	3,770	3,638	3,424	2560	Frío	0.01%	
Caquetá	Morelia	3,757	3,813	3,958	258	Cálido húmedo	0.01%	
Antioquia	Concepción	3,756	3,463	3,030	1862	Templado	0.01%	
Huila	Elías	3,741	3,930	4,274	1425	Templado	0.01%	
Antioquia	Carolina	3,734	3,629	3,428	1807	Templado	0.01%	
Amazonas	La Chorrera (ANM)	3,715	3,878	4,161	370	Cálido húmedo	0.01%	
Meta	Barranca de Upía	3,703	3,926	4,342	264	Cálido húmedo	0.01%	
Boyacá	Tópaga	3,694	3,694	3,689	2900	Frío	0.01%	
Santander	Contratación	3,643	3,491	3,265	1600	Templado	0.01%	
Cundinamarca	Guayabal de Síquima	3,629	3,638	3,679	1630	Templado	0.01%	
Casanare	Recetor	3,621	4,070	4,839	800	Cálido húmedo	0.01%	
Boyacá	Chinavita	3,606	3,528	3,370	1757	Templado	0.01%	
Antioquia	Alejandría	3,575	3,466	3,278	1650	Templado	0.01%	
Santander	Enciso	3,502	3,323	3,024	1900	Templado	0.01%	
Caldas	Marulanda	3,429	3,406	3,374	2820	Frío	0.01%	
Arauca	Cravo Norte	3,428	3,331	3,150	100	Cálido húmedo	0.01%	
Boyacá	Tipacoque	3,409	3,206	2,922	1850	Templado	0.01%	
Chocó	Juradó	3,407	3,319	3,188	19	Cálido húmedo	0.01%	
Santander	Suratá	3,398	3,295	3,125	1750	Templado	0.01%	
Meta	El Dorado	3,397	3,429	3,462	550	Cálido húmedo	0.01%	
Norte de Santander	Lourdes	3,383	3,365	3,347	250	Templado	0.01%	
Vaupés	Caruru	3,310	3,327	3,350	200	Cálido húmedo	0.01%	
Boyacá	Viracachá	3,298	3,222	3,090	2500	Frío	0.01%	
Boyacá	Susacón	3,266	3,095	2,813	2484	Frío	0.01%	
Antioquia	San José de La Montaña	3,250	3,336	3,511	2580	Frío	0.01%	
Santander	Jesús María	3,234	3,137	2,992	2400	Frío	0.01%	
Santander	Palmar	3,179	3,330	3,565	875	Cálido seco	0.01%	
Santander	Chima	3,151	3,087	2,980	1177	Templado	0.01%	
Antioquia	Olaya	3,132	3,237	3,411	430	Cálido húmedo	0.01%	
Casanare	Sabanalarga	3,121	2,987	2,759	450	Cálido húmedo	0.01%	
La Guajira	La Jagua del Pilar	3,094	3,213	3,368	300	Cálido seco	0.01%	
Boyacá	Páez	3,053	2,913	2,709	1500	Templado	0.01%	
Boyacá	Tinjacá	3,017	3,035	3,045	2113	Frío	0.01%	
Boyacá	Sora	3,016	3,025	3,030	2700	Frío	0.01%	
Boyacá	Covarachía	3,002	2,861	2,650	2700	Frío	0.01%	
Cundinamarca	Tibirita	2,966	2,950	2,939	1980	Templado	0.01%	
Cundinamarca	Pulí	2,960	2,999	3,044	1270	Templado	0.01%	
Guainía	Mapiripana (ANM)	2,924	2,845	2,702	202	Cálido húmedo	0.01%	
Quindío	Buenavista	2,911	2,833	2,700	1450	Templado	0.01%	
Boyacá	Rondón	2,878	2,822	2,740	2075	Frío	0.01%	
Guainía	Pana Pana (ANM)	2,851	3,149	3,694	206	Cálido húmedo	0.01%	
Boyacá	Oicatá	2,831	2,834	2,845	2525	Frío	0.01%	
Boyacá	Santa Sofía	2,828	2,704	2,514	2370	Frío	0.01%	
Boyacá	La Uvita	2,824	2,523	2,099	2367	Frío	0.01%	
Santander	Charta	2,802	2,670	2,475	1955	Templado	0.01%	
Norte de Santander	Santiago	2,783	2,823	2,901	411	Cálido seco	0.01%	
Boyacá	Gachantivá	2,782	2,654	2,449	2450	Frío	0.01%	
Amazonas	Puerto Santander (ANM)	2,758	2,932	3,243	226	Cálido húmedo	0.01%	
Santander	Confines	2,718	2,705	2,692	1523	Templado	0.01%	
Boyacá	La Capilla	2,715	2,550	2,317	1975	Templado	0.01%	
Cundinamarca	Jerusalén	2,689	2,679	2,658	357	Frío	0.01%	
Boyacá	Pachavita	2,675	2,508	2,241	2000	Cálido húmedo	0.01%	
Boyacá	Briceño	2,641	2,584	2,506	1340	Templado	0.01%	
Santander	San Joaquín	2,621	2,488	2,293	1950	Templado	0.01%	
Boyacá	Paya	2,586	2,550	2,479	980	Cálido húmedo	0.01%	
Cundinamarca	Guataquí	2,579	2,630	2,733	255	Cálido seco	0.01%	
Cundinamarca	Bituima	2,559	2,520	2,444	1412	Templado	0.01%	
Santander	Encino	2,550	2,497	2,404	2300	Frío	0.01%	
Santander	Galán	2,493	2,311	2,034	919	Cálido seco	0.01%	
Santander	Macaravita	2,479	2,378	2,201	2320	Frío	0.01%	
Boyacá	Sativanorte	2,463	2,339	2,133	2600	Frío	0.01%	
Santander	San Miguel	2,461	2,379	2,235	1920	Templado	0.01%	
Santander	Vetas	2,407	2,435	2,485	3300	Frío	0.01%	
Santander	Hato	2,365	2,345	2,310	1300	Templado	0.01%	
Boyacá	Corrales	2,350	2,273	2,157	2388	Frío	0.01%	
Santander	Palmas del Socorro	2,295	2,241	2,155	1170	Templado	0.00%	
Casanare	Chameza	2,295	2,460	2,686	1100	Templado	0.00%	
Antioquia	Abriaquí	2,290	2,128	1,870	1920	Templado	0.00%	
Boyacá	Iza	2,281	2,349	2,463	2500	Frío	0.00%	
Meta	El Calvario	2,259	2,240	2,209	400	Cálido húmedo	0.00%	
Boyacá	Betéitiva	2,199	2,069	1,840	2570	Frío	0.00%	
Santander	Santa Bárbara	2,186	2,137	2,052	1900	Templado	0.00%	
Guainía	Cacahual (ANM)	2,173	2,474	3,063	150	Cálido húmedo	0.00%	
Cundinamarca	Villagómez	2,165	2,171	2,167	1575	Templado	0.00%	
Santander	Guapotá	2,164	2,139	2,084	1350	Templado	0.00%	
Cundinamarca	Nariño	2,163	2,203	2,283	263	Templado	0.00%	
Santander	Cabrera	2,154	2,267	2,492	980	Cálido seco	0.00%	
Cundinamarca	Beltrán	2,110	2,197	2,353	231	Templado	0.00%	
Norte de Santander	Cácota	2,101	1,925	1,656	2400	Frío	0.00%	
Santander	El Guacamayo	2,089	2,005	1,867	1750	Templado	0.00%	

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL			ALTITUD	CLIMA	% con respecto nacional	HOJA DE RUTA
		2012	2015	2020				
Meta	San Juanito	2,078	2,165	2,292	1550	Templado	0.00%	
Boyacá	Tutazá	1,997	1,890	1,730	2800	Frío	0.00%	
Boyacá	Cuítiva	1,944	1,906	1,829	2750	Frío	0.00%	
Santander	Aguada	1,927	1,855	1,729	1802	Templado	0.00%	
Boyacá	Berbeo	1,926	1,932	1,943	1525	Templado	0.00%	
Santander	California	1,920	1,984	2,078	2050	Frío	0.00%	
Casanare	Sácama	1,916	2,001	2,132	1250	Templado	0.00%	
Boyacá	Chivor	1,915	1,795	1,601	1850	Templado	0.00%	
Santander	Cepitá	1,915	1,865	1,791	660	Cálido seco	0.00%	
Boyacá	Almeida	1,907	1,754	1,510	1925	Templado	0.00%	
Boyacá	Pajarito	1,898	1,719	1,444	793	Cálido húmedo	0.00%	
Boyacá	San Eduardo	1,893	1,862	1,839	1950	Templado	0.00%	
Guainía	San Felipe (ANM)	1,819	2,050	2,494	70	Cálido húmedo	0.00%	
Boyacá	Guacamayas	1,815	1,693	1,518	2195	Frío	0.00%	
Boyacá	Tununguá	1,771	1,840	1,951	1250	Templado	0.00%	
Amazonas	Puerto Alegría (ANM)	1,715	1,941	2,386	144	Cálido húmedo	0.00%	
Boyacá	La Victoria	1,674	1,674	1,673	1400	Templado	0.00%	
Boyacá	Panqueba	1,591	1,487	1,333	2250	Frío	0.00%	
Amazonas	Miriti - Paraná (ANM)	1,555	1,531	1,509	81	Cálido húmedo	0.00%	
Boyacá	Pisba	1,395	1,344	1,236	1500	Templado	0.00%	
Casanare	La Salina	1,381	1,420	1,497	1500	Templado	0.00%	
Amazonas	Puerto Arica (ANM)	1,380	1,350	1,301	96	Cálido húmedo	0.00%	
Vaupés	Yavaraté (ANM)	1,251	1,240	1,218	97	Cálido húmedo	0.00%	
Boyacá	Sativasur	1,184	1,110	1,006	2600	Frío	0.00%	
Santander	Jordán	1,121	1,103	1,077	425	Cálido seco	0.00%	
Amazonas	La Victoria (ANM)	1,066	1,102	1,166	141	Cálido húmedo	0.00%	
Boyacá	Busbanzá	1,064	1,156	1,324	2500	Frío	0.00%	
Guainía	Morichal (ANM)	1,041	1,192	1,495	198	Cálido húmedo	0.00%	
Vaupés	Taraira	1,000	976	937	100	Cálido húmedo	0.00%	
Vaupés	Papunaua (ANM)	857	845	825	206	Cálido húmedo	0.00%	
Guainía	La Guadalupe (ANM)	312	358	450	96	Cálido húmedo	0.00%	

(C. F.).