



WRI COLOMBIA

Manual de indicadores de impacto en calidad del aire en proyectos urbanos

Este producto se basa en la publicación "Aire limpio en Barrios Vitales: Indicadores de Impacto en Calidad de Aire" y sintetiza los principales pasos para construir indicadores de impacto en calidad del aire en proyectos urbanos. Nota práctica. Bogotá: Instituto de Recursos Mundiales (WRI)
Disponible en: <https://doi.org/10.46830/wriprn.23.00085>.

ES.WRI.ORG

CONTENIDO

- 1 RESUMEN
 - 2 INTRODUCCIÓN A LOS INDICADORES
 - 5 PASOS PARA DISEÑAR INDICADORES DE IMPACTO EN CALIDAD DEL AIRE
 - 3 IDENTIFICAR EL INSTRUMENTO DE PLANEACIÓN DE CIUDAD
 - 4 DETERMINAR EL TIPO DE INTERVENCIÓN Y LOS EFECTOS PREVISIBLES
 - 7 IDENTIFICAR LOS EFECTOS PARA CADA ASPECTO DE CIUDAD
 - 8 DISEÑAR INDICADORES DE CALIDAD DEL AIRE
 - 19 CONSTRUIR LA LÍNEA BASE DE INDICADORES DE CALIDAD DEL AIRE
 - 22 ASPECTOS CLAVE PARA LA EVALUACIÓN DE INDICADORES
 - 23 PRESENTACIÓN Y USO DE LA INFORMACIÓN
 - 24 REFERENCIAS
-

AUTORÍA

Sandra Meneses Martínez

Edición

Anamaría Martínez y Sara Botero

Diseño

Karen Prieto y Laura Nieto





RESUMEN

El propósito de este documento es brindar a los entes públicos de las ciudades y herramientas para incorporar indicadores de calidad aire en sus proyectos y respectivos sistemas de monitoreo y evaluación. Específicamente para intervenciones en urbanismo, infraestructura, movilidad y saneamiento, se incluye un abanico de opciones en cuanto a indicadores de resultado que permite evaluar y visibilizar beneficios en la calidad de vida de la población, específicamente en la calidad del aire.

INTRODUCCIÓN A LOS INDICADORES

El Departamento Nacional de Planeación de Colombia (DNP) define los indicadores como una expresión **cuantitativa, observable y verificable** que describen características, comportamientos o fenómenos de la realidad, así los indicadores se logran a través de la medición de una variable o de la relación entre varias variables (DNP 2017).

Los indicadores se utilizan para facilitar procesos de diagnóstico y seguimiento en políticas públicas, ya que permiten:

- Cuantificar cambios en contextos de desarrollo.
- Hacer seguimiento al cumplimiento de acuerdos, planes, programas y proyectos.
- Generar alertas tempranas para lograr objetivos planteados.

Características de los indicadores

Los indicadores permiten no solo evaluar el estado actual de una intervención, sino también los posibles efectos (positivos o negativos) a futuro. Dichos efectos son cambios en el bienestar de la población objetivo, son resultado de la intervención (DNP 2009). Los indicadores poseen características claras y comunes que facilitan su aplicación y evaluación en distintos contextos de planeación y desarrollo de políticas públicas (ver Figura 1).

FIGURA 1. | Características de los indicadores



Fuente: elaboración propia a partir de información del DNP (2009).

Tipos de indicadores

El tipo de indicador está relacionado con la etapa de la cadena de valor de un proyecto, que se refiere a la secuencia de insumos, actividades, productos y resultados que añaden valor durante el proceso de transformación (DNP 2017). En este contexto, los indicadores se clasifican según la etapa de la cadena de valor descrita en la Figura 2:

FIGURA 2. | Tipos de indicadores



Fuente: elaboración propia a partir de información del DNP (2017).

Carácter cuantitativo y cualitativo de los indicadores

De acuerdo con la manera en que se obtiene la información de análisis, ya sea para establecer una situación inicial (línea base) o para realizar la evaluación y seguimiento, los indicadores pueden clasificarse en:

- **Cuantitativos.** La información base y de seguimiento involucra la medición de una magnitud. Por ejemplo: presupuesto invertido, kilómetros viales construidos, cantidad de gestiones realizadas, productos entregados, concentración de contaminantes, toneladas emitidas, decibeles, etc.
- **Cualitativos.** La información base y de seguimiento no corresponde a magnitudes, sino simplemente refleja características, tendencia de opiniones, percepciones subjetivas, cambio de conductas y/o comportamientos. Los indicadores son cualitativos aun cuando la información se tabula para otorgarles algún tipo de análisis estadístico. Por ejemplo: calidad de insumos utilizados, satisfacción de quien recibe un producto, percepción de afectación de una persona usuaria ante una situación, motivación para adoptar ciertas conductas, etc.

Indicadores de calidad del aire

Las intervenciones desde la gestión pública, e incluso desde la iniciativa particular (sector privado, ciudadanía, etc.), están enfocadas en la ejecución de acciones o intervenciones para el mejoramiento de la calidad de vida en algún(os)

intervención. Generalmente, estos objetivos finales tienen seguimiento mediante indicadores de resultado priorizados, que verifican el cumplimiento de los objetivos inherentes a la naturaleza de la intervención. Por ejemplo: la intervención para la peatonalización de un carril de un tramo vial podrá tener como indicadores de resultado priorizados los “aforos vehiculares” (cantidad de vehículos circulando por la zona) o el “porcentaje de espacio público no vehicular” (espacio público dedicado a usos no vehiculares).

Los indicadores enfocados en verificar beneficios o mejoras en calidad del aire son indicadores de resultado complementarios, ya que están asociados a una medición complementaria que no es requisito para la evaluación de los indicadores priorizados.

PASOS PARA DISEÑAR INDICADORES DE IMPACTO EN CALIDAD DEL AIRE

1. Identificar el instrumento de planeación de ciudad

El instrumento de planeación urbana que contiene o direcciona el proyecto de transformación define las directrices, tiempo y objetivos, así como las estrategias o medidas para su desarrollo. Estos instrumentos están diseñados para regular el ejercicio de planeación a través de las entidades del gobierno. Es destacable que los principales instrumentos que podrían identificarse para diseñar y evaluar indicadores de calidad del aire podrían ser: planes de descontaminación, planes maestros de calidad del aire o de movilidad, planes de ordenamiento del territorio, planes de acción de los alcaldes o planes de desarrollo, entre otros, como las políticas que se ejercen a diferentes niveles del territorio, como por ejemplo la Política de Movilidad Motorizada Cero y Bajas Emisiones propuesta por la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá (Alcaldía Mayor de Bogotá y CONPES D.C. 2023).

En los casos en los que no se cuente con el instrumento de planeación, es recomendable articular el proyecto de transformación urbana dentro de alguna política o acto administrativo (decreto, ley, ordenanza, etc.), esto permitirá orientar los principios de desarrollo y la sinergia con los objetivos de ciudad.

2. Determinar el tipo de intervención y los efectos previsible

Considerando el direccionamiento específico de los indicadores de calidad del aire en este documento, es necesario identificar las particularidades de cada ciudad, tanto en lo que refiere a su desagregación genérica y descripción, como a los efectos previsible sobre diferentes aspectos ambientales, tal como se muestra en la Tabla 1. Esto permite asegurar que todo efecto identificado pueda estar cubierto o incorporado en alguno de los indicadores de calidad del aire propuestos, o que sean base para ejercicios complementarios.

TABLA 1. | Aspectos ambientales afectados por implementación de intervenciones

Tipo de intervención		Descripción genérica	Aspectos afectados de manera positiva o negativa por la intervención				
			Urbanismo	Movilidad urbana	Ruido ambiental	Calidad del aire	Cambio climático
Urbanismo táctico	Recuperación/ ampliación de espacio público para peatones y movilidad activa	Aumento del espacio público destinado al tránsito de peatones, esparcimiento, recreación, movilidad activa, etc., mediante demarcación con pintura y/o mobiliario urbano	✓			✓	
	Disminución de la cantidad de carriles vehiculares	Disminución del espacio público destinado a la circulación exclusiva o parqueo de vehículos automotores	✓	✓	✓	✓	✓
	Reubicación de zonas de tensión entre actores del espacio público	Reubicación de zonas de comercio informal, terminales informales y similares, que generan tensión entre actores del espacio público	✓	✓	✓	✓	✓
Movilidad activa	Construcción, ampliación o mantenimiento de andenes	Implementación, ampliación o mantenimiento de infraestructura para peatones (caminar)	✓	✓			
	Construcción, ampliación o mantenimiento de ciclorrutas	Implementación, ampliación o mantenimiento de infraestructura para bicicleta en andenes o espacio público	✓	✓		✓	
	Construcción o mantenimiento de ciclocarriles	Implementación o mantenimiento de infraestructura para bicicleta en corredores viales	✓	✓		✓	
Automotores de cero y bajas emisiones	Migración a flotas de motorización eléctrica					✓	✓
	Migración a flotas de motorización híbrida	Reemplazo de buses de servicio público con motorizaciones altamente contaminantes con buses de motorización de cero o bajas emisiones					
	Migración a flotas de motorización GNCV (Gas Natural Comprimido Vehicular)					✓	
	Migración a flotas de motorización EURO ≥ 5					✓	

Tipo de intervención		Descripción genérica	Aspectos afectados de manera positiva o negativa por la intervención				
			Urbanismo	Movilidad urbana	Ruido ambiental	Calidad del aire	Cambio climático
Peatonalización	Peatonalización parcial de tramo vial	Disminución cantidad de carriles vehiculares a causa de peatonalización en corredor vial	✓	✓		✓	✓
	Peatonalización total de tramo vial	Eliminación de carriles vehiculares a causa de peatonalización en corredor vial	✓	✓	✓	✓	✓
Zonas de baja emisión	Corredor vial de bajas emisiones (Corredor verde)	Restricción de circulación a tecnologías vehiculares más contaminantes en tramos de corredores viales		✓	✓	✓	✓
	Zonas de intervención integral, distritos verdes y similares	Polígono que combina corredores viales de baja emisión e intervención integral de otras fuentes contaminantes (industria, comercio, espacio público, resuspensión, etc.)		✓	✓	✓	✓
Transporte masivo	Construcción de troncal para Bus de Tránsito Rápido (BRT)	Implementación de troncal en superficie exclusiva para BRT	✓	✓		✓	
	Construcción de troncal deprimida BRT	Implementación de troncal deprimida exclusiva para BRT	✓	✓	✓	✓	
	Construcción de línea de metro elevado	Implementación de línea de metro pesado en superficie o elevado mediante pilares	✓	✓		✓	✓
	Construcción de línea de metro subterráneo	Implementación de línea de metro pesado subterráneo	✓	✓	✓	✓	✓
	Construcción de línea metro ligero/ tranvía	Implementación de línea metro ligero, tranvía o similar	✓	✓		✓	✓
Ampliación/ rehabilitación de malla vial	Nuevos corredores viales	Construcción de nuevos corredores para ampliar la malla vial	✓	✓		✓	✓
	Aumento de carriles en corredores viales	Adecuación urbanística para habilitar más carriles en corredores viales existentes	✓	✓		✓	✓
	Habilitación de rotondas o puentes y sus conexiones	Adecuación urbanística para habilitar intersección de circulación en sentido giratorio (rotonda) o de obra para paso sobre corrientes de agua, depresiones de terreno u otras vías (puentes)	✓	✓		✓	
	Rehabilitación y mantenimiento de malla vial	Conjunto de actividades tendientes a lograr que se alcance o se extienda el periodo de vida útil de una calzada		✓		✓	
	Intervención integral de corredor vial	Intervención de corredor vial para mantenimiento, ampliación y/o inclusión de servicios complementarios (troncal BRT, ciclorruta, zonas verdes, etc.)		✓		✓	

Tipo de intervención		Descripción genérica	Aspectos afectados de manera positiva o negativa por la intervención				
			Urbanismo	Movilidad urbana	Ruido ambiental	Calidad del aire	Cambio climático
Gestión de microclimas	Desimpermeabilización de superficies	Reversar el cubrimiento de superficies con concreto para adecuar nuevamente zonas verdes en espacio público	✓			✓	
	Recuperación de zonas verdes degradadas (en andén, separador, etc.)	Reestablecer la capa vegetal (prado) en suelos degradados que hacen parte del espacio público	✓			✓	
	Revegetalización de tipo arbóreo	Plantación de especies arbóreas en zonas verdes, separadores, andenes o parques	✓			✓	✓
	Implementación de concreto ecológico (o concreto poroso) en tramos viales	Utilización de concreto poroso en lugar de capa asfáltica en tramos viales	✓			✓	
	Implementación de adoquín ecológico	Utilización de adoquín ecológico en lugar de concreto en superficies de espacio público	✓			✓	✓
	Implementación de jardines verticales	Implementación de jardines verticales en muros o taludes correspondientes a espacio público	✓			✓	✓
Regulación normativa	Límites de emisión más estrictos	Límites más estrictos para emisiones generadas por transporte o industria				✓	
	Límites de inmisión más estrictos	Norma de calidad del aire más exigente, apuntando a sugerencias de la Organización Mundial de la Salud (OMS)				✓	
	Otros (tasas retributivas, restricciones, prohibiciones, etc.)	Diferentes normativas que establezcan medidas encaminadas a reducir emisiones				✓	
Saneamiento urbano	Saneamiento por gestión de vertimientos y fuentes hídricas superficiales	Diferentes tipos de intervenciones que deriven en reducción de emisiones por descomposición de aguas servidas				✓	✓
	Saneamiento por gestión adecuada de residuos sólidos	Diferentes tipos de intervenciones que deriven en reducción de emisiones por descomposición de residuos				✓	✓

Fuente: elaboración propia.

3. Identificar los efectos para cada aspecto de ciudad

Cada aspecto de ciudad se puede ver afectado de manera positiva o negativa por la implementación de una intervención. A su vez, los efectos pueden derivarse de impactos en uno o más aspectos. A continuación, la Tabla 2 enlista varios de los efectos previstos para cada aspecto de ciudad.

TABLA 2. | Algunos impactos identificados según el tipo de intervención

Aspecto que se afecta	Efectos o impactos identificados	Tipo	
		Positivo	Adverso
Urbanismo	Mejoramiento de la capacidad de infiltración de agua al subsuelo	✓	
	Atenuación del fenómeno de isla de calor urbana	✓	
	Generación temporal de polvo o material suelto por ejecución de obras		✓
	Incremento de ventas ambulantes ilegales por mayor disponibilidad de espacio público		✓
Movilidad	Menor aforo de vehículos no colectivos	✓	
	Menor demanda de transporte público colectivo no masivo		
	Disminución de la actividad vehicular en general	✓	
	Disminución de factores generadores de congestión vial	✓	
	Aumento de velocidad media de circulación por redistribución de tráfico	✓	
	Menor velocidad de circulación en carriles habilitados o vías aleatorias	✓	
	Operación de vehículos en marchas de mayor emisión en vías aleatorias		✓
Ruido ambiental	Desvío temporal de tráfico por ejecución de obras		✓
	Disminución de la cantidad de fuentes móviles generadoras de ruido	✓	
	Menores niveles de ruido ambiental urbano en la zona de la intervención	✓	
Calidad del aire	Incremento de ruido ambiental en zonas aleatorias por congestión vehicular		✓
	Menor generación de emisiones vehiculares	✓	
	Menor resuspensión de material particulado	✓	
	Menor concentración atmosférica local de contaminantes	✓	
	Menor nivel de exposición personal local a contaminantes del aire	✓	
	Menor generación de emisiones evaporativas	✓	
	Mayor emisión por incremento temporal de la congestión vial por obras	✓	
	Mayor emisión por incremento permanente de la congestión vial en otras vías		✓
	Aumento temporal de la resuspensión por obras de la intervención		✓
	Aumento permanente de la resuspensión en zonas aleatorias a la intervención		✓
	Mayor emisión en vías aleatorias por incremento de congestión vehicular		✓
	Incremento de emisiones por quema de carbón/leña en ventas ambulantes		✓
Cambio climático	Disminución de quema de combustible fósil	✓	
	Menor generación de emisiones de gases efecto invernadero GEI en la zona	✓	
	Aumento de emisiones GEI en vías aleatorias por mayor congestión vehicular		✓
	Incremento de emisiones GEI por quema de carbón/leña en ventas ambulantes		

Fuente: elaboración propia.

4. Diseñar indicadores de calidad del aire

Esta batería de indicadores pretende ir más allá de revisar si se ejecutó o no la intervención y si se logró el objetivo inherente al tipo de intervención. Por esto, incluye indicadores como, por ejemplo, que haya mejorado la disponibilidad, organización o disfrute del espacio público (intervenciones urbanísticas), o que se goce de una mejor experiencia en cuanto a la necesidad de movilidad (intervenciones en movilidad), etc.

4.1. Identificar objetivos en calidad del aire

Conforme a la identificación de posibles efectos positivos y negativos en calidad del aire a causa de la implementación de diferentes intervenciones de infraestructura o movilidad urbana, es posible asociar objetivos y contaminantes específicos, tal como se muestra a continuación (Tabla 3).

TABLA 3. | Objetivos asociados a efectos en calidad del aire

Efectos de calidad del aire	Objetivo asociado en calidad del aire	
	General	Contaminante específico
Menor generación de emisiones vehiculares	Reducir las emisiones de combustión generadas por automotores	• PM₁₀ • PM_{2,5} • SO₂ • NO₂ • O₃ • CO • COV • BC
Menor resuspensión de material particulado	Reducir los niveles de resuspensión de material particulado	• PM₁₀ • PM_{2,5}
Menor generación de emisiones evaporativas	Reducir las emisiones evaporativas de combustible de automotores	• COV
Menor nivel de exposición personal local a contaminantes del aire	Reducir la concentración de la exposición ambiental, microambiente o local a contaminantes del aire	• PM₁₀ • PM_{2,5} • PM₁
Menor concentración atmosférica local de contaminantes	Reducir la concentración atmosférica local de contaminantes	• PM₁₀ • PM_{2,5} • SO₂ • NO₂ • O₃ • CO • BC

Fuente: elaboración propia.

En este caso, cada objetivo se constituye como la base para la formulación preliminar de indicadores de calidad del aire. A continuación, la Caja 1 describe los contaminantes atmosféricos monitoreados para cada uno de ellos.

CAJA 1. | Nombre y nomenclatura de los contaminantes atmosféricos monitoreados

■ PM ₁₀	Material particulado de diámetro aerodinámico inferior a 10 micras
■ PM _{2,5}	Material particulado de diámetro aerodinámico inferior a 2,5 micras
■ PM ₁	Material particulado de diámetro aerodinámico inferior a 1 micra
■ SO ₂	Dióxido de azufre
■ NO ₂	Dióxido de nitrógeno
■ O ₃	Ozono
■ CO	Monóxido de carbono
■ COV's	Compuestos orgánicos volátiles
■ BC	Carbono negro o "black carbon"

Fuente: elaboración propia.

4.2. Redactar el nombre de los indicadores de calidad del aire

Una vez identificados los objetivos y la clase de indicadores por formular, se procede con la redacción de los indicadores, como se detalla a continuación en la Tabla 4.

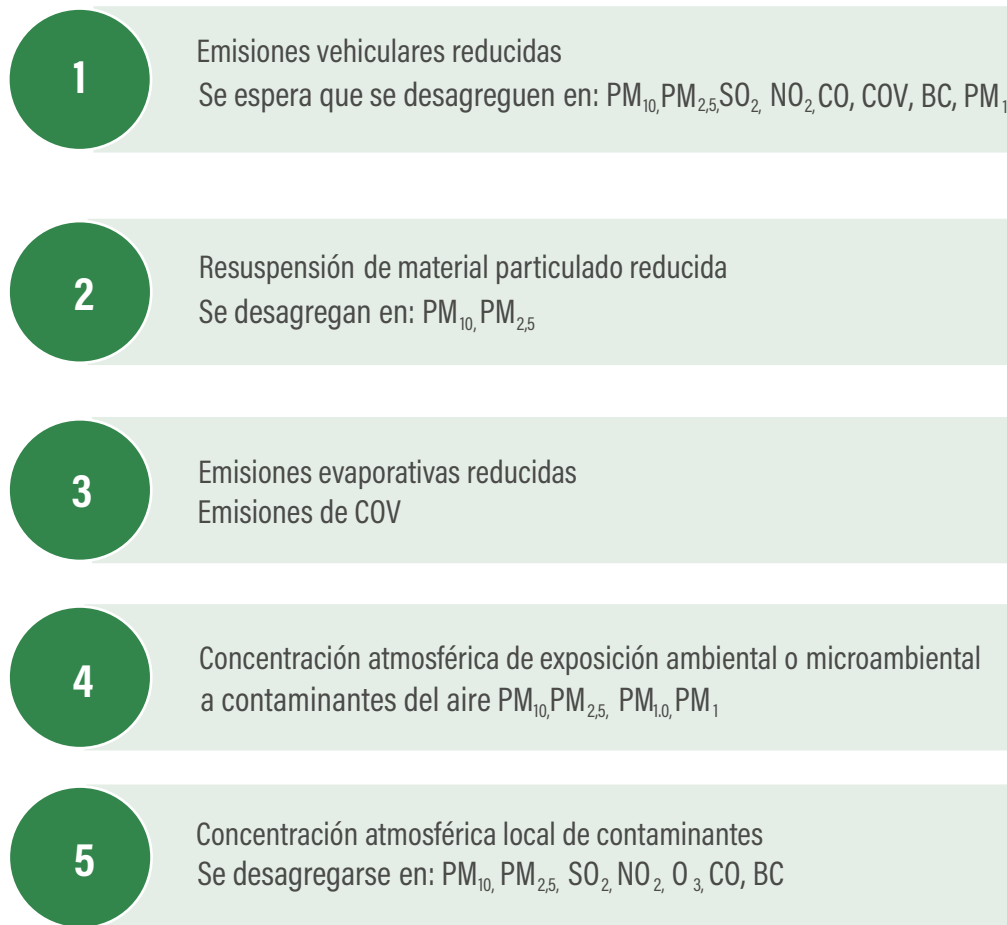
TABLA 4. | Indicadores derivados de objetivos en calidad del aire

Objetivo en calidad del aire	Nombre de cada indicador de calidad del aire
Reducir las emisiones de combustión generadas por automotores	■ Emisiones vehiculares de PM₁₀ reducidas ■ Emisiones vehiculares de PM_{2,5} reducidas ■ Emisiones vehiculares de SO₂ reducidas ■ Emisiones vehiculares de NO₂ reducidas ■ Emisiones vehiculares de O₃ reducidas ■ Emisiones vehiculares de CO reducidas ■ Emisiones vehiculares de COV reducidas ■ Emisiones vehiculares de BC reducidas
Reducir las emisiones evaporativas de combustible de automotores	■ Emisiones evaporativas de COV reducidas
Reducir los niveles de resuspensión de material particulado	■ Resuspensión de material particulado PM₁₀ reducida ■ Resuspensión de material particulado PM₁₀ reducida
Reducir los niveles de exposición ambiental de contaminantes del aire	■ Nivel de exposición ambiental a PM₁₀ ■ Nivel de exposición ambiental a PM_{2,5} ■ Nivel de exposición ambiental a PM₁
Reducir la concentración atmosférica local de contaminantes	■ Concentración atmosférica local de PM₁₀ ■ Concentración atmosférica local de PM_{2,5} ■ Concentración atmosférica local de SO₂ ■ Concentración atmosférica local de NO₂ ■ Concentración atmosférica local de O₃ ■ Concentración atmosférica local de CO ■ Concentración atmosférica local de BC

Fuente: elaboración propia.

En síntesis, los indicadores de calidad del aire pueden agruparse de la siguiente manera (Figura 3):

FIGURA 3. | Definición de indicadores de calidad del aire



Fuente: elaboración propia.

Esta propuesta de indicadores de calidad del aire para los tipos de intervenciones citados no debe considerarse como un listado de seguimiento estricto, ya que se puede utilizar uno o más de los indicadores propuestos, o incluso tomarlos como base para la construcción de otros indicadores. Lo anterior, conforme a las necesidades de seguimiento a la intervención y a la disponibilidad de recursos técnicos y/o presupuestales.

4.3. Árbol de decisión para la selección de indicadores

De acuerdo con la disponibilidad de recursos técnicos, e incluso presupuestales, se diseñaron árboles de decisión (ver Figuras 4-6) que permiten orientar sobre cuáles indicadores de calidad del aire pueden aplicarse para el seguimiento a una intervención. El objetivo es brindar opciones para que, aunque no se disponga de recursos, se aplique alguna de estas herramientas.

FIGURA 4. | Indicadores sobre emisiones vehiculares

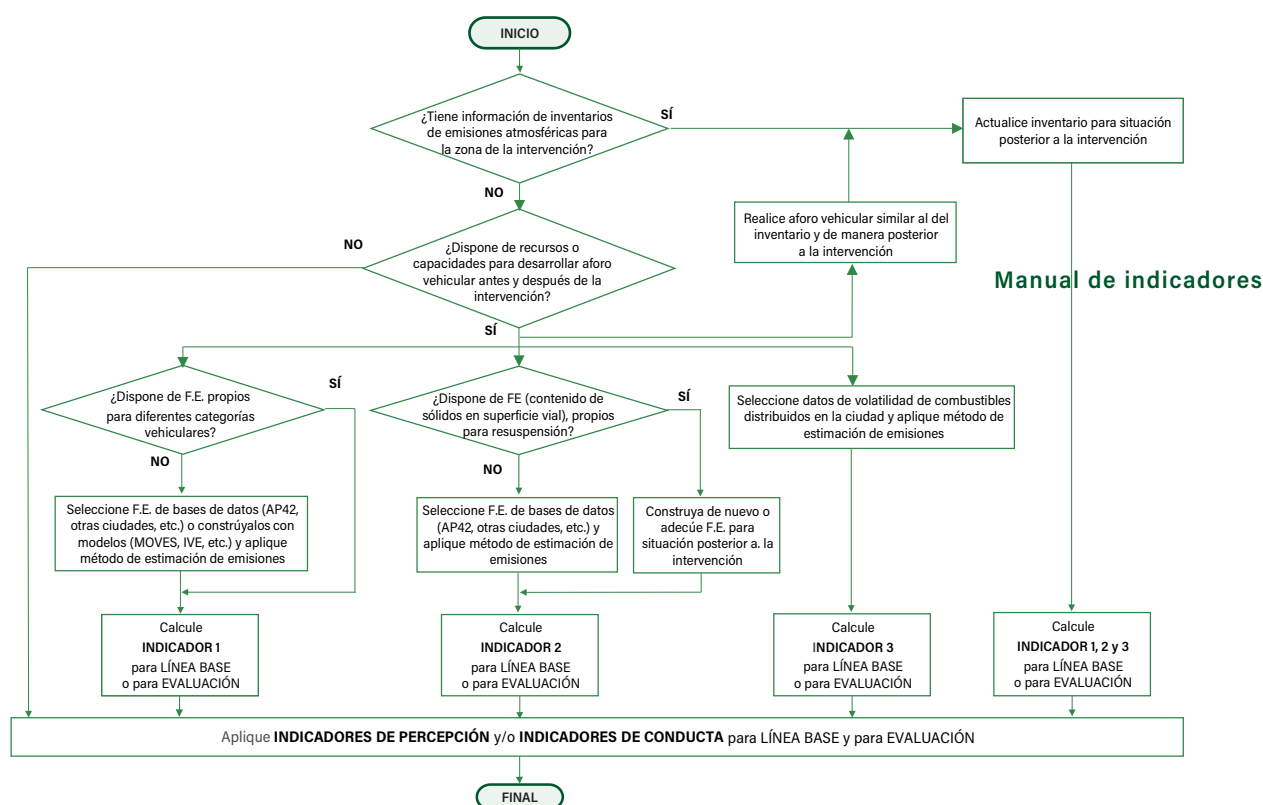
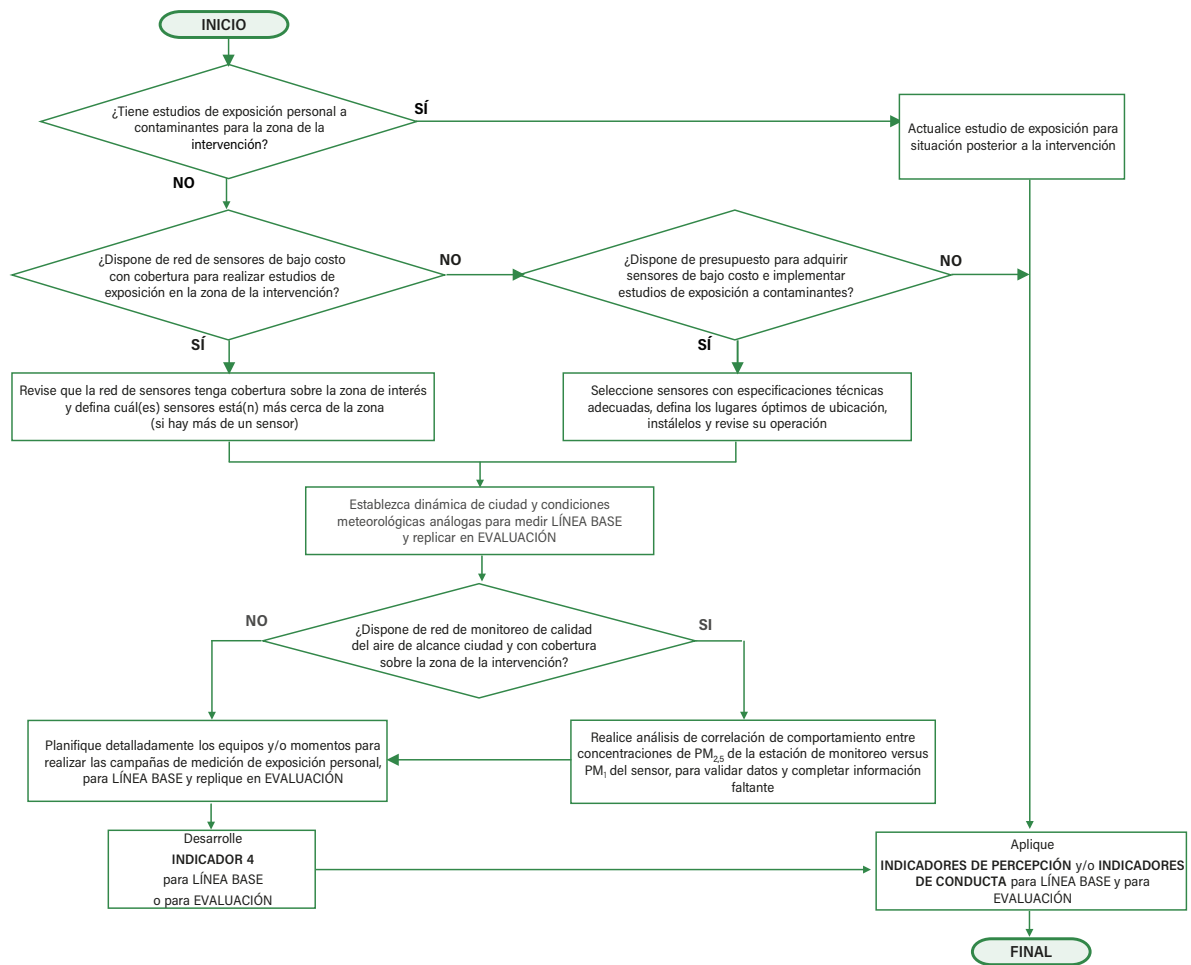
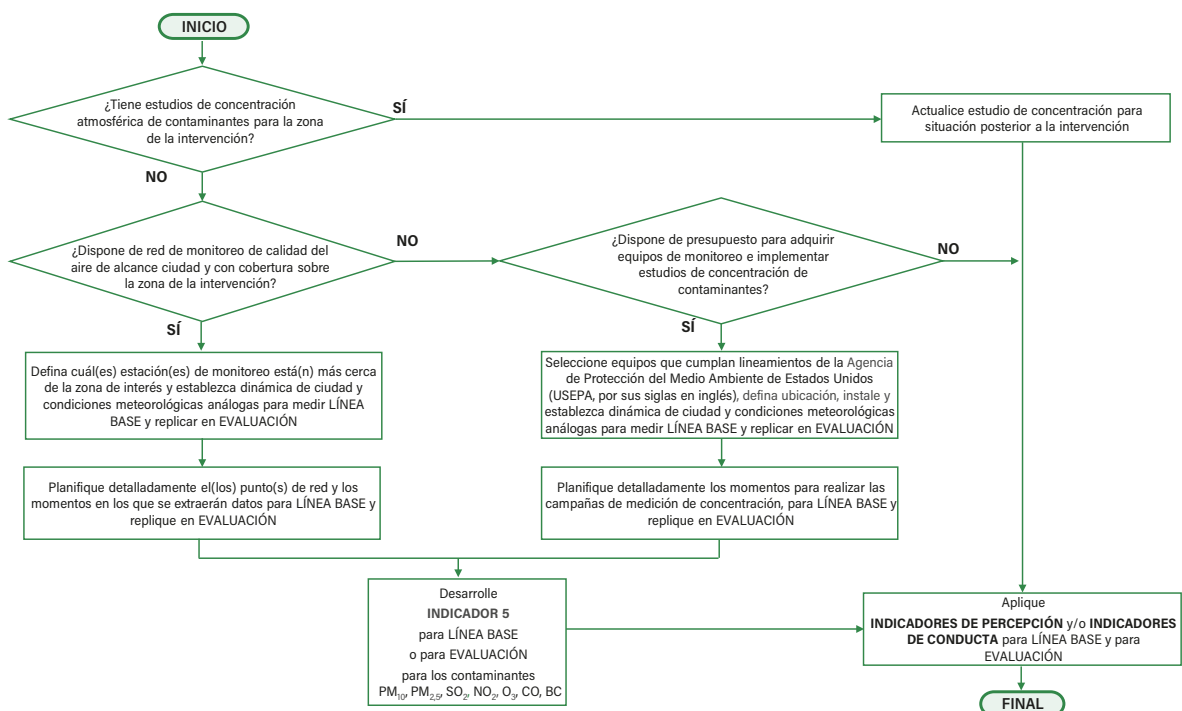


FIGURA 5. | Indicador de exposición



Fuente: elaboración propia.

FIGURA 6. | Indicador de concentración atmosférica



Fuente: elaboración propia.

4.4. Información requerida para evaluar indicadores de calidad del aire

Posterior a la definición de indicadores de calidad del aire, es necesario establecer de manera exhaustiva todos los requerimientos de información para el seguimiento del indicador, desde la construcción de línea base hasta su evaluación, y las alternativas de acción ante la eventual insuficiencia de información, la imposibilidad de generarla o la no disponibilidad de recursos técnicos y/o presupuestales.

El seguimiento de los indicadores propuestos requiere contar con información técnica disponible, generar nuevos datos o disponer de recursos para crear capacidades de monitoreo, como redes de calidad del aire, meteorología o ruido ambiental a nivel urbano o temporal. Sin embargo, no siempre es posible obtener toda la información de manera completa y oportuna. Algunos indicadores de calidad del aire necesitan información básica que las ciudades ya poseen, como la estimación de inventarios de emisiones y el seguimiento a factores de deterioro ambiental. El texto presenta los requisitos específicos para cada indicador y un conjunto de árboles de decisión para ayudar a las ciudades a aplicar los indicadores según sus recursos y posibilidades de información.

Información para indicador 1: Emisiones vehiculares reducidas

Este indicador evalúa la reducción de emisiones de los vehículos como resultado de intervenciones en infraestructura y movilidad urbana, ya sea por la disminución del número de vehículos o la restricción de los más contaminantes. Para su cálculo, se requiere información específica sobre estos factores, tal como se detalla en la Tabla 5.

TABLA 5. | Requerimientos de información para indicador cuantitativo 1

Requerimientos de información para seguimiento	Momento de toma / Uso		
	Único	Pre	Post
Aforos vehiculares discriminados por tipos de combustible y categorías vehiculares en al menos un punto representativo en cercanías de la intervención.		✓	✓
Información sobre rodamiento (en el polígono de influencia directa de la intervención), para categorías vehiculares, o grupos de categorías. Los métodos de aforo (o conteo) generalmente solo identifican características externas de los vehículos, pero no detalles internos (tecnología de emisión, cilindraje, etc.).		✓	✓
Factores de emisión para diferentes contaminantes (PM10 y PM2.5, SO2, NO2, O3, CO y COV's), discriminados por categorías vehiculares (automóvil, campero y camioneta, taxi, microbús, buseta, busetón, bus padrón, bus articulado, bus biarticulado, camión, motocicleta) y sus desagregaciones según: ▪ Tipo de combustible (diésel, gasolina, GNVC, híbrido, eléctrico), ▪ Tipo de tecnología (EURO, sistemas de control, clase de motor), y ▪ Grupos de cilindraje. Según las categorías vehiculares aforadas es altamente probable que se deban utilizar factores de emisión ponderados.	✓		
Estructura de cálculo para la estimación de emisiones vehiculares.	✓		

Fuente: elaboración propia.

Nota: Los símbolos (✓) indican el momento de toma o uso de la información.

Es ideal que factores de emisión utilizados sean propios o específicos para la ciudad, obtenidos con base en estudios que recogen características locales de parque automotor, calidad de combustible, estilo de tráfico y terreno y manera de conducción. En algunas ciudades, los aforos o conteos vehiculares están disponibles para diferentes puntos de la ciudad, como parte del seguimiento a la movilidad. De ser así, se debe verificar que se disponga de un punto de aforo que realmente represente las características de circulación de automotores en el área de influencia directa de la intervención. Si esto no ocurre, se puede obtener un aforo vehicular a un costo razonable o incluso recibiendo apoyo de grupos de investigación o de la academia.

En caso de no disponer de factores de emisión (FE) propios o locales, se puede hacer uso de FE de bases de datos internacionales como los de AP42 de la EPA, o de ciudades con características similares de viales (topografía) y de parque automotor (antigüedad media). También se puede recurrir a factores de emisión creados para las condiciones de ciudad mediante software especializados (MOVES, IVE, etc.), aunque esto representa un aumento en la incertidumbre en la estimación de emisiones.

Información para indicador 2: Resuspensión de material particulado reducida

La estimación de la resuspensión de material particulado es reciente en Latinoamérica, pero se ha convertido en un factor relevante en la consolidación de inventarios de emisiones de las ciudades. La información requerida para el cálculo de este indicador se describe a continuación (Ver Tabla 6).

TABLA 6. | Requerimientos de información para indicador cuantitativo 2

Requerimientos de información para seguimiento	Momento de toma/ Uso		
	Único	Pre	Post
Aforos vehiculares discriminados por categorías vehiculares o grupos de categorías, en al menos un punto representativo en cercanías de la intervención.		✓	✓
Factores de contenido de sólidos sueltos en superficie, para el punto representativo donde se realizó el aforo y de acuerdo con la desagregación de la ciudad en polígonos para estimación de resuspensión.	✓	✓*	✓*
Estructura de cálculo para la estimación de resuspensión de material particulado.	✓		

Fuente: elaboración propia.

Nota: Los símbolos (✓) indican el momento de toma o uso de la información y (*) información opcional o complementaria.

Es ideal que los factores de emisión utilizados sean propios o específicos para la ciudad, obtenidos con base en estudios que recojan características de las vías locales. De manera similar al indicador 1, al no disponer de datos locales de contenido de sólidos (o factor de emisión de resuspensión), se debe acudir a información internacional con el consecuente aumento de incertidumbre en la estimación.

Información para indicador 3: Emisiones evaporativas reducidas

Al realizar acciones para la gestión de microclimas se busca atenuar el fenómeno común de isla de calor urbano. Uno de los beneficios indirectos a la calidad del aire, por la reducción de temperatura media, es que se mitigan los factores que causan la evaporación de combustible de vehículos o emisiones evaporativas. A continuación, la Tabla 7 detalla los requerimientos para este indicador.

TABLA 7. | Requerimientos de información para indicador cuantitativo

Requerimientos de información para seguimientos	Momento de toma / Uso		
	Único	Pre	Post
Aforos vehiculares discriminados por tipos de combustible y categorías vehiculares en al menos un punto representativo en cercanías de la intervención.		✓	✓
Información de la temperatura ambiente de la zona (base mensual) obtenida mediante de una red de monitoreo de calidad del aire y meteorología de alcance a nivel ciudad (o equipos de monitoreo destinados al seguimiento de la intervención). Esta información debe corresponder a la estación de monitoreo más cercana a la intervención (o estaciones equidistantes) y debe abarcar al menos un año antes de la intervención para garantizar la verificación de consistencia de datos y la comparación entre periodos equivalentes de meteorología y de dinámica de ciudad.		✓	✓
Información sobre la volatilidad de la gasolina (dato generado por el fabricante).	✓		
Estructura de cálculo para la estimación de emisiones evaporativas diurnas de origen vehicular.	✓		

Fuente: elaboración propia.

Nota: Los símbolos (✓) indican el momento de toma o uso de la información.

Información para indicador 4: Nivel de exposición ambiental a contaminantes del aire

Las redes de monitoreo de calidad del aire registran el comportamiento de contaminantes a la altura de monitoreo (o de toma de muestra) de áreas extensas, pero no necesariamente representan la concentración de contaminantes a altura respirable a la que está expuesta la población fija o flotante de una zona. Si bien la exposición personal a contaminantes no tiene regulación específica en Colombia, es una cuestión de salud pública. Por esto, es fundamental prestar especial atención al desarrollo de campañas que permitan caracterizar o alertar sobre la calidad del aire que respira la población. La comparación de los niveles de exposición a contaminantes en una población determinada, antes y después de una intervención, constituye una estrategia orientada a generar evidencia sobre qué tipo de acciones gubernamentales resultan más efectivas y beneficiosas. A continuación, la Tabla 8 detalla los requerimientos para este indicador.

TABLA 8. | Requerimientos de información para indicador cuantitativo 4

Requerimientos de información para seguimiento	Momento		
	Único	Pre	Post
Monitoreo con equipos de exposición personal, generalmente llamados sensores de bajo costo, ya sea en ubicación fija (cantidad según presupuesto) o portátiles en un patrón de circulación de transeúnte. Los equipos por utilizar deben poseer la suficiencia técnica (autonomía de batería, capacidad de almacenamiento de datos, precisión de registro de ubicación, etc.) para el desarrollo de las campañas de monitoreo (anterior y posterior), las cuales deben ser compatibles entre sí en cuanto a temporada del año, día de la semana, condiciones climáticas y/o meteorológicas (viento, lluvia, temperatura, etc.).		✓	✓
Estructura de cálculo para la comparación de niveles de exposición personal a contaminantes, para periodos de tiempo comparables (similar día de la semana, similar temporada, similar meteorología, etc.) antes y después de la intervención.	✓		

Fuente: elaboración propia.

Nota: Los símbolos (✓) indican el momento de toma o uso de la información.

Información para indicador 5: Concentración atmosférica local de contaminantes

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido desde hace décadas límites para la concentración de contaminantes en el aire, adaptados al nivel de desarrollo de las ciudades, con el fin de mejorar las condiciones ambientales y de salud pública. Esto ha impulsado la creación de normativas nacionales de calidad del aire y el desarrollo de redes de monitoreo más robustas para verificar el cumplimiento de dichas normativas. Esta evolución en el monitoreo permite un seguimiento efectivo de los indicadores relacionados con la calidad del aire. A continuación, la Tabla 9 detalla los requerimientos para este indicador.

TABLA 9. | Requerimientos de información para indicador cuantitativo 5

Requerimientos de información para seguimiento	Momento		
	Único	Pre	Post
Información de concentración atmosférica de contaminantes (PM_{10} y $PM_{2.5}$, SO_2 , NO_2 , O_3 , CO) obtenida mediante de una red de monitoreo de calidad del aire de alcance a nivel ciudad (o equipos de monitoreo destinados al seguimiento de la intervención). Esta información debe corresponder a la estación de monitoreo más cercana a la intervención (o estaciones equidistantes) y debe abarcar al menos un año antes de la intervención para garantizar la verificación de consistencia de datos y la comparación entre periodos equivalentes de meteorología y de dinámica de ciudad.		✓	✓
Estructura de cálculo para la comparación de concentración atmosférica de contaminantes, para periodos de tiempo comparables (mes contra mes, año contra año) antes y después de la intervención.	✓		

Fuente: elaboración propia.

Nota: Los símbolos (✓) indican el momento de toma o uso de la información.

Pese a la evolución del monitoreo de calidad del aire en las ciudades, no en todos los casos se dispone de una estación de monitoreo cercana o representativa de las condiciones de la zona en que se realiza la intervención. Ante este tipo de limitaciones, es recomendable —en la medida de lo posible— la utilización de equipos de monitoreo de menor robustez, pero de mayor representatividad. Por ejemplo, las intervenciones de gran magnitud suelen montar una “red de monitoreo propia” para realizar seguimiento óptimo.

Información para indicadores cualitativos de calidad del aire

Los indicadores de seguimiento a proyectos, acciones o intervenciones no se limitan a datos cuantitativos, sino que también pueden medir cambios en la percepción del entorno o en la adopción de nuevos comportamientos debido a la implementación de estas acciones. Para aplicar estos indicadores, no es necesario contar con equipos o redes complejas, sino con claridad sobre los aspectos a evaluar y la capacidad para realizar encuestas a una muestra representativa de la población objetivo.

Indicadores de conducta

Los cambios en el entorno, como aquellos generados por intervenciones en urbanismo o movilidad, pueden motivar a las personas a adoptar nuevas conductas para mantener o mejorar su bienestar. Por ejemplo, la comunidad puede comenzar a cuidar el espacio público, evitando arrojar basura fuera de los recipientes, embelleciendo sus viviendas, o sembrando y cuidando plantas. Aunque estas conductas no son fáciles de medir cuantitativamente, generan información cualitativa sobre el impacto de las intervenciones. Para evaluar este tipo de cambios, es necesario identificar las conductas adoptadas, incluirlas en una encuesta a una muestra de la comunidad (ver Caja 2), y analizar la proporción de personas que han adoptado estas nuevas prácticas, para obtener un indicador cualitativo de seguimiento.

CAJA 2. | Preguntas ejemplo indicadores de conducta

ANTES DE LA INTERVENCIÓN	DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN
¿Qué conductas realiza usted para contribuir a un mejor entorno y mejor calidad del aire? (seleccione las que considere necesarias)	¿Qué conductas se siente motivado/a a adoptar o mantener después de realizada la INTERVENCIÓN? (seleccione las que considere necesarias)
▪ Arrojar residuos solo en canecas o lugares destinadas para ese fin ▪ Evitar quemar o que otras personas quemen residuos ▪ Limpiar o barrer (embellecer) frecuentemente el frente del lugar donde vivo ▪ Caminar o usar bicicleta para realizar diligencias cortas ▪ Hacer uso racional y eficiente de gas natural en casa al cocinar o calentar agua ▪ Reportar de inmediato cualquier sospecha de fuga en instalaciones de gas ▪ Evitar hacer asados (barbacoas o parrillas) en temporadas de mala calidad del aire ▪ Evitar la quema de madera o si es necesario hacerlo, utilizar madera de baja humedad ▪ Velar por el buen estado de vegetación y zonas verdes en su barrio ▪ Sembrar árboles o plantas ornamentales ▪ Si lo tengo, utilizar menos vehículo particular ▪ Si lo tengo, mantener en buenas condiciones técnico-mecánicas el vehículo particular ▪ Otra, ¿cuál? _____ ▪ Ninguna	

Fuente: elaboración propia

Indicadores de percepción

La percepción de una persona sobre su entorno se refiere a cómo se siente con respecto a él. La percepción puede estar influenciada por factores como el desorden, el desaseo o el descuido, los cuales suelen asociarse con efectos negativos en la salud y el bienestar, así como con la contaminación ambiental. Aunque es difícil de medir de manera cuantitativa, la percepción proporciona información cualitativa valiosa sobre el impacto de las intervenciones en urbanismo, movilidad u otras áreas. Para construir indicadores de percepción, se deben formular preguntas que permitan diagnosticar la opinión de la comunidad sobre una situación o problema y explorar posibles causas o soluciones. Mediante encuestas aleatorias, se recopila información sobre la percepción de la población, lo que enriquece el análisis más allá de los datos numéricos, especialmente en temas como la calidad del aire. A continuación, las Cajas 3 y 4 muestran un esquema de preguntas orientadas a este propósito.

ANTES DE LA INTERVENCIÓN

¿Considera que la calidad del aire que se respira en su entorno es un factor que afecta la salud, el bienestar y la calidad de vida suya y de sus vecinos?

¿Considera que la calidad del aire que respira en su entorno debe ser mejorada para el bienestar de su salud y la calidad de vida en general?

¿El aire que respira en su entorno lo/la lleva a sentirse incómodo/a en el espacio público que lo/la rodea?

¿Cómo califica la calidad del aire que se respira hoy día en su entorno? En escala de 1 a 10, siendo 1 muy mala y 10 excelente

Excelente	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Muy mala
-----------	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----------

¿Considera usted que realizando una INTERVENCIÓN que reduzca las emisiones contaminantes que se generan en su entorno (por diversos tipos de fuentes como vehículos, restaurantes, material resuspendido y otros), mejoraría la calidad del aire que respira y también mejoraría su salud y la de sus vecinos?

DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN

¿Considera usted que la INTERVENCIÓN realizada en su entorno ayudó a mejorar la calidad del aire que respira y también a mejorar su salud y la de sus vecinos?

¿Cómo califica la calidad del aire que se respira hoy día en su entorno después de la INTERVENCIÓN? En escala de 1 a 10, siendo 1 muy mala y 10 excelente

Excelente	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Muy mala
-----------	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----------

¿Los cambios generados por la INTERVENCIÓN lo motivan a consultar en aplicaciones de celular o en pantallas públicas cómo está la calidad del aire en su entorno y cómo puede aportar para mejorarla?

¿Los cambios logrados con la INTERVENCIÓN en su entorno lo motivan a apoyar otras intervenciones que busquen mejorar la calidad de vida?

Nota: La aplicación mediante encuesta de preguntas de diagnóstico, la tabulación y la comparación de resultados antes y después de alguna intervención que redunde en mejoramiento de calidad del aire, permitirá conocer cómo varía la percepción derivada de la implementación de la intervención a la que se realiza seguimiento.

Fuente: elaboración propia.

CAJA 4. | Preguntas de identificación de causas y soluciones

ANTES DE LA INTERVENCIÓN

¿Cuáles de las siguientes fuentes de contaminantes considera usted que tienen mayor impacto en el aire que se respira en su entorno?

(seleccione las que considere necesarias)

- Emisiones de vehículos
- Emisiones de industrias
- Emisiones por fuentes de área (restaurantes, asaderos, ventas de calle, talleres, quema de basura)
- Resuspensión (levantamiento de polvo) por descuido del espacio público (calles, andenes, zonas verdes, parques, etc.)
- Emisiones que provienen de actividades que se desarrollan fuera de su entorno
- Otras, ¿cuáles? _____
- Ninguna

DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN

Después de la INTERVENCIÓN, ¿qué fuentes de contaminantes considera que siguen afectando el aire que se respira en su entorno?

(seleccione las que considere necesarias)

ANTES DE LA INTERVENCIÓN

Desde su punto de vista, la calidad del aire y el bienestar general en su entorno mejorarían al trabajar en aspectos como:

(seleccione las que considere necesarias)

DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN

Desde su punto de vista, ¿qué otro tipo de intervenciones se requieren para seguir mejorando la calidad del aire y el bienestar general en su entorno?

(seleccione las que considere necesarias)

Desde su punto de vista, ¿la calidad del aire, el entorno y el bienestar general de su comunidad mejorarían al trabajar en aspectos cómo?:

(seleccione los que considere necesarios)

- Disminuyendo la cantidad de vehículos que circulan por las calles de su entorno
- Reorganizando y dejando más espacio para la circulación de peatones (para caminar)
- Aumentando el control a fuentes de emisiones contaminantes: transporte, industria y comercio
- Restringiendo la proliferación de comercio (alimentos o productos) que invade el espacio público
- Realizando campañas de limpieza más frecuentes para el espacio público circundante
- Creando o realizando mantenimiento a las zonas verdes o parques en las cercanías
- Destinando carriles o espacios exclusivos para la circulación de bicicletas
- Otros, ¿cuáles? _____
- Ninguno

Nota: Según el caso, las preguntas de identificación pueden ser aplicadas mediante encuesta, antes y después de alguna intervención para conocer si hay variación en la identificación de posibles causas y soluciones a situaciones no deseadas.

Fuente: elaboración propia.

Igual que en los indicadores de conducta, al considerar la muestra de población encuestada como representativa de la comunidad, el análisis derivado de los indicadores de percepción muestra cómo cambió la opinión de la comunidad respecto a un tema específico (en este caso, relacionado a calidad del aire), como producto de la implementación de intervenciones en urbanismo, movilidad u otras.

5. Construir la línea base de indicadores de calidad del aire

La línea base es la primera medición de todos los indicadores diseñados para hacer seguimiento a un proyecto, acción o intervención, especialmente en urbanismo, movilidad u otras áreas. Esta información clave establece el punto de partida de la situación que se quiere mejorar o modificar con la intervención. El seguimiento se realiza comparando los resultados posteriores con la línea base para evaluar avances, cambios o cumplimiento de metas. Además, la metodología utilizada para obtener los datos de la línea base debe replicarse tras la implementación de la intervención para garantizar la trazabilidad de la evolución de los aspectos monitoreados.

Objetivos de la línea base para indicadores de calidad del aire

La línea base tiene como objetivo principal obtener información inicial que permita evidenciar los cambios posteriores a una intervención. En el contexto de esta guía, centrada en indicadores de calidad del aire, se identifican objetivos específicos adicionales, como:

- Identificar las técnicas, instrumentos o fuentes de información que garanticen la obtención de datos para evaluar cada indicador.
- Definir los procedimientos para la recolección, generación o procesamiento de información necesaria para evaluar cada indicador.
- Establecer los parámetros de operación y generación de datos por parte de instrumentos ocasionales o en campañas de medición.
- Estructurar la base de datos donde se consignará la información obtenida tanto en la construcción de la línea base como en el seguimiento de la intervención.
- Construir estructuras de cálculo preliminares para estimar las variaciones de los aspectos en seguimiento con respecto a la medición inicial.

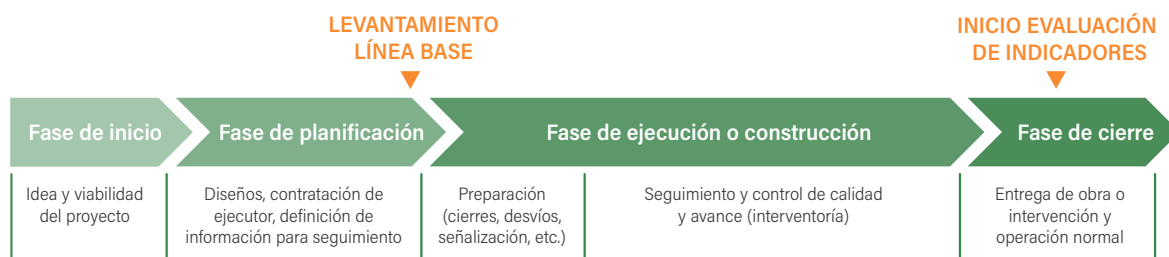
Momento adecuado para establecer la línea base de indicadores

No hay un tiempo o plazo definido para levantar la línea base en el seguimiento de los impactos de un proyecto, ya que depende de las características del indicador y de las fases de implementación de la intervención. La anticipación en la obtención de información varía según el tipo de indicador: los indicadores cuantitativos (como la concentración de contaminantes, emisiones o niveles de ruido) requieren mediciones previas a la intervención, mientras que los indicadores cualitativos (basados en opiniones subjetivas) pueden necesitar otro enfoque.

Es recomendable que el levantamiento de la línea base y las evaluaciones posteriores se alineen con las fases típicas de un proyecto: 1) Fase de inicio (viabilidad de la idea), 2) Fase de planificación, 3) Fase de ejecución o construcción (incluye preparación, seguimiento y control), y 4) Fase de cierre. Esto permite determinar el momento más adecuado para recolectar datos según el tipo de indicadores de calidad del aire definidos.

Momento de línea base para indicadores cuantitativos de calidad del aire

El levantamiento de la línea base debe realizarse antes de iniciar cualquier acción preparatoria de la intervención, en el estado cero, para reflejar correctamente la problemática existente. Si se realiza después de comenzar la intervención, los datos pueden distorsionar la evaluación de los indicadores y afectar su relevancia en futuras intervenciones. Un ejemplo es tomar aforos vehiculares tras modificaciones de tráfico, lo que afectaría la estimación de emisiones. A continuación, la Figura 7 detalla el proceso y el momento exacto en que debería realizarse el levantamiento de la línea base.

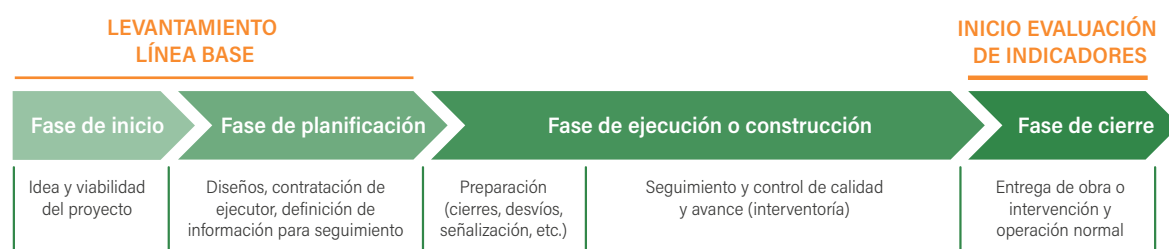
FIGURA 7. | Levantamiento de línea base de indicadores cuantitativos

Fuente: elaboración propia.

Para indicadores que utilicen información generada por redes de monitoreo, el momento adecuado ilustrado en la Figura 7 corresponde al final de un periodo de monitoreo basado en comportamientos diarios, mensuales e incluso anuales. La periodicidad se debe definir desde el comienzo, para poder comparar en condiciones equivalentes de dinámica de ciudad y/o de comportamientos meteorológicos.

Momento de línea base para indicadores cualitativos de calidad del aire

Las opiniones o resultados de los indicadores cualitativos recolectados mediante encuestas se tabulan para establecer tendencias (que pueden ser porcentuales) sobre conductas o percepciones. En este tipo de indicadores, la variación de la tendencia puede ser más estable, por lo que la línea base puede levantarse en fases de inicio o de planeación del proyecto o intervención, incluso cuando apenas se identifica el problema e inicia su gestión (ver Figura 8).

FIGURA 8. | Levantamiento de línea base de indicadores cualitativos

Fuente: elaboración propia.

Es importante tener precaución al momento de levantar la línea base de indicadores cualitativos, procurando no hacerlo con demasiada antelación a la intervención. Esto considerando que deben evitarse efectos de eventual rotación poblacional, es decir, que la población con la que se levanta la línea base sea muy diferente de la que se indaga después de la intervención.

Consideraciones para establecer la línea base de indicadores de calidad del aire

Además de establecer el momento adecuado para levantar la línea base para evaluar los indicadores de calidad del aire, deben considerarse otros aspectos que buscan una comparación justa y veraz de la condición o situación sin proyecto o intervención, con el(los) momento(s) de comparación de la condición o situación posterior a la implementación del proyecto o intervención, como se detalla en la Tabla 10.

TABLA 10. | Consideraciones para establecer línea base

	Indicador de calidad del aire	Información para Línea Base LB	Consideraciones	Tipo de información
C U A N T I T A T I V O S	Emisiones vehiculares reducidas	Aforos vehiculares	El aforo para la línea base debe realizarse en un punto donde se pueda replicar para el(los) aforo(s) de evaluación, y debe contemplar la misma desagregación de categorías vehiculares y metodología de conteo.	Puntual
	(PM ₁₀ , PM _{2.5} , SO ₂ , NO ₂ , O ₃ , CO, COV, BC)	Factores de emisión (FE)	Los FE utilizados para la estimación de emisiones en la línea base deben ser los mismos (salvo razón técnica de modificación) que se utilicen para la(las) evaluación(es) del indicador, y deben prever la misma agrupación y ponderación.	Constante*
	Resuspensión de material particulado reducida	Aforos vehiculares	El aforo para la línea base debe realizarse en un punto donde se pueda replicar para el(los) aforo(s) de evaluación y debe contemplar la misma desagregación de categorías vehiculares, la misma metodología de conteo y la misma asignación de peso vehicular ponderado por categoría aforada.	Puntual
	(PM ₁₀ , PM _{2.5})	Factores de contenido de sólidos (de resuspensión)	Los FE utilizados para la estimación de emisiones en la línea base deben ser los mismos (salvo razón técnica de modificación) que se utilicen para la(las) evaluación(es) del indicador y deben prever la misma agrupación y ponderación según tipo o estado de vía.	Constante*
	Emisiones evaporativas reducidas (COV)	Aforos vehiculares	El aforo para la línea base debe realizarse en un punto donde se pueda replicar para el(los) aforo(s) de evaluación y debe contemplar la misma desagregación de categorías vehiculares y metodología de conteo	Puntual
		Volatilidad de combustibles utilizados por el parque automotor local	El dato de volatilidad de combustibles distribuidos para transporte que sea utilizado para la estimación de emisiones en la línea base debe ser el mismo (salvo razón técnica de modificación) que se utilice para la(las) evaluación(es). Adicionalmente, se debe recurrir a la misma fuente que registra información de temperatura ambiente.*	Constante*
C U A L I T A T I V O S	Niveles de exposición personal a contaminantes del aire	Concentración de contaminantes a alturas de exposición personal	Los equipos (sensores de bajo costo), ya sea en ubicación fija (cantidad según presupuesto) o portátiles, que sean utilizados para establecer la línea base deben ser los mismos (o similares) a utilizar ya sea en red o en campañas de monitoreo, para generar información de la(las) evaluación(es) del indicador. Así mismo, cuando sean portátiles, deben utilizarse en un patrón de circulación de transeúnte similar al de la línea base.	Periódicos (campañas de monitoreo)
	Concentración atmosférica local de contaminantes (PM ₁₀ , PM _{2.5} , SO ₂ , NO ₂ , O ₃ , CO, BC)	Concentración atmosférica de contaminantes	Aunque no necesariamente la estación de monitoreo más cercana (de escala ciudad) reflejará los efectos de una intervención local, si se utiliza alguna para la línea base, se debe prever que esta misma estación tenga disponibilidad de generación de información para la(las) evaluación(es) del indicador.	Anual (para comparar en condiciones equivalentes de dinámica de ciudad y/o de comportamientos meteorológicos)
	Indicadores de conducta	Tabulación de resultados de encuesta sobre adopción de conductas	Las opciones de respuesta utilizadas en la encuesta aplicada para establecer la línea base deben ser las mismas utilizadas en la(s) encuesta(s) aplicadas para la(las) evaluación(es) del indicador. Así mismo, la metodología de tabulación y análisis debe ser la misma utilizada en la línea base.	Puntual
	Indicadores de percepción	Tabulación de resultados de encuesta sobre percepción del entorno		

Notas: *Se considera información constante teniendo en cuenta que algunas ciudades como Bogotá disponen de factores locales de emisión para una buena cantidad de categorías de fuentes vehiculares y para varios tipos de actividades fuente. Aquello que cambie con la intervención sería el factor de actividad.
 ** A la fecha de elaboración de la presente manual, en el territorio de Colombia aplica la Resolución 40103 de 2021, emitida por los Ministerios de Minas y Energía y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2021), "Por la cual se establecen los parámetros y requisitos de calidad del combustible diésel (ACPM), los biocombustibles para uso en motores de encendido por compresión como componentes de mezcla en procesos de combustión y de sus mezclas y, de las gasolinas básicas y gasolinas oxigenadas con etanol anhidro, combustible para uso en motores de encendido por chispa, y se adoptan otras disposiciones".
 Fuente: elaboración propia.

6. Aspectos clave para la evaluación de indicadores

Además del levantamiento de la línea base para la evaluación de un indicador, es necesario definir una serie de aspectos que resultan fundamentales en el proceso, tales como:

- ¿Quién tiene la responsabilidad de generar la información base necesaria?
- ¿Quién tiene la responsabilidad de procesar la información y de aplicar la metodología para la obtención del resultado?
- ¿Qué periodicidad debe tener la evaluación de los indicadores?
- ¿Qué formato debe utilizarse para albergar tanto la información de línea base como la de cada evaluación?

Es posible que algunos de estos aspectos superen las recomendaciones metodológicas, ya que corresponden a decisiones de la ciudad o de la entidad que ejecuta la intervención, decisiones generalmente influenciadas por criterios presupuestales, de capacidad técnica instalada, entre otros.

Responsabilidades en la generación de información de seguimiento a indicadores

Frecuentemente, la generación de información para la evaluación de indicadores de calidad del aire no depende de una sola entidad, e incluso la entidad ejecutora de la intervención puede no tener la función, ni las herramientas y capacidades necesarias para generar y procesar la información requerida.

Si bien la generación de la información base es un componente fundamental para evaluar los indicadores de calidad del aire, resulta igualmente crucial el procesamiento de la información ya generada y la aplicación metodológica para llegar al resultado de la evaluación. En lo que respecta a este apartado, solo se hace referencia al perfil de entidad que debe estar a cargo de generar cada tipo de información (ya sea para línea base o para seguimiento), como se detalla en la Tabla 11.

Es discrecional de cada ciudad designar a la entidad responsable del procesamiento de información y la aplicación metodológica para la obtención del resultado de evaluación.

TABLA 11. | Responsables de la generación de la información

Tipo de información base para línea base y para evaluación	Perfil de la entidad que debe generar la información base	Entidad que genera la información para el caso de Bogotá
Aforos vehiculares	Entidad o autoridad de tránsito, transporte o movilidad	Secretaría Distrital de Movilidad
Factores de emisión *	Entidad o autoridad en temas ambientales y/o de recursos naturales	Secretaría Distrital de Ambiente
Factores de contenido de sólidos (de resuspensión) *	Entidad o autoridad en temas ambientales y/o de recursos naturales	Secretaría Distrital de Ambiente
Concentración atmosférica de contaminantes	Entidad o autoridad en temas ambientales y/o de recursos naturales	Secretaría Distrital de Ambiente
Concentración de contaminantes a alturas de exposición personal	Entidad o autoridad en temas ambientales y/o de recursos naturales	
Entidad o autoridad en temas de salud pública	Secretaría Distrital de Ambiente	
Ruido ambiental urbano	Entidad o autoridad en temas ambientales y/o recursos naturales	Secretaría Distrital de Ambiente
Dato de volatilidad de combustibles utilizados por el parque automotor local	Entidad local, regional o nacional a cargo de temas energéticos y/o mineros y/o de combustible	Ministerio de Minas y Energía y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Aplicación de encuestas de conducta y de percepción	Entidad a cargo de la intervención en infraestructura, movilidad o saneamiento	Secretaría Distrital de Movilidad

Nota: * Está información en ocasiones suele ser apoyada o generada mediante estudios académicos o proyectos de cooperación

Fuente: elaboración propia.

Periodicidad adecuada para evaluación

La periodicidad de evaluación de un indicador está altamente influenciada por la disponibilidad de recursos, tanto presupuestales, como de capacidad técnica instalada. Por lo tanto, la periodicidad de evaluación de cada indicador debe ser determinada por la ciudad o la entidad ejecutora de la intervención conforme al análisis de estos criterios, dando claridad respecto a qué esperar en cuanto a comparaciones en periodos posteriores con los resultados de la línea base.

Componentes de la hoja de vida de los indicadores

Un indicador está compuesto por varios parámetros que se agrupan en una ficha técnica u hoja de vida del indicador, que contiene tanto los elementos descriptivos como los elementos de seguimiento de un indicador. Conforme a lo descrito por el DNP (2017), se identifican los siguientes (ver Tabla 12):

TABLA 12. | Componentes de una hoja de vida del indicador

Elementos de la hoja de vida de un indicador	Descripción
Elementos descriptivos Identificación y ubicación temporal y metodológica del indicador.	▪ Nombre del indicador ▪ Descripción general ▪ Fuente de información ▪ Periodicidad ▪ Año inicial de serie histórica ▪ Objetivo ▪ Metodología de cálculo ▪ Fórmula de cálculo ▪ Unidad de medida
Elementos de seguimiento Usados para el análisis y verificación del cumplimiento del objetivo asociado. Con base en estos, una variable o un cálculo se convierte en un indicador.	▪ Línea base ▪ Metas ▪ Marco temporal ▪ Reporte o resultado

Fuente: elaboración propia.

Evaluación de indicadores de calidad del aire

El análisis de indicadores de calidad del aire es un proceso que generalmente resulta ser instintivo. Sin embargo, es prudente definir previamente la forma en que se realizará el análisis, es decir, la manera en que se realizará la comparación del resultado obtenido en la línea base y los resultados de cada evaluación posterior.

7. Presentación y uso de la información

Pese a que la construcción y seguimiento de indicadores es una práctica usual para el seguimiento a proyectos o iniciativas de orden tanto público como privado, en ocasiones la información derivada es accesible solo para un reducido grupo de actores que interviene en la ejecución de la intervención. Se considera reducido dicho grupo si se tiene en cuenta la amplia población potencialmente beneficiaria de las acciones públicas, que en muchos casos no puede consultar esta información. Esto lleva a considerar que el proceso no termina con la evaluación y seguimiento de los indicadores, sino con el conocimiento (o al menos el fácil acceso a la información) por parte de la población objetivo sobre los beneficios de una intervención o proyecto.

Posteriormente a la construcción de los indicadores, así como el proceso de evaluación y seguimiento, se requiere definir mecanismos para la presentación, difusión y uso de la información resultante. Conforme a lo expuesto por el DNP (2017), dos de las soluciones más usadas para la presentación de indicadores son: la creación de una plataforma de reporte y los tableros de control.

Plataformas de información

Una plataforma es una herramienta mediante la cual diferentes personas usuarias pueden reportar la información de los indicadores y publicar reportes sobre los avances logrados, con el objeto de unificar y presentar la información en un solo portal web (DNP 2017). Son herramientas que facilitan las actividades propias a la construcción de indicadores, y a su vez permiten la presentación de reportes cualitativos que complementan la información numérica.

Este formato unifica las relaciones entre diferentes actores, que son: i) los responsables de producir la información, ii) los responsables de administrar la plataforma o sistema, y iii) las personas usuarias o público interesado. Las principales funciones de una plataforma son:

- Facilitar el reporte de la información de los indicadores.
- Agrupar la información de la batería de indicadores de interés.
- Presentar la información de manera inmediata.
- Facilitar la comunicación y los procesos entre las diferentes personas usuarias encargadas de la creación de indicadores, el reporte de la información y la visualización de los datos.

Tableros de control

Son una herramienta que permite fortalecer los procesos de toma de decisiones y de generación de alertas tempranas en torno a la ejecución de políticas públicas o intervenciones con efecto sobre la población. Esta herramienta gerencial permite visualizar de forma estandarizada y organizada las prioridades y metas establecidas, así como los análisis de alertas tempranas sobre la consecución de éstas, constituyéndose en un elemento de relevancia en el ámbito público (DNP 2017).

Sus funciones son:

- Generar información pertinente para la acertada toma de decisiones de política pública.
- Generar alertas tempranas (semáforos) para asegurar la consecución de las metas.
- Aumentar la transparencia y la rendición de cuentas al interior de las entidades ejecutoras y así mismo evaluar su desempeño.
- Generar información para hacer la gestión pública más efectiva.

Estas herramientas de presentación facilitan el análisis y permiten enfocar la atención de los indicadores a temáticas particulares que ameritan un análisis más específico.

Referencias

Alcaldía Mayor de Bogotá y Consejo Distrital de Política Económica y Social del Distrito Capital (CONPES D.C.). (2023). *Política Pública de Movilidad Motorizada de Cero y Bajas Emisiones 2023–2040*: Documento CONPES D.C. No. 30, Registro Distrital No. 7759, 11 de julio de 2023. Bogotá D.C.

DNP. (2009). *Guía metodológica para la formulación de indicadores*. Bogotá.

DNP. (2017). *Guía para la construcción y análisis de indicadores*. Dirección de Seguimiento y Evaluación de Políticas Públicas. Bogotá.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). *Resolución 40103 de 2021*. Bogotá D.C.: Diario Oficial No. 51.638, abril 7, 2021.

Acerca de WRI Colombia

El Instituto de Recursos Mundiales (WRI, por sus siglas en inglés) trabaja para mejorar la vida de las personas, proteger y restaurar la naturaleza, y gestionar el clima. Como una organización de investigación independiente, utilizamos nuestros datos, experiencia y alcance global para incidir en políticas y catalizar cambios en sistemas como los alimentos, la tierra y el agua; la energía; y las ciudades. Nuestro equipo de más de 2.000 personas trabaja directamente en más de una docena de países prioritarios y con socios en más de 50 naciones.



**WORLD
RESOURCES
INSTITUTE**

CALLE 81 NO. 11-08, PISO 5
BOGOTÁ, COLOMBIA
ES.WRI.ORG