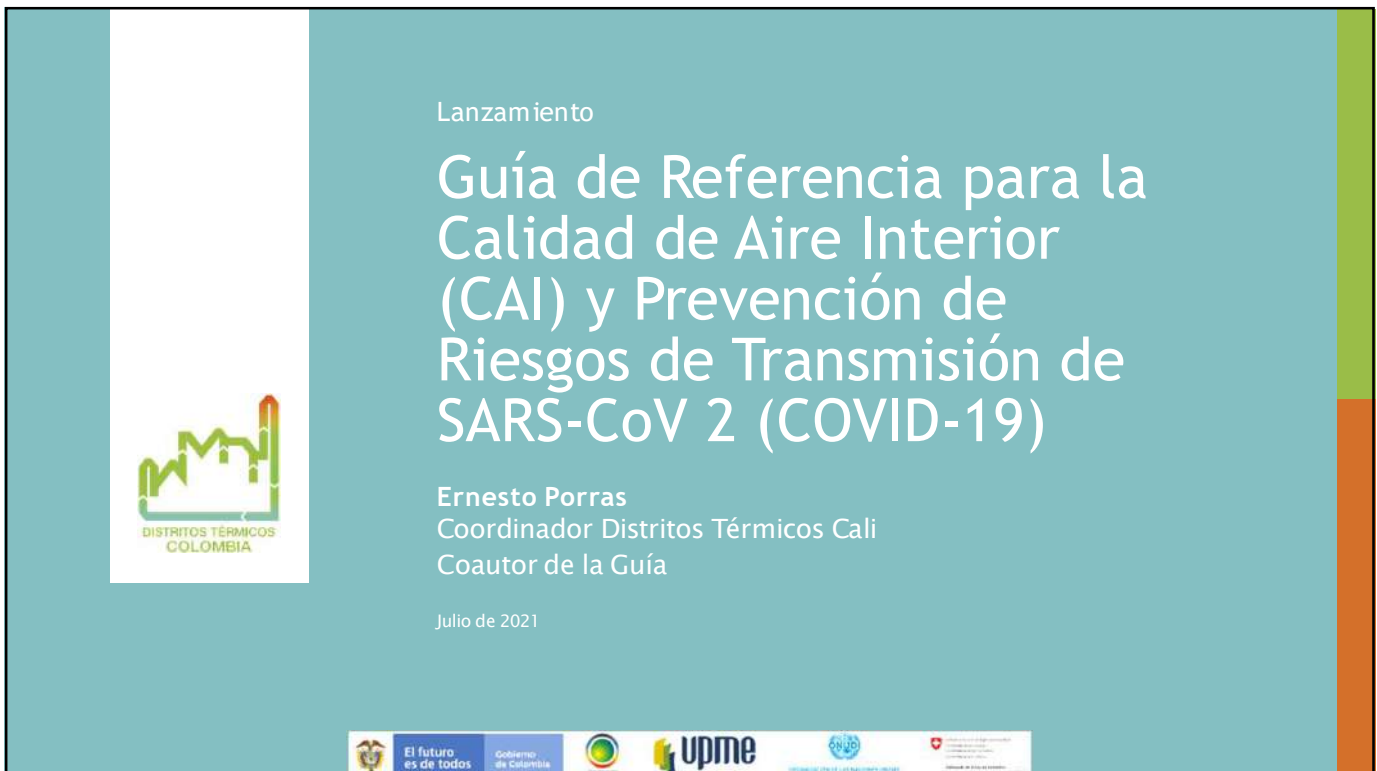


1



2

1



El uso del documento presente es exclusivamente informativo. ONUDI y el proyecto Distritos Térmicos en Colombia- Fase 2, no se hace responsable por la interpretación y uso del contenido de este material.

El contenido incluye un uso sugerido de la Guía, y de ninguna manera es obligante con las organizaciones.

Su reproducción con otros fines no es permitida.



3



## CONTENIDO

1. Alcance
2. Uso sugerido de la Guía
3. Estructura:
  1. Mitos y realidades
  2. Mecanismos de transmisión y su relación con la CAI
  3. Calidad de aire exterior
  4. Calidad de aire interior
  5. Cómo mejorar la CAI
  6. O&M sistemas de climatización
  7. Bioseguridad para el personal de mantenimiento
  8. Recomendaciones de ventilación de espacios interiores
  9. Recomendaciones generales para edificios comerciales y residenciales

4

2



5

Guía de referencia para la calidad de aire interior (CAI) y prevención de riesgos de transmisión de SARS-CoV-2 (COVID-19)

DISTRITOS TÉRMICOS COLOMBIA

y prevención de riesgos de transmisión de SARS-CoV-2 (COVID-19)

DISTRITOS TÉRMICOS COLOMBIA

[www.distritoenergetico.com/cov/](http://www.distritoenergetico.com/cov/)

Solicitud de versión impresa:  
[distritostermicoscolombia@gmail.com](mailto:distritostermicoscolombia@gmail.com)

6

3



# Uso sugerido de la Guía

Norma NibF 500001  
Control de la CAI  
(Capítulo 5 de esta guía)

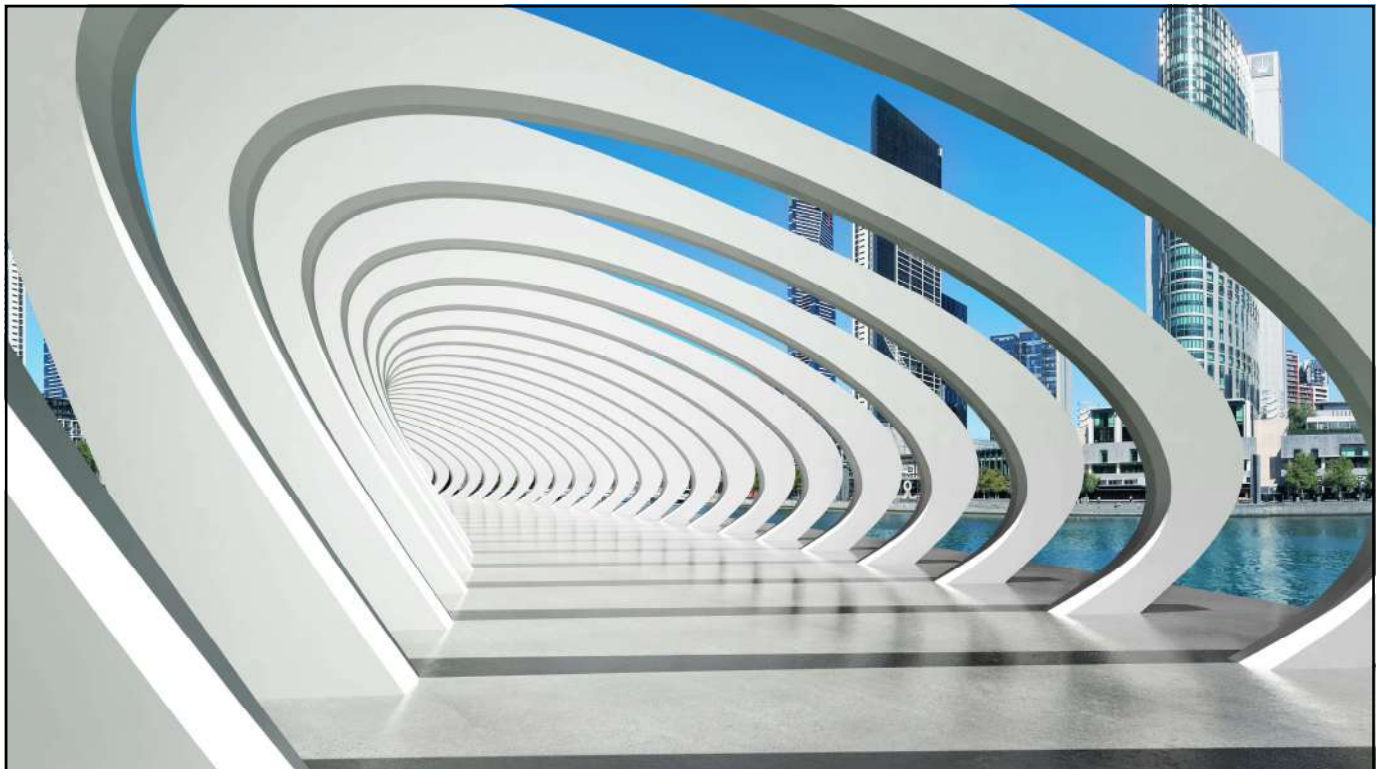


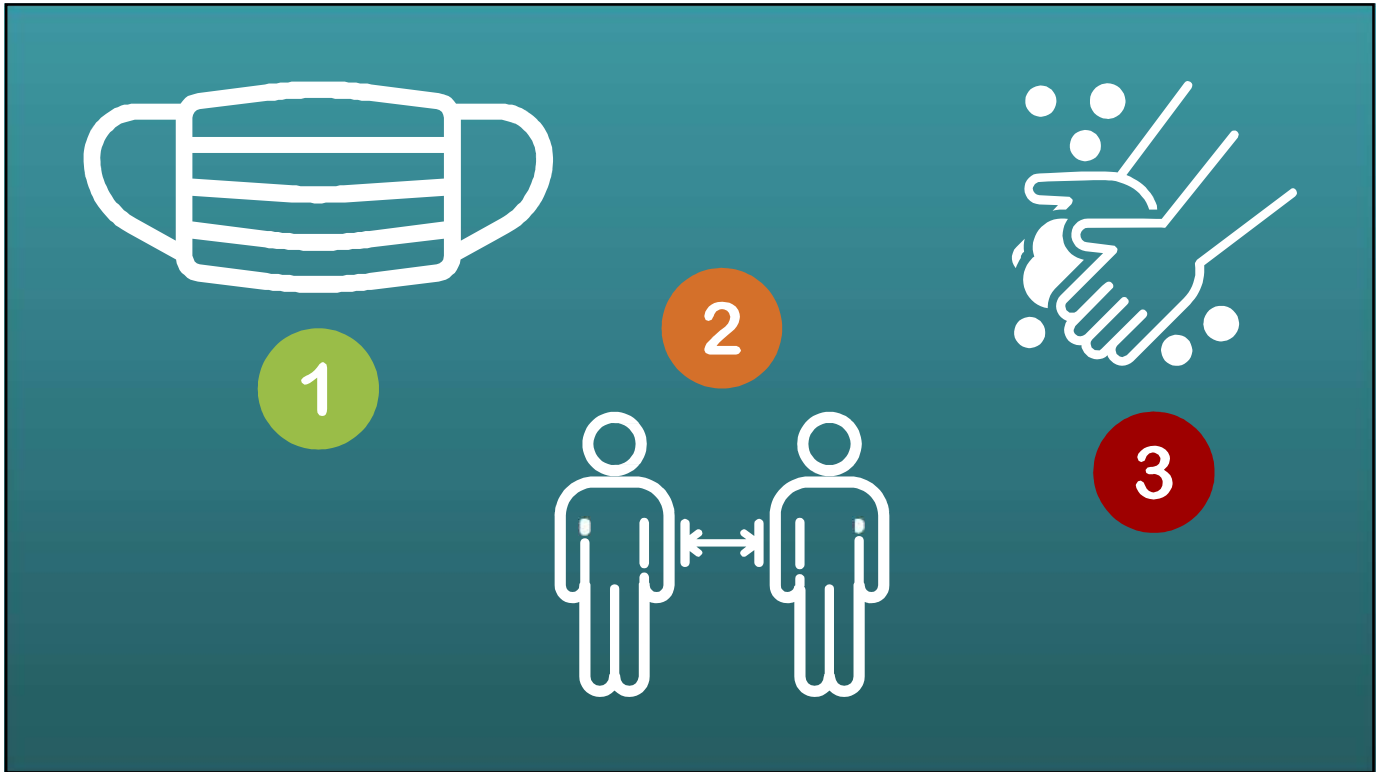
[www.distritoenergetico.com](http://www.distritoenergetico.com)




El futuro es de todos

Gobierno de Bogotá








# CAPÍTULO 1


## Mitos y Realidades



**Objetivo:**

Resaltar cómo los sistemas de climatización ayudan a mitigar la propagación del SARS-CoV-2, causante de la COVID-19.

[www.distritoenergetico.com](http://www.distritoenergetico.com)





# CAPÍTULO 1

## Mitos y Realidades



### MITOS

1. El aire acondicionado es propagador del virus.
2. El aire recirculado de los equipos de aire acondicionado es un potencial portador del virus.
3. Es necesario cambiar todo el sistema de ventilación de un negocio u hogar.
4. Ningún filtro es eficaz contra la COVID-19.
5. Evite el ingreso a lugares con aire acondicionado.

[www.distritoenergetico.com](http://www.distritoenergetico.com)



El futuro es de todos

Gobierno de Bogotá



upme



ORGANIZACIÓN DE LOS SERVICIOS ENERGÉTICOS



SECRETARÍA DE ENERGÍA Y SERVICIOS PÚBLICOS

11



# CAPÍTULO 2

## Mecanismos de Transmisión y su Relación con la CAI

### Objetivo:

Conocer los **mecanismos de transmisión** del virus y la influencia de las diferentes condiciones ambientales que permiten prevenir la propagación de la COVID-19.



[www.distritoenergetico.com](http://www.distritoenergetico.com)



El futuro es de todos

Gobierno de Bogotá



upme



ORGANIZACIÓN DE LOS SERVICIOS ENERGÉTICOS



SECRETARÍA DE ENERGÍA Y SERVICIOS PÚBLICOS

12

6



## CAPÍTULO 2

### Mecanismos de Transmisión del SARS-CoV-2

#### 1. Transmisión por gotas

Las gotas respiratorias varían de tamaño y su diámetro oscila entre **5 y 10  $\mu\text{m}$**  (micrómetros).

La transmisión por gotas es posible gracias al **contacto directo, indirecto o cercano con personas posiblemente contagiadas**, a través de secreciones infectadas como saliva o gotas que suelen ser expulsadas cuando se habla, canta, estornuda o tose.

#### 2. Transmisión por gotículas

Se denominan gotículas a las secreciones con un tamaño de partícula **menor a 5  $\mu\text{m}$**  (micrómetros).

Puede ocurrir cuando una persona infectada habla desde una **distancia menor a un metro** con su interlocutor. Las gotículas pueden reposar en objetos cercanos o entrar en contacto con boca, nariz o inclusive los ojos de la persona susceptible al contagio.



## CAPÍTULO 2

### Mecanismos de Transmisión del SARS-CoV-2

#### 3. Transmisión por vía aérea

Incluye aquellas situaciones en las que el agente infeccioso se somete a procesos que pueden generar **aerosoles (partículas sólidas o líquidas inferiores a 5  $\mu\text{m}$ )**. El virus se mantiene suspendido en el aire durante largas distancias y tiempos.


Según estudios presentados por la **OMS**, algunos de los brotes estudiados y reportados se relacionan con:

1. Espacios altamente ocupados
2. Ventilación inadecuada
3. Tiempos prolongados de exposición con personas infectadas





15



## CAPÍTULO 2

### Herramientas de Protección y Eliminación del Virus

**Medidas según su nivel de efectividad para eliminar cualquier virus**

La eliminación física de la amenaza es la **más efectiva de todas**, seguida por controles de ingeniería que permitan separar a las personas del patógeno por medio de acciones que involucren sistemas diseñados para tal fin.

<b>ELIMINACIÓN</b> Para eliminar físicamente el patógeno
<b>CONTROLES DE INGENIERÍA</b> Para separar las personas y el patógeno
<b>CONTROLES ADMINISTRATIVOS</b> Para instruir las personas sobre qué hacer
<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL</b> Para el uso de máscaras, trajes, guantes, etc.

Fuente adaptada de REHVA 2020

[www.distritoenergetico.com](http://www.distritoenergetico.com)

El futuro es de todos    Gobierno de Colombia    upme    CNUD

16

8



## CAPÍTULO 2

### Controles de ingeniería: *Uso de aire acondicionado y ventilación*



El objetivo es hacer una **renovación del aire interior** con aire exterior fresco y nuevo para **diluir** las partículas portadoras del virus.

La OMS recomienda utilizar una mayor tasa de ventilación por medios naturales o mecánicos, **preferiblemente sin recirculación del aire.**

[www.distritoenergetico.com](http://www.distritoenergetico.com)



El futuro es de todos

Gobierno de Bogotá



upme

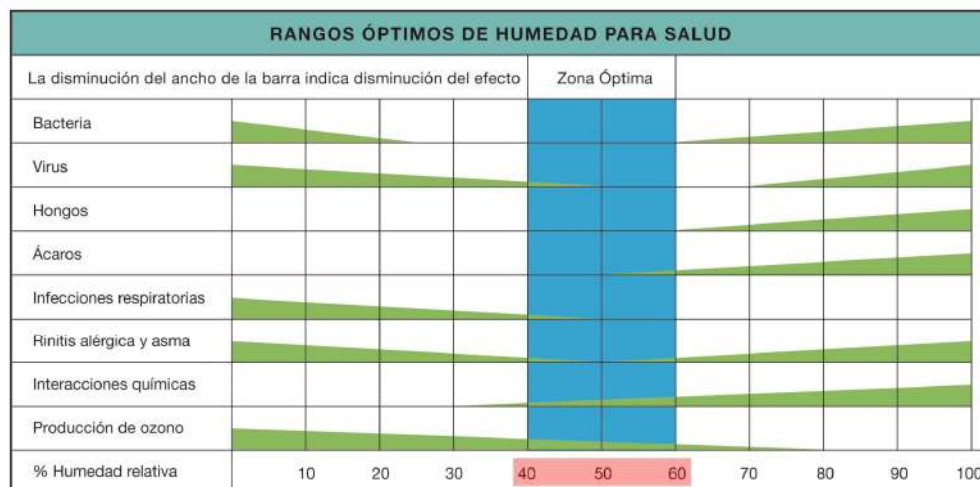


17



## CAPÍTULO 2

### Controles de ingeniería: *Rango de humedad relativa óptimo*



Fuente: adaptada de Sterling & Sterling (1985)

[www.distritoenergetico.com](http://www.distritoenergetico.com)



El futuro es de todos

Gobierno de Bogotá



upme



18



## CAPÍTULO 3

### Calidad de Aire Exterior: *Definición y Clasificación*



#### Objetivo:

Identificar las condiciones del aire exterior adecuadas para reducir la probabilidad de contagio por vía aérea.

[www.distritoenergetico.com](http://www.distritoenergetico.com)



El futuro es de todos

Gobierno de Bogotá



upme



19



## CAPÍTULO 3

### Calidad de Aire Exterior: *Definición y Clasificación*

El aire exterior ingresa a las edificaciones a través de los sistemas de ventilación y aire acondicionado.

Dependiendo de la ubicación del edificio, este puede contener contaminantes capaces de afectar la salud de las personas. Por eso es importante conocer la calidad del aire exterior disponible para ventilar los espacios.



VS



[www.distritoenergetico.com](http://www.distritoenergetico.com)



El futuro es de todos

Gobierno de Bogotá



upme



20

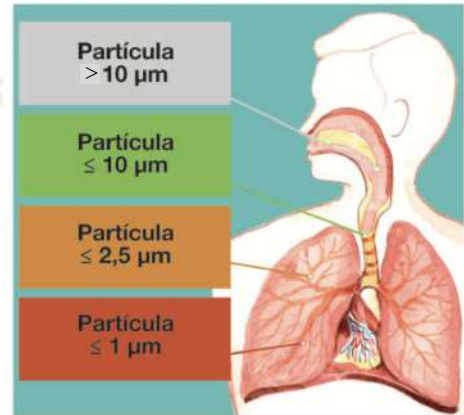
10



# CAPÍTULO 3

## Clasificación del Material Particulado

- **Partículas PM10.** Capaces de alcanzar las vías respiratorias hasta la tráquea, y disminuir la capacidad funcional debido a obstrucciones.
- **Partículas PM2,5.** Son la principal causa de problemas pulmonares, y es responsable de enfermedades respiratorias, oculares, de piel y, en muchas ocasiones, de cáncer de pulmón; además de ser un **vehículo transportador de microorganismos patógenos.**
- **Partículas PM1.** Son las más perjudiciales para el ser humano. Son capaces de penetrar al sistema cardiovascular.



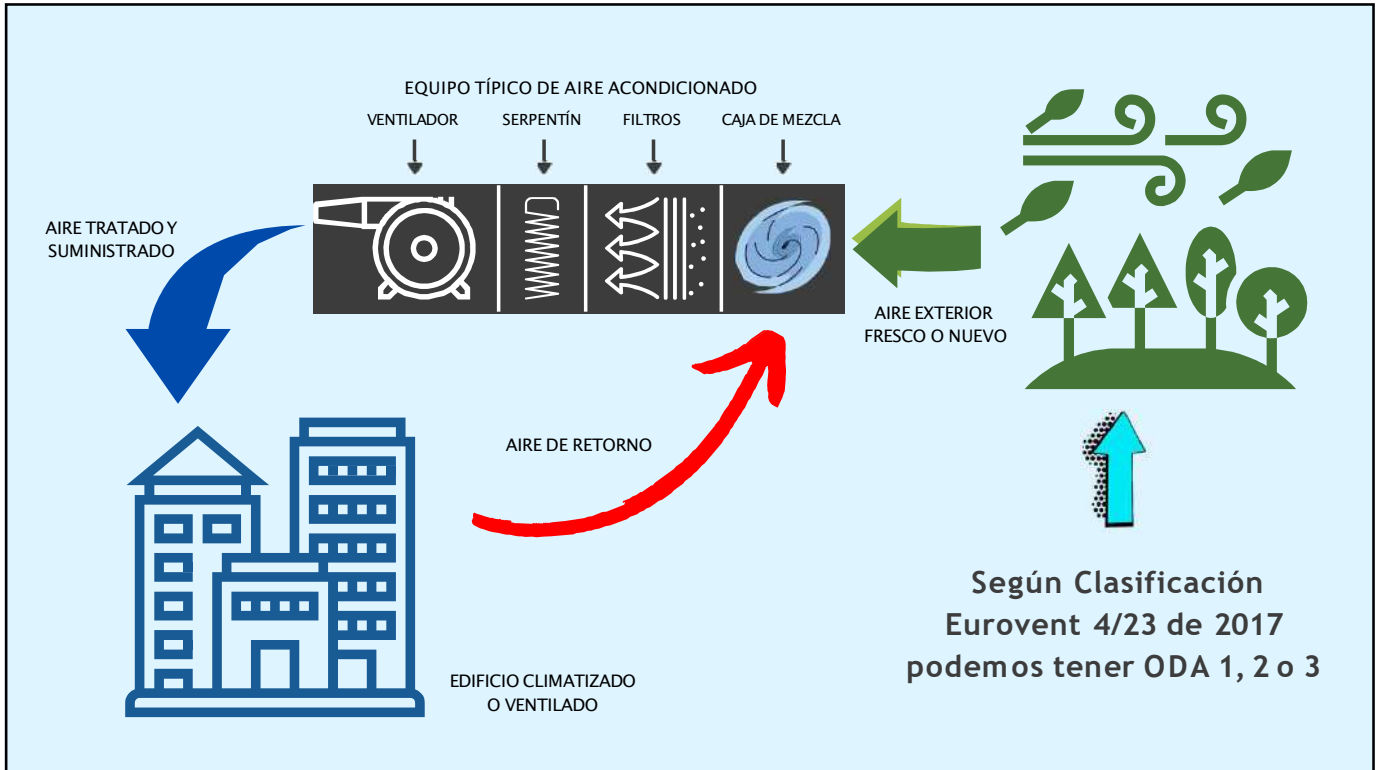
# CAPÍTULO 3

## Clasificación de la calidad de aire exterior

Clasificación Eurovent 4/23 de 2017

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	AMBIENTE TÍPICO
ODA 1	Aire exterior, es adecuado salvo alguna contaminación temporal. Material particulado medida anual de $PM_{2,5} \leq 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $PM_{10} \leq 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
ODA 2	Aire exterior, con concentraciones altas de partículas y/o gases contaminantes. Material particulado medida anual de $PM_{2,5} \leq 15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $PM_{10} \leq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
ODA 3	Aire exterior, con concentraciones de gases contaminantes y/o de partículas muy altas. Material particulado medida anual de $PM_{2,5} > 15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $PM_{10} > 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$	





23



## CAPÍTULO 4

### Calidad de Aire Interior: *Definición y Clasificación*

#### Objetivo:

Entender cómo se caracteriza la calidad del aire en espacios interiores.



24

12



## CAPÍTULO 4

"La calidad del aire interior (CAI) se refiere a los tipos y concentraciones de contaminantes transportados por el aire que se encuentran en los edificios"

La OMS ha promovido el término **síndrome del edificio enfermo**, que refleja el conjunto de enfermedades originadas o estimuladas por la contaminación del aire interior en espacios interiores o dentro de los edificios.



Fuente: Eurovent 4/23 de 2017



## CAPÍTULO 4

### Calidad de Aire Interior: *Clasificación Eurovent 4/23 de 2017*

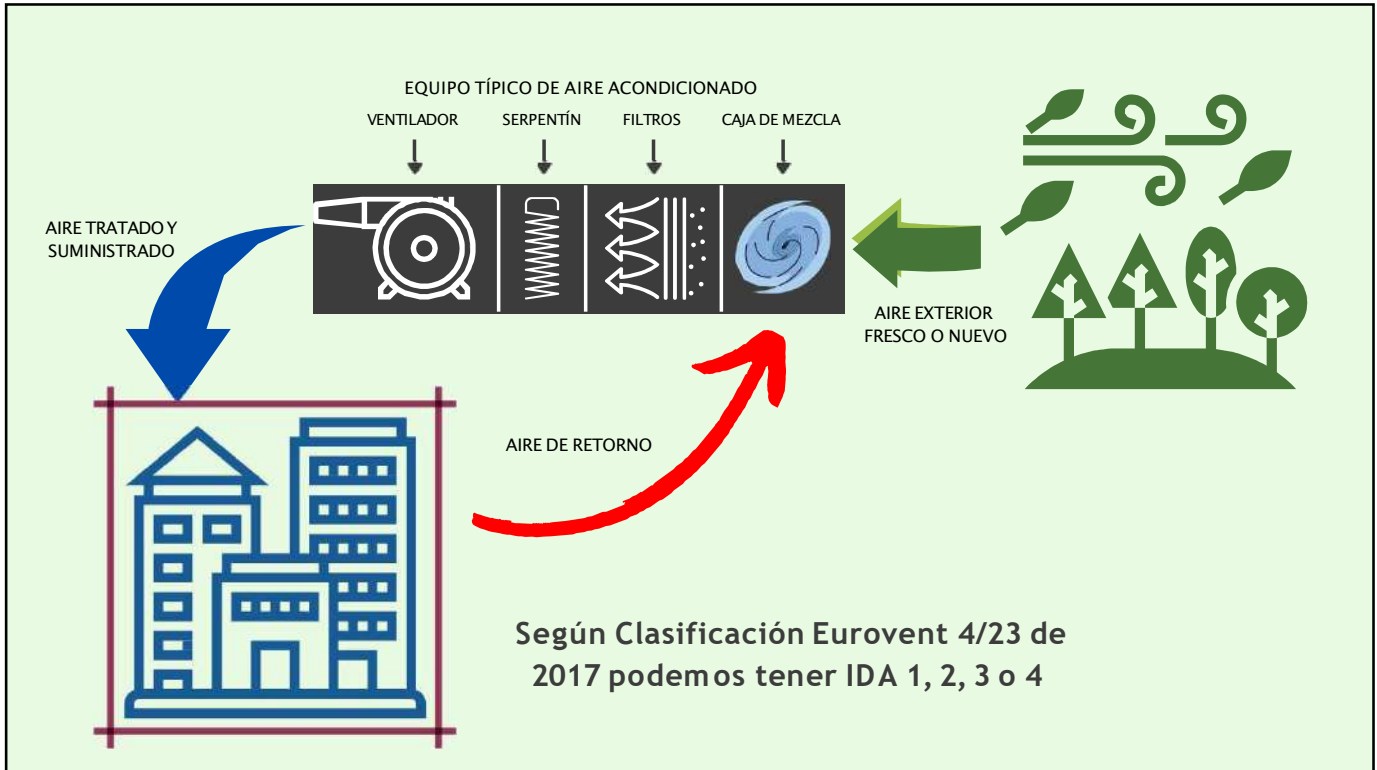
**IDA 1:** Espacios con **máxima calidad del aire**. Aplica para hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.

**IDA 2:** Áreas que requieren **buena calidad del aire**. Aplica para oficinas, residencias, salas de lectura, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y similares, y piscinas.

**IDA 3:** Espacios que requieren una **calidad de aire media**. Se usa para edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios y salas de ordenadores.

**IDA 4:** **No es recomendado para ocupación humana**. Se usa en lugares en los cuales la calidad del aire es baja.





27

**Dadas las características físicas y la agresividad del SARS-CoV-2 y su propagación, será necesario en algunos casos la reclasificación de espacios que funcionaban con nivel de IDA bajos.**

**Por ejemplo, un espacio con IDA 3 (CAI media) debe ahora equiparse para lograr niveles IDA 2 (CAI buena) o superiores.**



14

28



## CAPÍTULO 5

### Cómo Mejorar la CAI?



#### Objetivo:

Presentar pautas generales y parámetros según la norma **NIBF 500001** para generar una mejor calidad del aire interior en espacios ocupados



## CAPÍTULO 5

### Acciones para Mejorar la Calidad de Aire Interior

- **Eliminar o reducir las fuentes de contaminación** provenientes de los materiales de construcción, mobiliario del edificio, electrodomésticos, equipos e insumos de uso frecuente.
- **Usar sistemas de climatización** o ventilación natural para controlar contaminantes generados por el metabolismo de las personas (transpiración, exhalación, sudor, etc.).
  - Los sistemas de climatización **deberán tener etapas de filtración de aire** acordes con la aplicación y el estado del aire exterior.
  - Cuando se considere la ventilación natural, deberá tenerse en cuenta la calidad del aire exterior disponible.
- Definir el **valor ODA disponible** y el **IDA deseado**, con el fin de establecer un control de concentraciones de contaminantes por medio de mediciones periódicas.





Filtros de polvo fino	Ashrae 52.2	EN779	ISO16890			
			ISO ePM <sub>1</sub>	ISO ePM <sub>2,5</sub>	ISO ePM <sub>10</sub>	ISO Course
MERV 5		G3	-	-	-	>80%
MERV 6-7		G4	-	-	-	>90%
MERV 8-9		M5	-	-	>50%	-
MERV 10-12		M6	-	50-65%	>60%	-
MERV 13		F7	50-65%	65-80%	>85%	-
MERV 14		F8	65-80%	>80%	>90%	-
MERV16		F9	>80%	>95%	>95%	-

## CAPÍTULO 5

Equivalencia de los diferentes estándares de clasificación de filtros de polvo fino

	EN 1822:2011	Eficiencia inicial
Filtros de alta eficiencia (HEPA)	E10	>85%
	E11	<95%
	E12	>99,5%
	H13	>99,95%
Filtros de ultra alta eficiencia (ULPA)	H14	>99,995%
	U15	>99,9995%

\*HEPA - High-efficiency particulate air. \*\*ULPA - Ultra-low particulate air.

[www.distritoenergetico.com](http://www.distritoenergetico.com)





## CAPÍTULO 6

### Operación y Mantenimiento de Sistemas de Climatización

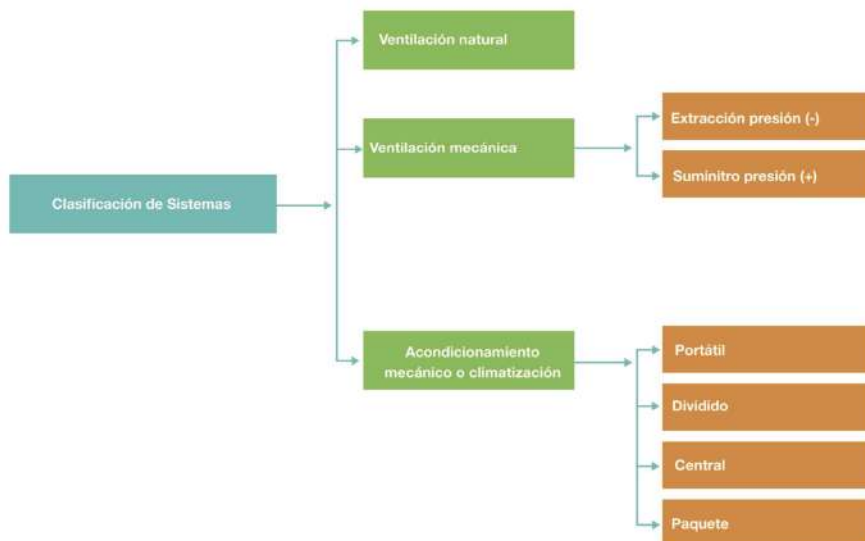
#### Objetivo:

Conocer las **disposiciones generales** para implementar programas de operación y mantenimiento para que puedan **reducir la probabilidad de contagio del SARS-CoV-2** en espacios ocupados.



## CAPÍTULO 6

### Clasificación Sistemas de Ventilación y Climatización





## CAPÍTULO 6

### Recomendaciones Según la Clasificación

<b>ESTRATEGIA</b>	Ventilación mecánica
<b>CONFIGURACIÓN</b>	Suministro (+) / Extracción (-)
<b>TIPO DE SISTEMA</b>	Sistemas de suministro o extracción
<b>RECOMENDACIONES</b>	Verifique y elimine suciedad, daños y corrosión en el gabinete del ventilador.
	Verifique el acople del gabinete o carcasa. Realice ajustes de ser necesario.
	Verifique el estado de rodamientos y revise niveles de ruidos. Lubrique de ser necesario.
	Verifique y compruebe la tensión de las correas y el estado y giro de poleas, según el fabricante. Evite que patinen al girar.
	Verifique si hay fugas en las conexiones flexibles. Corrija si se presentan.
	Verifique la operación de amortiguadores de vibraciones. Corrija cualquier defecto de ser necesario.
	Compruebe y revise las condiciones eléctricas de operación, según el fabricante.



## CAPÍTULO 6

### Recomendaciones: *Conductos y Accesorios*

**Los conductos son elementos que se usan para transportar el aire desde los equipos hasta los espacios que se va a acondicionar.**

**No todos los sistemas de climatización los utilizan.**

<b>ESTRATEGIA</b>	Equipo complementario
<b>CONFIGURACIÓN</b>	N/A
<b>TIPO DE SISTEMA</b>	Ductos y accesorios
<b>RECOMENDACIONES</b>	Compruebe y elimine suciedad (interna y externa), daños y corrosión de la red de conductos.
	Compruebe el sellado de las puertas de inspección en funcionamiento normal.
	Verifique y elimine daños al aislamiento térmico. Compruebe el sellado de las conexiones.
	Verifique rejillas o difusores de aire para suministro y retorno de aire.
	Compruebe y elimine suciedad, daños y corrosión; verifique los dispositivos de control y que haya equilibrio en las rejillas y difusores.





## CAPÍTULO 7

### Bioseguridad para Personal de Mantenimiento



#### Objetivo:

Presentar y entender los **elementos de protección personal** necesarios para ejecutar de manera segura los procedimientos de mantenimiento de climatización.

[www.distritoenergetico.com](http://www.distritoenergetico.com)



El futuro es de todos

Gobierno de Bogotá



upme



37



## CAPÍTULO 7

### Bioseguridad para Personal de Mantenimiento

- Debido a la alta probabilidad de encontrar **material microbiológico en los filtros** y entrar en contacto directo con **patógenos y virus**, el personal de mantenimiento se encuentra expuesto a un alto riesgo de contagio.
- Una de las principales recomendaciones al momento de realizar los procedimientos de mantenimiento es garantizar que el **sistema de climatización esté apagado** y verificar que no exista riesgo de ponerlo en operación accidentalmente.

Higiene de manos	Gorro quirúrgico	Respirador N95	Mascarilla quirúrgica	Protección facial u ocular <small>(monogafas/casaca)</small>	Uniforme o vestido quirúrgico	Bata antifluidos	Guantes	Zapato cerrado lavable
Permanente	Permanente	Recomendable	Permanente	Permanente	Permanente	Recomendable	Permanente	Permanente

[www.distritoenergetico.com](http://www.distritoenergetico.com)



El futuro es de todos

Gobierno de Bogotá



upme



38

19



## CAPÍTULO 8

### Recomendaciones para Ventilación de Espacios Interiores

#### Objetivo:

Establecer las **recomendaciones generales** para los espacios interiores ocupados, independiente de su uso y tipo de equipo.



[www.distrtoenergetico.com](http://www.distrtoenergetico.com)



El futuro es de todos

Gobierno de Colombia



upme



39



## CAPÍTULO 8

### Operación y Mantenimiento

- Desinfectar los elementos de **retorno y de impulsión de aire** y establecer rutinas de mantenimiento periódicamente.
- Para los **sistemas con 100% aire recirculado** es necesario extremar su limpieza y desinfección.
- Optimizar la dirección de flujo de aire frío
- con el objetivo **mejorar la dilución de contaminantes**.



[www.distrtoenergetico.com](http://www.distrtoenergetico.com)



El futuro es de todos

Gobierno de Colombia



upme



40

20



## CAPÍTULO 8

### Operación y Mantenimiento

- Se recomienda **cambiar los diferentes filtros** de los sistemas de climatización y ventilación. El estado del filtro se determina haciendo una **medición de la presión diferencial**.
- Es recomendable **validar la calidad de aire interior** en las diferentes áreas climatizadas de la edificación, con herramientas de **medición y monitoreo**.
- Los servicios sanitarios (baños) deben contar con buena ventilación. En caso de tener sistemas de extracción mecánica, estos deberán funcionar durante todo el día para **evitar el ingreso de aire viciado a otras zonas**.



## CAPÍTULO 8

### Adaptaciones y Mejoras Locativas

**Los puntos de descarga de las extracciones de aire viciado deben estar alejados de las tomas de aire exterior.**

- En el caso de que estén cercanas, se debe interponer una barrera para impedir la recirculación del aire.

Se deben identificar todas las posibles fuentes externas de contaminación que puedan generar un impacto negativo. Por ejemplo, sistemas de extracción de **baños, cocinas, cuartos de residuos** u otras fuentes de edificios o locales vecinos.





## CAPÍTULO 8

### Limpieza y Desinfección

- Se recomienda la implementación de tecnologías alternativas para la desinfección de superficies y **tecnologías activas de desinfección de aire** que cuenten con soportes de estudios científicos y cumplan estándares que garanticen su efectividad.
- Se recomienda usar sustancias desinfectantes de grado hospitalario para las actividades de limpieza de superficies, pero con **propiedades biodegradables, no irritantes ni inflamables ni tóxicas ni corrosivas.**



## CAPÍTULO 9

### Recomendaciones Generales para Edificios Comerciales



#### Objetivo:

Sugerir recomendaciones generales para edificaciones de alto flujo de personas como: **Edificios comerciales, de enseñanza y residenciales**





## CAPÍTULO 9

### Recomendaciones Generales: *Edificios Comerciales*

Estas recomendaciones aplican para cada una de las tipologías de edificios tratados en esta guía y **su implementación** deberá tomarse como una **buena práctica de ingeniería, operación y mantenimiento** de sistemas de climatización en edificaciones.

Se sugiere aplicar lo establecido en la **Guía de Buenas Prácticas de Ingeniería 09 de ACAIRE**, y los procedimientos descritos para calcular y comprobar las tasas mínimas de ventilación con aire exterior descritos por los **estándares 62.1 y 62.2, de 2019, de ASHRAE**.



## CAPÍTULO 9

### Recomendaciones Técnicas: *Edificios Comerciales y de Enseñanza*

- Aumentar la ventilación con aire exterior y el flujo de aire total para **incrementar la capacidad de dilución de contaminantes** en el área climatizada.
- Mejorar el sistema de filtración a un **nivel mínimo de eficiencia MERV-13** o al más alto nivel de eficiencia posible, asegurando que los filtros estén instalados adecuadamente.
- El rango de temperatura del área climatizada deberá estar entre **21° y 25°C**, y una humedad relativa entre el **40% y el 60%**.





## CAPÍTULO 9

### Recomendaciones Técnicas: *Casas, Apartamentos o Asimilables*

- Ventilar baños, cocinas, vestidores y cuartos de lavado con sistemas de ventilación mecánica.
- **Eliminar fuentes de contaminantes en parqueaderos o cuartos de almacenamiento cercanos** a tomas de aire exterior o sistemas de climatización.
- Siga las **recomendaciones del capítulo 8**, según el tipo de sistema que use.



[www.distritoenergetico.com](http://www.distritoenergetico.com)



El futuro es de todos

Gobierno de Bogotá



upme



INCHIA



INPE

47



# 90%

Del tiempo pasamos en el interior de una edificación

# 2/3

Del tiempo de nuestras vidas estamos dentro de un dormitorio y una oficina "áreas pequeñas"

*"Las decisiones en ingeniería, operación y mantenimiento de edificaciones impactan en las habilidades cognitivas, salud, productividad y bienestar de las personas"*

# 90%

[www.distritoenergetico.com](http://www.distritoenergetico.com)



El futuro es de todos

Gobierno de Bogotá



upme



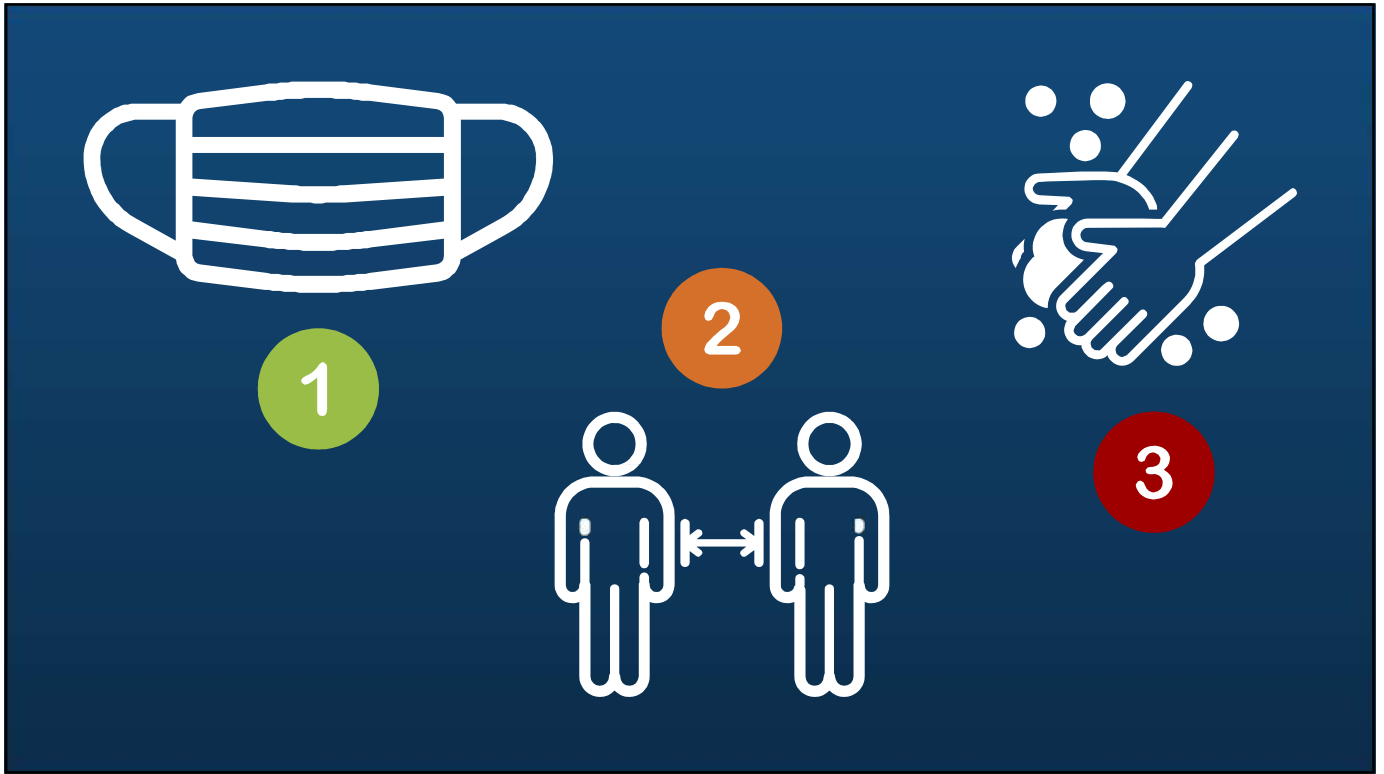
INCHIA



INPE

48

24





Guía de referencia para la calidad de aire interior (CAI) y prevención de riesgos de transmisión de SARS-CoV-2 (COVID-19)

y prevención de riesgos de transmisión de SARS-CoV-2 (COVID-19)

DISTRITOS TÉRMICOS COLOMBIA

DISTRITOS TÉRMICOS COLOMBIA

Solicitud de versión impresa:  
[distritostermicoscolombia@gmail.com](mailto:distritostermicoscolombia@gmail.com)

 [www.distritoenergetico.com/cov/](http://www.distritoenergetico.com/cov/)

51



## AGRADECIMIENTOS

### Autores, Equipo Técnico y Editor

<h4 style="text-align: center;">AUTORES DE LA GUÍA</h4> <h4 style="text-align: center;">CAPÍTULO DE CALIDAD DE AIRE INTERIOR DE ACAIRE</h4> <p>Ing. Adis Machado          Ing. Roberto D'Anetra          Ing. Daniel Tello          Ing. José Paulo Naranjo          Ing. César Ruíz          Ing. Ernesto Porras</p>	<h4 style="text-align: center;">EQUIPO TÉCNICO Y EDITOR</h4> <p>Ing. Hilda Cristina Mariaca          Ing. Ricardo Baquero          Ing. Celso Simoes          Ing. Bolivar Monrroy</p> <h4 style="text-align: center;">ENTIDADES</h4> <p>ONUDI          MINAMBIENTE          ACAIRE          DISTRITOS TÉRMICOS COLOMBIA FASE 2</p>
---	---

[www.distritoenergetico.com](http://www.distritoenergetico.com)



52

26



Guía de Referencia para la Calidad de Aire Interior (CAI) y  
Prevención de Riesgos de Transmisión de SARS-COV-2  
(COVID-19)

MUCHAS GRACIAS

Ernesto Porras  
Coordinador Distritos Térmicos Cali  
Coautor de la Guía



53



El uso del documento presente es exclusivamente  
informativo. ONUDI y el proyecto Distritos  
Térmicos en Colombia- Fase 2, no se hace  
responsable por la interpretación y uso del  
contenido de este material.

El contenido incluye un uso sugerido de la Guía, y  
de ninguna manera es obligante con las  
organizaciones.

Su reproducción con otros fines no es permitida.



54

27