



**Metodología para para la evaluación y ajuste periódico del Índice Bogotano de
Calidad del Aire y Riesgo en Salud (IBOCA)**

Elaborado por:

Secretaría Distrital de Ambiente

Secretaría Distrital de Salud

2022 - Febrero

Contenido

1. Introducción	1
2. Fundamentos de la metodología	2
2.1. Normatividad del IBOCA	2
2.2. Recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS)	5
2.3. Revisión bibliográfica	7
2.4. Gobernanza y articulación	7
2.5. Aspectos logísticos y estratégicos	7
3. Propuesta metodológica	8
4. Bibliografía	10

1. Introducción

El Índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud (IBOCA) fue adoptado por primera vez de manera oficial mediante la Resolución conjunta 2410 de 2015, que fue el resultado de la discusión y el trabajo intersectorial llevado a cabo bajo el liderazgo de la SDA y la SDS, con la participación de otras entidades distritales, la academia y la Organización Panamericana de la Salud (OPS). Sin embargo, el IBOCA ha estado en constante evaluación y transformación desde sus inicios, los cuales van más allá de esta primera adopción oficial, ya que ya existía como un índice no oficial en la época en que la Secretaría Distrital de Ambiente aún era su predecesor, es decir, el Departamento Administrativo del Medio Ambiente (DAMA) (IDEAM, 2002).

Con la Resolución conjunta 868 de 2021, que sustituye la Resolución conjunta 2410 de 2015, el IBOCA refuerza su enfoque y utilidad como eje fundamental para la gestión del riesgo por contaminación atmosférica en la ciudad, de acuerdo al artículo 5 del Decreto 595 de 2015, donde se establece que este índice es el “eje transversal del Sistema de Alertas Tempranas Ambientales de Bogotá, en su componente aire, SATAB-aire”.

Al mismo tiempo, la Resolución 868 de 2021 armoniza los criterios del AQI de la US-EPA que la norma nacional de aire acoge para el país (Resolución 2254 de 2017), y también precisa y vuelve más estrictos los criterios de declaratoria de prevención, alerta y emergencia para el ámbito Distrital.

A pesar de la evolución que ha tenido el IBOCA hasta el momento, todavía puede y debe mejorar mucho, haciéndose más preciso y sensible al riesgo generado en la salud humana y en las especies o ecosistemas de la estructura ecológica, especialmente cuando la ciudad sufre picos de contaminación atmosférica. Esta posibilidad de mejora continua está prevista y soportada por la misma Resolución Conjunta 868 de 2021, así como por el Decreto 802 del Concejo de Bogotá.

En el presente documento se describe una metodología para la evaluación y actualización periódica del IBOCA, con base en diferentes fundamentos técnicos, logísticos y estratégicos.

2. Fundamentos de la metodología

Una metodología que evalúe y ajuste de forma periódica y pertinente la forma de calcular el Índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud (IBOCA) debe articular y estar basada en una revisión bibliográfica especializada, en la consolidación de series de datos espacio-temporales de aire y salud, en estudios epidemiológicos de impactos de la contaminación del aire en la salud humana, en las recomendaciones sobre calidad del aire y salud de la Organización Mundial de la Salud (OMS), en investigaciones de impactos ambientales potenciales de la contaminación del aire y en la articulación de los aspectos normativos locales y nacionales relacionados con la calidad del aire, el IBOCA y el riesgo ambiental y en salud de la contaminación atmosférica. Para la armonización, desarrollo y canalización de todos estos fundamentos técnicos y normativos, la metodología además debe incluir y soportarse en aspectos logísticos, estratégicos, de fortalecimiento de capacidades institucionales y de gobernanza del aire.

2.1. Normatividad del IBOCA

Resolución conjunta 868 de 2021:

El artículo 13 de la Resolución Conjunta 868 de 2021 (mostrado a continuación) establece que el IBOCA deberá renovarse mediante una metodología de cálculo (tipo *Now cast* u otra), basada en estudios, investigaciones y evidencia científica, que lo haga más sensible a los impactos y riesgos en salud de los diferentes niveles de calidad del aire (intervalos de concentraciones de contaminantes). Siendo así, estos criterios deben ser acogidos en la presente metodología.

“Artículo 13. Prospección del Índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud – IBOCA –. La Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría Distrital de Salud deberán **definir una metodología de cálculo** del índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud – IBOCA – que permita hacerlo más sensible a eventos de contaminación atmosférica, **conforme a nuevos estudios e investigaciones** relacionados con los impactos y el riesgo en salud que se pueden generar en diferentes niveles de calidad del aire. Esta metodología podrá ser de tipo NowCast o de otro tipo y podrá incluir otros contaminantes atmosféricos, **con base en la evidencia científica**, tales como black carbon, entre otros.”

Acuerdo 802 de 2021 del Concejo de Bogotá:

En la Tabla 1 se analizan en detalle los 5 artículos del Acuerdo 802 del 2021 del Concejo de Bogotá, “por el cual se establecen lineamientos para la formulación de la metodología para la evaluación y ajuste de los intervalos del índice Bogotano de Calidad de Aire - IBOCA, y se dictan otras disposiciones.”, con el objetivo de traducir los lineamientos de esta norma en aspectos específicos de la metodología propuesta.

Tabla 1. Análisis del Articulado del Acuerdo 802 de 2021 del Concejo de Bogotá

Artículo	Forma en que debe ser considerado
<p>ARTÍCULO 1. OBJETO. La Administración, en cabeza de la Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría Distrital de Salud, tendrá en cuenta los lineamientos establecidos en el presente acuerdo, para la elaboración de una metodología por medio de la cual se evalúen periódicamente los intervalos de concentración del material contaminante, establecido en el Índice Bogotano de la Calidad del Aire IBOCA, para responder con más precisión y de forma cada vez más estricta a los diferentes estados de contaminación atmosférica en Bogotá y disminuir sus impactos en salud, incluyendo las directrices establecidas por la Organización Mundial de la Salud.</p> <p>PARÁGRAFO 1. La Administración Distrital expedirá por acto administrativo la actualización de los intervalos de concentración de los contaminantes incluidos en el Índice Bogotano de la Calidad del Aire - IBOCA, así como las actualizaciones adicionales que se realicen sobre el mismo, conforme a los ajustes y tiempos que la metodología técnica determine.</p> <p>PARÁGRAFO 2. La mencionada actualización se realizará gradualmente, acogiendo las recomendaciones de calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud - OMS, para lo cual se deberán establecer de acuerdo con el parágrafo 1, las modificaciones a que haya lugar.</p>	<p>Se definirá una metodología para la evaluación periódica del IBOCA en 3 fases, según los lineamientos establecidos en este Acuerdo. Esta metodología estará basada en los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Tiempos para evaluación periódica del IBOCA y para las eventuales expediciones de nuevos actos administrativos que lo actualicen progresivamente, de acuerdo a los resultados y definiciones técnicas. Estos tiempos corresponderán a tres fechas de corte: 2023, 2026 y 2030. ii. Recomendaciones que la OMS hace en sus guías globales de calidad del aire (WHO, 2021, WHO, 2005) (en los términos expuestos más adelante). iii. Gobernanza: Articulación y gestión institucional e interinstitucional entre la SDS, la SDA y las entidades adicionales que se consideren pertinentes. También debe garantizarse la participación de otros tipos de actores en las 3 fases propuestas, ya sean ciudadanos, académicos o de otro tipo que sea relevante. iv. Revisión bibliográfica especializada. v. Consolidación y análisis de series de datos de calidad del aire y salud, en el marco de estudios epidemiológicos estructurados, con el fin de obtener los riesgos de la población frente a las mezclas de contaminantes locales. Esto constituye un insumo clave para la definición de nuevas formas de cálculo e interpretación del IBOCA e implica que deben utilizarse las bases de datos que sean necesarias para estos estudios y, en caso de no ser suficientes, debe hacerse gestión interinstitucional para completarlas. vi. Evaluación de uso, pertinencia y aceptación social del IBOCA inmediatamente anterior.
<p>ARTÍCULO 2. PARTICIPACIÓN. Con el propósito de implementar y divulgar de forma integral la metodología técnica, se promoverán el gobierno abierto y la participación ciudadana, así como los monitoreos territorializados de exposición; teniendo en cuenta los sistemas y equipos</p>	<p>Los temas señalados de gobernanza, participación y gobierno abierto están incluidos en el Plan Estratégico para la Gestión Integral de la Calidad del Aire 2030 (Plan Aire 2030) y serán fortalecidos mediante la reglamentación del Acuerdo 800 de 2021 del Concejo de Bogotá, “por medio del cual</p>

Artículo	Forma en que debe ser considerado
<p>de monitoreos de la ciudadanía y la academia como fuentes de información, de manera que complemente la información oficial de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire (RMCAB) a través de un modelo de gobernanza del aire.</p> <p>PARÁGRAFO 1. La Administración, en cabeza de la Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría Distrital de Salud, propenderá por el acceso, uso y aprovechamiento de la información resultante de la medición de la calidad del aire; así como por la formulación y el desarrollo de una estrategia unificada de comunicación y pedagogía, integrando a las diferentes entidades distritales, que oriente a los ciudadanos sobre la interpretación acertada de las plataformas de divulgación del Índice Bogotano de Calidad del Aire – IBOCA y procurando generar redes de investigación.</p> <p>PARÁGRAFO 2. La Administración Distrital propenderá por la articulación con la Gobernación de Cundinamarca y los municipios aledaños para fortalecer el monitoreo regional de la calidad del aire.</p>	<p>se crea la Mesa Permanente por la Calidad del Aire en la ciudad de Bogotá, D.C. y se establecen lineamientos sobre la materia”. Esta Mesa deberá articularse con otros espacios de discusión, articulación y toma de decisiones, en especial la Mesa Regional de Calidad del Aire, lo cual acoge los lineamientos del parágrafo 2 de este artículo.</p> <p>Los monitoreos territorializados se definirán y desarrollarán mediante el proyecto del Plan Aire 2030 destinado a establecer una Red Colaborativa de Microsensores de Calidad del Aire. El uso de los datos obtenidos mediante la Red Colaborativa de Microsensores de Calidad del Aire en el cálculo del IBOCA se evaluará en la fase 3 de la presente metodología. El eventual uso de este tipo de información en el cálculo de IBOCA deberá considerar su validación y validez estadística, así como su relación con la exposición personal.</p> <p>La Estrategia Pedagógica y Comunicativa del IBOCA se desarrollará de acuerdo a como se indica en este Acuerdo y en el artículo 10 de la Resolución 868 de 2021. Esta estrategia deberá armonizarse con las oficinas de comunicación de la SDS y la SDA.</p>
<p>ARTÍCULO 3. FORTALECIMIENTO DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE. La Administración, en cabeza de la Secretaría Distrital de Ambiente, promoverá el mejoramiento y fortalecimiento de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire (RMCAB), con el fin de garantizar la captura de datos precisos y certeros sobre la concentración del material particulado y otros tipos de contaminantes atmosféricos, para que sean considerados en los ajustes futuros del índice.</p>	<p>La RMCAB se amplió recientemente a 20 estaciones, de modo que su fortalecimiento consistirá en garantizar su correcto funcionamiento y en su articulación con los equipos y objetivos de la Red Colaborativa de Microsensores de Calidad del Aire, que actualmente tiene alrededor de 30 unidades y se proyecta aumentar progresivamente en los siguientes tres años.</p>
<p>ARTÍCULO 4. LINEAMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA. La Administración, en cabeza de la Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría Distrital de Salud, tendrá en cuenta como mínimo, los siguientes lineamientos para la implementación de la metodología:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Rigor subsidiario frente a normas nacionales. -Comportamiento de los episodios agudos de contaminación. -Comportamiento de los episodios crónicos de contaminación. -Dinámicas propias de la ciudad, en términos de comportamiento de contaminantes y meteorología. -Fortalecimiento de la gestión del riesgo por contaminación atmosférica. -Las recomendaciones de la OMS para contaminantes criterio. 	<p>El rigor subsidiario siempre deberá ser revisado antes de la definición y adopción de cada nueva versión del IBOCA. En todas las fases de la metodología propuesta deberá procurarse la articulación con la normatividad nacional, sobre todo en lo que atañe a armonización de intervalos de color, para la comunicación armoniosa del riesgo en salud por contaminación atmosférica.</p> <p>Las dinámicas en el comportamiento de los contaminantes (criterio y nuevos) y de la meteorología de la ciudad, así como de los episodios de contaminación a corto plazo (“agudos”) y de largo plazo (“crónicos”), serán considerados gradualmente en las diferentes fases de la metodología.</p>

Artículo	Forma en que debe ser considerado
	<p>Desde la primera fase de la metodología se utilizará la información de mortalidad desagregada espacialmente con la cual se dispone y se evaluará el uso y/o consecución de la información de mortalidad.</p> <p>Las diferentes versiones del IBOCA siempre deberán mantener y mejorar la función que ya tiene para la gestión del riesgo de la ciudad, por medio del Sistema de Alertas Ambientales de Bogotá (SATAB) en su componente aire.</p> <p>Las recomendaciones de la OMS se tendrán en cuenta mediante los aspectos investigativos mencionados más adelante, lo cual contribuirá al alcance gradual de los objetivos intermedios y los valores guía de la OMS (WHO; 2005), en articulación con la gestión integral de la calidad del aire que organiza y consolida el Plan Aire 2030.</p>
<p>ARTÍCULO 5. INFORME DE LOGROS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA. La Administración, en cabeza de la Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría Distrital de Salud, presentará anualmente un informe que tenga divulgación pública, sobre los avances en la formulación y/o implementación de la metodología, regulada en el presente Acuerdo.</p> <p>PARÁGRAFO 1. La Administración Distrital propenderá por la formulación de la metodología, el año siguiente a la entrada en vigencia del presente Acuerdo.</p> <p>PARÁGRAFO 2. El informe incluirá un consolidado de las denuncias ciudadanas, sobre las situaciones que afectan la calidad del aire de la ciudad.</p>	<p>La presente metodología definida de forma integral en tres fases hará parte del informe anual indicado.</p> <p>Este informe además incluirá el avance en la Estrategia Pedagógica y de Comunicación del IBOCA y el consolidado de las denuncias ciudadanas sobre las situaciones que afectan la calidad del aire de la ciudad.</p>

2.2. Recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS)

Desde su primera adopción oficial mediante la resolución 2410 de 2015, hoy derogada y remplazada por la resolución 868 de 2021, el IBOCA se ha basado parcialmente en el AQI¹ de la EPA, que fue definido en la década de los setenta entre varios índices que se utilizaban en los territorios de Estados Unidos y Canadá (Ott & Thorn, 1976), y que también es utilizado a nivel nacional en Colombia para informar la calidad del aire, pero no precisamente para gestionar contingencias ambientales por contaminación atmosférica (Resolución 2254 de 2017).

¹ AQI = Air Quality Index (en español, ICA = Índice de Calidad del Aire).

El IBOCA, al igual que el AQI norteamericano, establece recomendaciones y criterios cualitativos de riesgo en salud para cada uno de sus intervalos, pero no agrega contaminantes ni considera efectos sinérgicos entre ellos. Es decir, en un momento y lugar dado, estos índices se calculan para todos los contaminantes criterio (PM2.5, PM10, ozono troposférico, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre, monóxido de carbono) y se escoge el que peor esté. Para el caso del IBOCA, este índice se denomina el IBOCA condicionante (ver artículos 2 y 4 de la Resolución Conjunta 868 de 2021).

Por lo anterior, el IBOCA actual puede ser considerado como una aproximación local para gestionar oportunamente los riesgos en salud que generan los diferentes estados de calidad del aire de la ciudad, pero deben adelantarse estudios epidemiológicos con las condiciones locales de población, mezcla de contaminantes y meteorología, para que pueda ser considerado un Índice de Calidad del Aire y Salud, como por ejemplo ha sido desarrollado recientemente en Canadá (Tan, X., et al., 2021).

En el documento de directrices para la calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud - OMS - (WHO, 2005 y WHO, 2021) se definen guías y objetivos intermedios² para valores promedio máximos recomendados de contaminantes criterio, tanto para exposiciones prolongadas (anuales) como de corta duración (por ejemplo, 24h para PM2.5), con el objetivo de proteger la salud de las poblaciones. Estos valores no corresponden exactamente a un índice de calidad del aire como el AQI de la US-EPA o el IBOCA, que se calculan cada hora con la media móvil de las últimas 24 horas y que sirven para indicar el riesgo en salud de la calidad del aire en un momento y lugar determinado.

A pesar de esta diferencia técnica, es importante tener en cuenta que los índices de calidad del aire usualmente usan el valor de referencia de las Guías de Calidad del Aire de la OMS para delimitar su primer intervalo o categoría. Por tal razón, los valores de corte de la última guía de calidad del aire de la OMS (WHO, 2021) pueden ser considerados en una futura versión del IBOCA para su primer o primeros niveles (verde, amarillo), de modo que los mejores estados de calidad del aire correspondan a los valores guía o intermedios de este documento de la OMS. Para realizar esta articulación debe prestarse atención a no incumplir el principio de rigor subsidiario, manteniendo o haciendo más estricto los criterios técnicos establecidos por la norma nacional de calidad del aire (Resolución 2254 de 2017 o la que la reemplace).

Por otro lado, la OMS ha advertido que “es necesario seguir investigando para que los nuevos datos sobre equidad medioambiental se incorporen a las directrices sobre contaminación atmosférica y, posiblemente, a las medidas políticas”. (WHO, 2005). En particular recomienda que dichas investigaciones incluyan los siguientes aspectos:

- ✓ Documentación de posibles gradientes de la exposición y los efectos en salud de la contaminación atmosférica, de acuerdo a la demografía y el nivel socioeconómico de

² En la norma nacional de calidad del aire (Resolución 2254 de 2017), que incluye los límites permisibles anuales y de corta duración para contaminantes criterio, se consideró un proceso gradual para que el país llegue al objetivo intermedio 3 de la OMS, el cual coincide con el objetivo a 2030 del Plan Aire (Decreto 332 de 2021).

diferentes entornos. Es importante evaluar la heterogeneidad de la exposición-respuesta en función de la edad, el género, el estado de salud, el rendimiento educativo y el nivel de ingresos (a nivel individual y poblacional).

- ✓ Caracterización de patrones de exposición de la población, como resultado de fuentes locales.
- ✓ Enfoque en resolver necesidades identificadas por los responsables políticos y las comunidades afectadas.
- ✓ Selección de indicadores socioeconómicos susceptibles de intervención política.
- ✓ Involucramiento de actores diversos, incluyendo a representantes de comunidades locales afectados por la contaminación, en la identificación del problema, el diseño de la investigación y la traducción de los resultados en acciones de reducción de la contaminación atmosférica y la exposición a la misma.

Estos aspectos investigativos se tienen en cuenta en la presente metodología y en su distribución temporal de tres fases (ver Tabla 3).

2.3. Revisión bibliográfica

Además de los documentos normativos y de las guías de la OMS, esta versión de la metodología de actualización periódica del IBOCA está basada en una revisión bibliográfica básica de literatura científica sobre los criterios, diferencias, metodologías de construcción, evaluación y novedades en Índices de Calidad del Aire (ICA) e Índices de Calidad del Aire y Salud (ICAS) de diferentes partes del mundo. Las referencias iniciales de esta revisión se agrupan en la bibliografía al final de este documento.

2.4. Gobernanza y articulación

La propuesta metodológica actual surge del trabajo conjunto interinstitucional entre la Secretaría Distrital de Ambiente (Subdirección de Calidad del Aire, Auditiva y Visual) y la Secretaría Distrital de Salud, basado en reuniones de trabajo periódicas y en la revisión iterativa de documentos de trabajo.

El documento final de esta metodología, así como su correspondiente plan de trabajo para cada una de las tres fases planteadas, será discutido y articulado con otros actores involucrados o interesados, tales como la academia, representantes de la ciudadanía, el Concejo de Bogotá, la Secretaría Distrital de Movilidad, entre otros que sean relevantes, en coherencia con el modelo de gobernanza del aire planteado en el Plan Aire 2030 (Decreto 332 de 2021) y en el Sistema de Alertas Tempranas Ambientales de Bogotá en su componente Aire (SATAB-aire) (Decreto 595 de 2015).

Es importante indicar que, como eje de la gestión del riesgo por contaminación atmosférica en Bogotá, el IBOCA está relacionado con la aplicación de las medidas intersectoriales que se establecen en el correspondiente Plan de Contingencia, las cuales varían en intensidad en función del nivel del riesgo del IBOCA³. Para definir estas medidas hay un esquema de gobernanza propio, que incluye a los sectores económicos involucrados o afectados por los diferentes niveles de contingencia.

Por último, hay que mencionar el papel clave que tiene la Estrategia Pedagógica y de Comunicación del IBOCA, definida en el artículo 10 de la Resolución 868 de 2021 y fomentada mediante el parágrafo 1, artículo 2 del Acuerdo 802 (ver Tabla 1), ya que además de contribuir a la gobernanza del aire, su implementación contribuye a la evaluación de la versión en vigencia del IBOCA.

2.5. Aspectos logísticos y estratégicos

Por último, es importante resaltar que la presente propuesta metodología no es solo una metodología de cálculo, sino una metodología que combina varios aspectos como los técnicos, los normativos, los de gobernanza, los logísticos y los estratégicos. Esto permitirá definir un plan de acción realista que dé contexto y viabilice los estudios técnicos y epidemiológicos que permitan una evaluación y eventual modificación normativa del IBOCA en lapsos de tiempo definidos.

Dentro de los aspectos logísticos y estratégicos es de importancia la gestión de las bases de datos que se identifiquen como necesarias para realizar determinados estudios, así como el mantenimiento y fortalecimiento del personal especializado en aire y salud en la SDA y en la SDS.

³ Para el IBOCA 2.0, los niveles de riesgo preestablecidos desembocan en declaratorias oficiales de Alerta Fase 1, Alerta Fase 2 o Emergencia, siempre y cuando se cumplan los criterios técnicos definidos en el artículo 7 u 8 de la Resolución Conjunta 868 de 2021.

3. Propuesta metodológica

Con base en los fundamentos expuestos se propone una metodología para la evaluación periódica de la forma de cálculo del Índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud (IBOCA), combinando aspectos técnicos y una visión estratégica y de gestión, que incluye la articulación de actores institucionales y ciudadanos, así como el aumento de capacidades institucionales. Esta metodología se proyecta **en tres fases** que se distribuyen hasta el año 2030, según se indica en la Tabla 2.

Tabla 2. Versiones del IBOCA.

Versión de IBOCA	Descripción
IBOCA 1.0	Índice Bogotano de Calidad del Aire, adoptado mediante la Resolución conjunta 2410 de 2015 (derogada por la Resolución 868 de 2021). Este índice se basó en las iniciativas previas no normativas que a nivel distrital propusieron un índice de calidad del aire para la ciudad, así como en el AQI de la EPA, el CAQI europeo, la gestión del riesgo del Sistema de Alertas Tempranas Ambientales de Bogotá en su componente aire (Decreto 595 de 2015), entre otros aspectos.
IBOCA 2.0	Índice Bogotano de Calidad del Aire y Riesgo en Salud, adoptado mediante a Resolución 868 de 2021. Este índice se basó en el IBOCA 1.0, así como en la armonización con las actualizaciones y criterios normativos nacionales a nivel nacional (Resolución 2254 de 2017), manteniendo su función en la gestión del riesgo por contaminación atmosférica. Esta versión de IBOCA fue definido con un proceso robusto de gobernanza, incluyendo actores institucionales, académicos y ciudadanos
IBOCA 3.0	Se proyecta para el año 2023 . Corresponde a la Fase 1 de la metodología aquí propuesta, y estará basado en estudio que incluye las componentes y acciones especificadas en la Tabla 3.
IBOCA 4.0	Se proyecta para el año 2026 . Corresponde a la Fase 2 de la metodología aquí propuesta, y estará basado en estudio que incluye las componentes y acciones especificadas en la Tabla 3.
IBOCA 5.0	Se proyecta para el año 2030 . Corresponde a la Fase 3 de la metodología aquí propuesta, y estará basado en estudio que incluye las componentes y acciones especificadas en la Tabla 3.

En cada una de las 3 fases planteadas se irán incluyendo progresivamente los aspectos metodológicos y complementarios indicados en la Tabla 3. Como se ve, la evaluación y eventual uso de diferentes variables de aire y salud también aumentarán progresivamente y dependerá del desarrollo y los resultados de las fases.

Tabla 3. Aspectos metodológicos y complementarios para la evaluación periódica de la forma de Cálculo del IBOCA

Aspectos metodológicos y complementarios			Fases		
			1	2	3
1. Revisión bibliográfica de metodologías existentes de Índices de Calidad del Aire (ICA) e Índices de Calidad del Aire y Salud (ICAS)					
2. Evaluación de variables para su inclusión en estudio epidemiológico	Calidad del aire	Contaminantes criterio (RMCAB ^a): PM _{2.5} , PM ₁₀ , gases			
		Contaminantes criterio (RCMCA ^b): PM			
		Contaminantes no criterio: black carbon, otros			
	Salud	Mortalidad			
		Morbilidad			
3. Gestión y/o monitoreo para la consolidación de base de datos espacio-temporales	Calidad del aire	Contaminantes criterio (RMCAB ^a): PM _{2.5} , PM ₁₀ , gases			
		Contaminantes criterio (RCMCA ^b): PM			
		Contaminantes no criterio: black carbon, otros			
	Salud	Mortalidad			
		Morbilidad ^c			
4. Estudio epidemiológico para determinar el o los riesgos en salud por exposición a la contaminación del aire, incluyendo la evaluación de sinergias y agregación de contaminantes ^{d,e}					
5. Evaluación de metodología NowCast para la comunicación y gestión del riesgo (mayor sensibilidad a tiempos cortos de exposición)					
6. Articulación con el Análisis Acumulativo del Riesgo Socio Ambiental por Exposición a contaminación del aire (ACRE)					
7. Acciones de articulación y gobernanza para la definición del IBOCA	Articulación interinstitucional entre SDA y SDS				
	Articulación con academia, ciudadanía y actores regionales (CAR, municipios aledaños, Gobernación de Cundinamarca, MADS).				
8. Evaluación estadística del IBOCA (uso, desempeño, aceptación social)	IBOCA 2.0				
	IBOCA 3.0				
	IBOCA 4.0				
9. Adopción normativa de nuevo IBOCA	Evaluación de pertinencia				
	Redacción y firma de actos administrativos ^f				
10. Aspectos complementarios	Estudio de impacto de la calidad del aire en especies y ecosistemas urbanos a través de bioindicadores (líquenes, árboles, otros) ^e				
	Establecimiento y desarrollo de la Estrategia Pedagógica y Comunicativa del IBOCA				
	Contratación de equipos de profesionales en aire y salud en la SDA y de la SDS, incluyendo la vinculación de profesional experto en epidemiología y calidad del aire que actúe como interfaz entre SDS y SDA)				

^a Provenientes de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá (RMCAB).

^b Provenientes de la Red Colaborativa de Microsensores de Calidad del Aire (RCMCA).

^c Para el caso de la información de morbilidad, la consecución de la información dependerá de que cambie la forma actual como se registra en la ciudad, lo cual depende del ámbito nacional.

^d El incremento progresivo de variables consideradas dependerá de los puntos 1 y 3.

^e La evaluación de impactos (en salud y ecológicos) se hará en función de las concentraciones y/o intervalos de los contaminantes evaluados.

^f Dependerá de la evaluación previa de la pertinencia de adoptar un nuevo IBOCA.

4. Bibliografía

Chen, R. et al. (2013). Communicating air pollution-related health risks to the public: An application of the Air Quality Health Index in Shanghai, China. *Environ. Int.*, 51, 168–173.

Chen, R. et al. (2017). Fine Particulate Air Pollution and Daily Mortality. A Nationwide Analysis in 272 Chinese Cities. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, 196(1), 73-81

Cromar, K. et al. (2021). Development of a Health-Based Index to Identify the Association between Air Pollution and Health Effects in Mexico City. *Atmosphere*, 12, 372.

Du, X. et al. (2020). The establishment of National Air Quality Health Index in China. *Environ. Int.*, 138, 105594.

Gao, R. et al. (2021). The construction of the air quality health index (AQHI) and a validity comparison based on three different methods. *Environ. Res.*, 197, 110987.

Gorai, A.K. et al. (2015). An innovative approach for determination of air quality health index. *Sci. Total Environ.*, 533, 495–505.

IDEAM. (2002). Evaluación de los criterios que actualmente utiliza el DAMA para la elaboración del Índice Bogotano de Calidad del Aire de Bogotá (IBOCA). Auditoría a la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá, Anexo 12.

Janarthanan, R. et al. (2021). A deep learning approach for prediction of air quality index in a metropolitan city. *Sustain. Cities Soc.*, 67, 102720.

Kumar Gorai, K.A., & Goyal, P. (2015). A Review on Air Quality Indexing System. *Asian J. Atmos. Environ.* 9-2, 101-113.

Kumar G. et al. (2021). Air quality index – A comparative study for assessing the status of air quality before and after lockdown for Meerut. *Mater. Today. Proc.*, In Press.

Kyrkilis, G. et al. (2007). Development of an aggregate Air Quality Index for an urban Mediterranean agglomeration: Relation to potential health effects. *Environ. Int.*, 33, 670–676.

Li, X. et al. (2017). The construction and validity analysis of AQHI based on mortality risk: A case study in Guangzhou, China. *Environ. Pollut.*, 220, Part A, 487-494.

Liang, C.-J. et al. (2020). A rolling forecast approach for next six-hour air quality index track. *Ecol. Inform.*, 60, 101153.

Mason, T.G. et al. (2019). An evaluation of the air quality health index program on respiratory diseases in Hong Kong: An interrupted time series analysis. *Atmos. Environ.*, 211, 151-158.

Olstrup, H. et al. (2019). A Multi-Pollutant Air Quality Health Index (AQHI) Based on Short-Term Respiratory Effects in Stockholm, Sweden. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 16, 105.

Olstrup, H. (2020). An Air Quality Health Index (AQHI) with Different Health Outcomes Based on the Air Pollution Concentrations in Stockholm during the Period of 2015–2017. *Atmosphere*, 11, 192.

Ott, W.R. & Thorn, G.C. (1976). Air Pollution Index Systems in the United States and Canada, *Journal of the Air Pollution Control Association*, 26(5), 460-470.

Perlmutter, L.D., & Cromar, K.R., (2019). Comparing associations of respiratory risk for the EPA Air Quality Index and health-based air quality indices. *Atmos. Environ.*, 202, 1–7.

Phruksahiran, N. (2021). Improvement of air quality index prediction using geographically weighted predictor methodology. *Urban Clim.*, 38, 100890.

Romieu, I. et al. (2012). Multicity Study of Air Pollution and Mortality in Latin America (the ESCALA Study). Research Report 171. Health Effects Institute, Boston, MA.

Sicard, P. et al. (2011). Air quality trends and potential health effects e Development of an aggregate risk index. *Atmos. Environ.*, 45, 1145-1153.

Stieb, D.M. et al. (2008). A New Multipollutant, No-Threshold Air Quality Health Index Based on Short-Term Associations Observed in Daily Time-Series Analyses. *Air & Waste Manage. Assoc.*, 58(3), 435–450

Tan X. et al. (2021). A review of current air quality indexes and improvements under the multi-contaminant air pollution exposure. *J. Environ. Manage.*, 279, 111681.

Wai Wong, T. et al. (2013). Developing a risk-based air quality health index. *Atmos. Environ.*, 76, 52-58.

World Health Organization (2005). Air Quality Guidelines. Global Update 2005 (pp 146-147).

World Health Organization (2021). WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide.

Xu, H. et al. (2020). Improved risk communications with a Bayesian multipollutant Air Quality Health Index. *Sci. Total Environ.*, 722, 137892.

