Secretaría Distrital de Ambiente
Dirección de Planeación y Sistemas de Información Ambiental

Las cifras
del medio ambiente

Una aproximación de índices sintéticos de calidad y de gestión ambiental, a través de la información del Observatorio Ambiental de Bogotá - OAB.

2015
Observatorio Ambiental De Bogotá

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE

BOGOTÁ HUMANA

Observatorio Ambiental De Bogotá

Datos e Indicadores

Convenio 016 de 2012 suscrito entre la Secretaría Distrital de Ambiente (Dirección de Planeación y Sistemas de Gestión Ambiental) y la Universidad Nacional de Colombia (Instituto de Estudios Ambientales

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ
Gustavo Francisco Petro Urrego
Alcalde Mayor de Bogotá

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE
María Susana Muhamad González
Secretaría de Ambiente

Gustavo Adolfo Carrión Barrero
Director de Planeación y Sistemas de Información Ambiental

Gloria Esperanza Narváez Tafur
Supervisora del convenio

Manuel José Amaya Arias
Revisión de textos, asesoría conceptual y metodológica

Mary Teresa Lizarazo Ramírez
Genny Sánchez Méndez
Apoyo en revisión de productos

Adriana Helena Cozma
Revisión de textos

Luis Nicolás Pulido
Ensamble y edición de textos

Colnodo
Suministro de información y calificación de indicadores

Luz Dary Castañeda Monsalve
Diseño y diagramación

Observatorio Ambiental De Bogotá

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
Instituto de Estudios Ambientales -IDEA

Nohra León Rodríguez
Directora del IDEA

Laura Cecilia Osorio Muñoz
Directora del Convenio

Equipo Técnico IDEA
Componente Revisión de Indicadores y diseño de Índices Sintéticos:

Mg. Laura Cecilia Osorio M.
MSc. Beatriz Elena Alzate A.
Mg. Estad. José Fernando Zea

Datos e Indicadores

Contenido

1. Introducción 18

2. Revisión de los indicadores del observatorio urbano y rural de Bogotá 21

2.1 Análisis de criterios de relevancia 21

2.1.1 Pertinencia para los problemas o decisiones 24

2.1.2 Relación con meta s, objetivos o normas específicas del Distrito.. 26

2.2 análisis de viabilidad técnica 30

2.2.1 Disponibilidad de información estadística necesaria 30

2.2.2 Funcionalidad 33

2.2.3 Credibilidad 34

2.2.4 Actualización y oportunidad de la información que usa el indicador 35

2.2.5 Sostenibilidad de la información a futuro 38

2.3 Análisis de criterios conceptuales 40

2.3.1 Validez y certeza científica de los indicadores evaluados 40

2.3.2 Coherencia conceptual del indicador 40

2.4 Análisis de criterios formales 43

2.4.1 Consistencia interna de la hoja metodológica 43

2.4.2 Forma de presentación del indicador..... 44

2.4.3 Optimización de la representación gráfica 46

2.5 Conclusiones generales de la revisión de indicadores del observatorio ambientaL 47

3. Propuesta de depuración y complementación de los indicadores de los observatorios ambiental y rural de Bogotá 50

3.1 Complementación desde las políticas ambientales y consultas realizadas por la comunidad 50

Observatorio Ambiental De Bogotá

3.2 Indicadores para abordar objetivos y temas ambientales claves .. 54

3.3 Complementación a partir de la revisión de datos y métodos de cálculo 58

3.4 Complementación de aspectos de comunicación y contextualización de los indicadores.....60

3.5 Complementación a partir de la propuesta de una nueva clasificación temática 61

3.6 Propuesta de marco ordenador para los indicadores del observatorio ambiental y rural de bogotá 68

3.7 Retroalimentación con sectores interesados 74

4. Depuración de indicadores del observatorio ambiental y rural de bogotá, según criterios de calificación 75

4.1 Clasificación de los indicadores que son centrales 75

4.2 Transformación de valores y datos del observatorio ambiental y rural de Bogotá en indicadores 79

4.3 Agrupación de otros datos y valores en una nueva categoría 85

4.4 Síntesis de complementación y depuración del observatorio ambiental y rural de Bogotá con base en la revisión y evaluación efectuada 88

5. Estado del arte sobre índices sintéticos urbanos..... 91

5.1 Índices sintéticos de ciudades (trabajos de investigación consultados)..... 97

6. Aspectos conceptuales para el desarrollo de índices sintéticos del observatorio ambiental y rural 98

6.1 Funciones de los índices sintéticos 99

6.2 Objetivos y consideraciones de la construcción de los índices sintéticos 100

6.3 Concepto de ambiente urbano 102

6.4 Organización de indicadores en el marco lógico P-E-I-R 104

7. Modelo de construcción de índices sintéticos para el observatorio 104

7.1 Elementos medioambientales 104
7.2 Elementos sociales 106
7.3 Elementos económicos 106
7.4 Estructura conceptual del modelo para la construcción de índices sintéticos 106

8. Metodología para el desarrollo de indicadores sintéticos 110

8.1 Depuración de indicadores candidatos a sintéticos 111

8.1.1 Primera etapa de depuración de indicadores candidatos a sintéticos 111

8.1.2 Segunda etapa de depuración de indicadores candidatos a sintéticos 112

8.2 Propuestas de estandarización de indicadores simples 123

8.2.1 Estandarización clásica 123

8.2.2 Reescalamiento con respecto a un valor normativo y una cota inferior 124

8.2.3 Reescalamiento con respecto a un valor normativo y una cota superior 124

8.2.4 Reescalamiento con respecto a un valor mínimo y máximo (no normativos) 125

8.2.5 Ordenamiento de indicadores entre unidades de análisis 126

8.3 Ponderación de los índices estandarizados 126

8.4 Métodos de agregación 128

8.5 Técnicas de reducción de datos multivariadas 129

8.5.1 Problemas de los indicadores del observatorio ambiental y rural que impiden el uso de métodos multivariados 131

8.6 Índices a través de distancias 132

9. Noción conceptual de índices y subíndices propuestos 134

9.1 Calidad ambiental 134

9.2 Impacto ambiental sobre la salud pública 135

9.3 Gestión ambiental 135

10. Batería de índices y subíndices sintéticos propuestos 136

10.1 Contexto de políticas y premisas para el desarrollo de índices sintéticos 136

10.2 Descripción metodológica para la definición de índices compuestos 140

10.3 Esquema jerárquico de índices y subíndices sintéticos 141

10.3.1 Índice de calidad ambiental de Bogotá 145

10.3.2 Índice impacto ambiental sobre la salud pública 146

10.3.3 Índice de gestión ambiental 147

10.3.4 Subíndice de gestión ambiental empresarial. 147

10.3.5 Índice de riesgo para el consumo de agua potable 149

10.3.6 Índice de calidad del aire 149

11. Estandarización de indicadores simples 150

11.1 Estandarización directa 150

11.2 Estandarización del indicador con respecto a un valor meta u objetivo (valores altos deseables de la variable) 150

11.3 Estandarización del indicador con respecto a un valor meta u objetivo (valores bajos deseables de la variable) 153

11.4 Estandarización del indicador con respecto a un valor normativo (valores bajos deseables de la variable) 155

11.5 Estandarización de una serie histórica sin valores normativos ni valores meta u objetivo (valores altos deseables de la variable) 157

11.6 Estandarización de una serie histórica sin valores normativos ni valores meta u objetivo (valores bajos deseables de la variable) 161

12 Ponderación de los indicadores estandarizados 163
12.1 Métodos de ponderación 164
12.1.1 Criterio de ponderación juicio de expertos 168
12.1.2 Criterio de ponderación sostenibilidad de los datos 168
12.1.3 Criterio de ponderación calidad de los datos subyacentes 168
12.1.4 Cricriterio de ponderación importancia social e información útil que brinda cada indicador 168
12.2 Resultados de la ponderación de indicadores simples para los índices y subíndices sintéticos 169
13. Agregación de indicadores simples en índices y subíndices sintéticos 169
13.1 Método de agregación utilizado 169
13.2 Caso particular WQI de agua 170
14. Resultados de índices sintéticos 172
14.1 Índice de calidad ambiental de Bogotá 172
14.1.1 Subíndice de presión ambiental 173
14.1.2 Subíndice del estado ambiental 175
14.1.2.1 Subíndice del estado del agua 175
14.1.2.2 Subíndice del estado del aire 176
14.2 Índice impacto ambiental sobre la salud pública 177
14.3 Índice de gestión ambiental 177
14.3.1 Subíndice de gestión ambiental empresarial 178
14.3.2 Subíndice de saneamiento, acueducto y alcantarillado 179
14.3.3 Subíndice de gestión de áreas protegidas 179
14.3.4 Subíndice de gestión arbolado urbano 180
14.4 Análisis de tendencias de índices y subíndices ambientales 181
15. Análisis de sensibilidad de índices simples con los índices sintéticos 183

Observatorio Ambiental De Bogotá

15.1 Índice de calidad ambiental de Bogotá 184
15.1.1 Subíndice de presión ambiental 186
15.1.2 Subíndice del estado ambiental 187
15.2 Índice impacto ambiental sobre la salud pública 190
15.3 Índice de gestión ambiental 191
15.3.1 Subíndice de gestión ambiental empresarial 194
15.3.2 Subíndice de saneamiento, acueducto y alcantarillado 195
15.3.3 Subíndice de gestión de áreas protegidas..... 196
15.3.4 Subíndice de gestión arbolado urbano 197
16. Cálculo de datos faltantes en las series de tiempo 198
17. Desarrollo de los programas de cálculo de los índices sintéticos 198
18. Hoja metodológica de los índices y subíndices sintéticos 199
20. Glosario 199
21. Anexos..... 201
Anexo 1 201
Anexo 2 201
Anexo 3 201
Anexo 4 202
Anexo 5 202
Anexo 6 202
22. Bibliografía 202

Tablas

Tabla 1	Criterios y calificaciones determinados para la evaluación de los indicadores del observatorio ambiental y rural	19
Tabla 2	Revisión de temas ambientales tratados en las políticas ambientales	22
Tabla 3	Rango de calificación de pertinencia del indicador	24
Tabla 4	Resultados del análisis de pertinencia de los indicadores	24
Tabla 5	Revisión de los objetivos ambientales tratados en las políticas revisadas	25
Tabla 6	Rango de calificación de relación del indicador con objetivos de política ambiental	27
Tabla 7	Resultados del análisis de relación de los indicadores con objetivos de las políticas	27
Tabla 8	Regla de entrada y calificación de la disponibilidad de la información	30
Tabla 9	Recuento de la calificación para disponibilidad de información	30
Tabla 10	Funcionalidad de los indicadores del observatorio ambiental y rural de Bogotá	32
Tabla 11	Credibilidad de los indicadores del observatorio ambiental y rural de Bogotá	32
Tabla 12	Calificación del criterio actualización/oportunidad	33
Tabla 13	Actualización /oportunidad de la información del observatorio ambiental y rural de Bogotá	34
Tabla 14	Rango de calificación de sostenibilidad de la información a futuro	35

Tabla 15 Resultados del análisis de sostenibilidad de la información a futuro 35

Tabla 16 Porcentajes de calificación de criterios conceptuales 37

Tabla 17 Porcentajes de calificación de consistencia en la hoja metodológica 39

Tabla 18 Porcentajes de calificación de forma de presentación de los indicadores 40

Tabla 19 Rango de calificación de la representación gráfica del indicador 40

Tabla 20 Resultados del análisis de la representación gráfica 41

Tabla 21 Porcentajes de calificaciones totales de los indicadores del observatorio 41

Tabla 22 Objetivos y propósitos de políticas y planes y su correspondencia con funciones y necesidades de diversos actores del distrito capital 45

Tabla 23 Porcentaje de los indicadores actuales del observatorio ambiental y rural de bogotá que se ocupan de los temas de políticas y planes 48

Tabla 24 Porcentajes de eventos evaluados que son indicadores ...52

Tabla 25 Ítems propuestos para la comunicación y contextualización del indicador..... 53

Tabla 26 Clasificación de los indicadores del observatorio ambiental y rural de Bogotá dentro de las temáticas propuestas 58

Tabla 27 Porcentaje de indicadores y valores del observatorio ambiental y rural de Bogotá por elementos ambientales propuestos 68

Tabla 28 Porcentajes de indicadores y datos ordenados bajo el marco P-E-I-R 70

Tabla 29 Indicadores y valores del observatorio ambiental y rural de bogotá ordenados con base en el marco P-E-I-R 71

Tabla 30 Porcentaje de indicadores centrales por elementos ambientales 79

Tabla 31 Indicadores centrales del observatorio ambiental y rural de bogotá en orden de calificación 80

Tabla 32 Valores y datos del observatorio que pueden ser transformados a indicadores 84

Tabla 33 Propuesta de fórmulas para transformación de datos y valores del observatorio ambiental y rural de Bogotá a indicadores 86

Tabla 34 Categoría “estadísticas de características ambientales” del observatorio ambiental y rural de Bogotá 92

Tabla 35 Frecuencia de “estadísticas de características ambientales” del observatorio por elementos ambientales 96

Tabla 36 Síntesis de complementación y depuración del observatorio ambiental y rural de Bogotá realizada por el idea 96

Tabla 37 Iniciativas de desarrollo de indicadores urbanos ambientales 98

Tabla 38 Ámbitos del ambiente urbano 109

Tabla 39 Indicadores del oab y observatorio rural, candidatos a sintéticos, según P-E-I-R 114

Tabla 40 Criterios de evaluación de indicadores simples para la construcción de indicadores sintéticos 121

Tabla 41 Indicadores simples que no cumplen uno o más de los criterios fundamentales para la construcción de un índice sintético 125

Tabla 42 Indicadores simples propuestos para la construcción de los índices sintéticos 126

Tabla 43 Tabla de datos insumo del análisis de componentes principales 133

Tabla 44 Componentes principales calculados 133

Tabla 45 Políticas públicas relacionadas con los índices y subíndices propuestos 139

Tabla 46 Observaciones puntuales de indicadores simples candidatos a índices compuestos 142

Tabla 47 Índice y subíndices de calidad ambiental de Bogotá 148

Tabla 48 Índice de impacto ambiental sobre la salud pública e indicadores simples que lo conforman 150

Tabla 49 Índice de gestión ambiental, subíndices e índices que lo conforman 150

Tabla 50 Estandarización directa 154

Tabla 51 Estandarización con respecto a un valor objetivo o meta (valores altos deseables de la variable) 156

Tabla 52 Estandarización con respecto a un valor objetivo (valores bajos deseables de la variable) 157

Tabla 53 Estandarización con respecto a un valor normativo (valores bajos deseables de la variable) 159

Tabla 54 Estandarización con respecto a un valor promedio (valores altos deseables de la variable) 160

Tabla 55 Estandarización con respecto a un valor promedio (valores bajos deseables de la variable) 162

Tabla 56 Ponderación de indicadores simples dentro de los subíndices e índices sintéticos 164

Tabla 57 Resultado de ponderaciones de índices simples, subíndices e índices sintéticos..... 172

Tabla 58 Sensibilidad de variables, dentro del índice de calidad ambiental 184

Tabla 59 Análisis de sensibilidad subíndice de presión ambiental.. 186

Tabla 60 Análisis de sensibilidad subíndice de presión del agua 186

Tabla 61 Análisis de sensibilidad subíndice de estado ambiental .. 187
Tabla 62 Análisis de sensibilidad subíndice del estado del agua 188
Tabla 63 Análisis de sensibilidad subíndice del estado del aire 188
Tabla 64 Análisis de sensibilidad índice de impacto ambiental sobre la salud pública 189
Tabla 65 Sensibilidad de indicadores simples para el índice de gestión ambiental..... 189
Tabla 66 Análisis de sensibilidad subíndice de gestión ambiental empresarial 191
Tabla 67 Análisis de sensibilidad subíndice de saneamiento, acueducto y alcantarillado 192
Tabla 68 Análisis de sensibilidad subíndice de áreas protegidas 193
Tabla 69 Análisis de sensibilidad subíndice de gestión de arbolado urbano 193

Ilustraciones

Ilustración 1 Actualización de información del observatorio ambiental y rural de bogotá durante el 2012 34
Ilustración 2 Porcentajes de calificación de los diversos criterios evaluados en el observatorio ambiental y rural de Bogotá 42
Ilustración 3 Dimensiones temáticas propuestas para los indicadores del observatorio ambiental y rural de Bogotá 56
Ilustración 4 Conceptos del marco ordenador P-E-I-R 69
Ilustración 5 Interacciones del marco organizador P-E-I-R 70
Ilustración 6 Etapas de construcción de índices sintéticos 106
Ilustración 7 Enlaces lineales causa-efecto (A) y redes causa- efecto complejas (B) para el modelamiento de interrelaciones sociedad-ecosistema 108
Ilustración 8 Modelo para la construcción de índices sintéticos 114
Ilustración 9 Reescalamiento con respecto a un valor normativo (U) y una cota inferior (MÍN) 129
Ilustración 10 Reescalamiento con respecto a un valor normativo (I) y una cota superior (MÁX) 129
Ilustración 11 Reescalamiento con respecto al rango (valores deseables de la variable hacia los valores positivos) 130
Ilustración 12 Reescalamiento con respecto al rango (valores deseables de la variable hacia los valores negativos) 130
Ilustración 13 Métodos de reducción de datos 134
Ilustración 14 Estructura de índices sintéticos a partir de indicadores simples de elementos ambientales ordenados en el marco P-E-I-R 143
Ilustración 15 Esquema jerárquico general para la construcción de índices y subíndices sintéticos 145

Ilustración 16 Estandarización con respecto a un valor meta u objetivo (VM) y valor alto deseable de la variable 155

Ilustración 17 Curva logística con un valor meta u objetivo (VM) y valores altos deseables de la variable 155

Ilustración 18 Estandarización con respecto a un valor meta u objetivo (VM) y valor bajo deseable de la variable 156

Ilustración 19 Curva logística con un valor meta u objetivo (VM) y valores bajos deseables de la variable..... 157

Ilustración 20 Estandarización con respecto a un valor normativo y valores bajos deseables de la variable 158

Ilustración 21 Curva logística con un valor normativo y valores bajos deseables de la variable 158

Ilustración 22 Estandarización con respecto a al promedio y valores altos deseables de la variable 159

Ilustración 23 Curva logística con un valor promedio y valores altos deseables de la variable 160

Ilustración 24 Estandarización con respecto a al promedio y valores bajos deseables de la variable 161

Ilustración 25 Curva logística con un valor promedio y valores bajos deseables de la variable 161

Ilustración 26 Comportamiento en el tiempo de los índices y subíndices ambientales del OAB 183

Ilustración 27 Contribución indicadores simples a índice de calidad ambiental 185

Ilustración 28 Contribución indicadores simples al índice de gestión ambiental 191

1 . Introducción

Este documento describe el proceso llevado a cabo para la revisión, depuración y complementación de los indicadores del Observatorio Ambiental de Bogotá; también presenta el análisis de aquellos indicadores que se encuentran en línea, con base en los distintos criterios establecidos y a su calificación, correspondiente con la ponderación definida para ese fin. Finalmente, se presentan recomendaciones y una propuesta de depuración y complementación de la batería de indicadores existentes actualmente, así como las sugerencias para la construcción de nuevos indicadores.

Este proceso se hizo de manera coordinada con la Secretaría Distrital de Ambiente y COLNODO, con datos tomados entre los años 2012 y 2014, entidad que le da operatividad al uso y consulta de los índices simples del Observatorio Ambiental y Rural en la WEB. Es importante señalar el papel de COLNODO en el suministro de información para la investigación, debido a que esta institución es la encargada del diseño y desarrollo del sitio web y la plataforma virtual, a través de la cual se puede acceder a los indicadores definidos por la SDA.

Con la información proporcionada, se robustecieron los criterios de evaluación de cada indicador simple y se optó por considerar otros criterios que no se habían tomado en cuenta al inicio del proceso, igualmente se tuvo acceso a las encuestas de los usuarios del observatorio, que permitieron priorizar algunos indicadores, por su importancia social y necesidad de consulta de los diversos grupos sociales.

A partir de una revisión de documentos que plasman las experiencias de desarrollo de indicadores ambientales, principalmente en Latinoamérica y el Caribe, así como las encuestas y sugerencias planteadas por el público que visita el observatorio ambiental de Bogotá, el IDEA realizó una primera propuesta para depurar los indicadores, teniendo en cuenta la situación actual del observatorio ambiental y rural. Las decisiones para la modificación de recepción y captura de la información que proporciona la ficha metodológica y su actualización se realizó de manera conjunta con base en la propuesta del IDEA, teniendo en cuenta las temáticas ambientales, bajo las cuales se encuentran hoy en día organizados los indicadores simples.

La tabla 1 contiene: a) Cuatro grupos de criterios de evaluación (Relevancia, viabilidad técnica, criterios conceptuales y formales); b) La escala de calificaciones y la ponderación de dichas calificaciones para los diversos criterios analizados. La mayor ponderación de 0,36 la obtuvo el grupo de criterios de viabilidad técnica, la segunda el grupo de criterios de relevancia respecto a las políticas ambientales con 0,25, la tercera el grupo de criterios conceptuales con 0,24 y por último el grupo de criterios formales con 0,15. Es importante señalar que estos criterios fueron definidos de manera conjunta en el trascurso de la investigación.

Tabla 1 Criterios y calificaciones determinados para la evaluación de los indicadores del observatorio ambiental y rural.

CRITERIO DE EVALUACIÓN	ESCALA DE CALIFICACIÓN*	PONDERACIÓN DE CRITERIOS
Relevancia	De 1 a 5	0.25
· Pertinencia para los problemas o decisiones en que se quieren utilizar los indicadores.	De 1 a 5	0.15
· Relación con metas, objetivos o normas específicas del Distrito, que aterriza al indicador a la realidad en términos de políticas públicas e información ciudadana.	De 1 a 5	0.1
Viabilidad técnica	De 1 al 5	0.36
· Disponibilidad de información estadística necesaria para su cálculo (datos disponibles para varios años, suficientes para dar confiabilidad a los cálculos requeridos y para observar tendencias. Información disponible para períodos cortos, pero consistentes, con vacíos de información en el tiempo).	De 1 a 5	0.08
Funcionalidad: Verifica que el indicador sea medible, operable y sensible a los cambios registrados en la situación inicial.	De 1 a 5	0.06
Credibilidad: Evalúa si los indicadores están soportados en estándares estadísticos apropiados.	De 1 a 5	0.08
Actualización de la información que usa el indicador, disponibilidad de la información y consulta del indicador en el observatorio para una periodicidad anual al final del mes 3, si la periodicidad es diferente (mensual, trimestral, etc.) debe estar disponible al final del siguiente mes después del período de referencia.	De 1 a 5	0.08
· Sostenibilidad de la información a futuro: Que exista un programa sistemático de producción de la información.	De 1 a 5	0.06
Criterios conceptuales		0.24
Validez y certeza científica de los fenómenos que pretende evidenciar	De 1 a 5	0.12

CRITERIO DE EVALUACIÓN	ESCALA DE CALIFICACIÓN*	PONDERACIÓN DE CRITERIOS
Coherencia conceptual del indicador: El indicador es una variable (evidencia claramente una historia pertinente, es una señal que alerta sobre lo que ocurre respecto de un fenómeno, problema, desafío o meta acordada), no es un valor.	De 1 a 5	0.12
Criterios Formales		0.15
· Consistencia interna hoja metodológica (HM), lo que implica que todos y cada uno de los campos de la HM, por ejemplo: el nombre, la fórmula, la frase de tendencia, el gráfico y los desafíos de política, estén alineados en la misma dirección.	De 1 a 5	0.05
· El indicador se presenta en forma contextualizada (se explica al usuario qué muestra el indicador, su importancia e implicancias), de forma amigable y clara.	De 1 a 5	0.05
· Optimización de diseño del gráfico, cartografía o representación elegida.	De 1 a 5	0.05
SUMA PONDERACIONES		1

* (Donde 1 es la calificación más baja y 5 la más alta)
La calificación total de cada indicador evaluado se obtuvo aplicando la fórmula de promedio ponderado según los pesos dados a cada criterio, la fórmula empleada es:

$$I_j = \frac{100}{4}\left[\left(\sum_{i=1}^{k} w_i X_{ij}\right) - 1\right]$$

Dónde:
k: Número de criterios evaluados, para el caso 12 criterios.
w_i: Ponderación asignada al criterio i.
X_{ij}: Calificación entre 1 y 5 otorgada en el criterio i al indicador j.
I_j es un indicador que está acotado en el intervalo de 0 a 100, si el puntaje del indicador es cercano a 100 será evidencia de que cumple con los criterios evaluados mientras que un indicador tendiendo a la baja mostrará criterios donde se encuentra débil.

Para cada indicador fue asignada la calificación del criterio respectivo y se justificó dicha calificación.

2. Revisión de los indicadores del observatorio urbano y rural de Bogotá.

A continuación se muestra el análisis síntesis para cada criterio evaluado y algunos aspectos generales que se acotan, con base en el ejercicio llevado a cabo, dentro de la revisión (parte del primer objetivo del convenio).

Los criterios a la luz con los cuales fue revisada la información existente en el observatorio, se presentaron por parte del IDEA, en un primer informe de avance a la interventoría. En ese mismo documento fueron desarrollados aspectos conceptuales sobre lo que se entiende por indicador y qué no es un indicador.

2.1 Análisis de criterios de relevancia

La relevancia de cada indicador se calificó con dos criterios: pertinencia para atender temas o problemas ambientales y la relación con los objetivos de Políticas Ambientales, en el entendido que una política es una declaración de principios, orientaciones, lineamientos y compromisos del Estado, para conducir las acciones públicas y privadas hacia la solución de problemas ambientales.

Así las políticas ambientales están orientadas a prevenir, evitar o minimizar los efectos negativos de las interacciones entre la sociedad y la naturaleza, con el fin de lograr la sostenibilidad ambiental y mantener los servicios eco sistémicos necesarios para cubrir las necesidades básicas de la sociedad, mejorar su calidad de vida y garantizar la base natural como soporte de la economía.

Para definir cuáles son los temas y problemas ambientales y los objetivos de políticas públicas ambientales en los diferentes niveles territoriales: internacional, nacional, regional y distrital, se revisaron 20 documentos de política ambiental así:

De nivel internacional:

- Objetivos y metas de desarrollo del Milenio[1] 2000.
- CEPAL 2008[2].
- ILAC 2008[3].

De nivel nacional:

- Política Nacional de Gestión Ambiental Urbana.[4]
- Plan Nacional de Desarrollo[5], presidente J.M. Santos y
- La Misión y Objetivos del nuevo Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS.

1. Naciones Unidas, Declaración del Milenio. 2000 Los datos de los indicadores de los objetivos de desarrollo del milenio están disponibles en la página: http://unstats.un.org/unsd/mdg/ de la División de Estadística de Naciones Unidas.
2. Naciones Unidas, CEPAL, 2009. Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe.
3. Informe sobre la Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible (ILAC) a cinco años de su adopción (2008).
4. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Política de Gestión ambiental Urbana. Bogotá, D.C. Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2008
5. Ley 1450 de 2011, Plan Nacional de Desarrollo.

De nivel Regional y Distrital:

- Plan de Gestión Ambiental del Distrito Capital PGA 2008 – 2038.
- Plan de Desarrollo Bogotá Humana 2012 - 2016 Gustavo Petro.
- Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C. Propuesta de modificación 2012.
- Plan de gestión para el desarrollo rural sostenible PGDR, 2009.
- Política Pública Distrital de Ruralidad. 2006.
- Política de Humedales del Distrito Capital. 2005.
- Política para el manejo del suelo de Protección en el Distrito Capital. 2008
- Política para la gestión de la conservación de la biodiversidad en el D.C. 2010
- Política pública distrital de educación ambiental. 2008
- Política de Salud Ambiental para Bogotá D.C. Documento preliminar. 2011
- Política de producción sostenible para el D.C. 2003
- Plan Maestro del Sistema de Acueducto y Alcantarillado para Bogotá D.C. 2006
- Plan Maestro de Espacio Público para Bogotá Distrito Capital. 2005
- Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos para Bogotá D.C. 2006
- Plan Decenal Descontaminación del aire para Bogotá D.C. 2010

El análisis de las políticas ambientales se desarrolló en dos partes:

1. Análisis de Temas y problemas ambientales a los cuales se referían las políticas ambientales consultadas. En la *Tabla 2* se indica el porcentaje de políticas ambientales que se ocupan directamente del tema o problema mencionado en los diferentes niveles de política, del internacional al local, cada tema se amplía en una serie de subtemas relacionados. Los temas y subtemas reflejan los problemas ambientales que para ser solucionados dan origen a la política.

2. Análisis de los Objetivos principales de las políticas ambientales. En la *Tabla 5* se indica el porcentaje de políticas que incluyeron estos objetivos.

Tabla 2 Revisión de temas ambientales tratados en las políticas ambientales

	Principales TEMAS tratados en las Políticas revisadas	Número de Políticas que incluyeron el tema	% de políticas que incluyen este tema
1	Áreas protegidas	20	100
2	Gestión ambiental institucional	16	80
3	Riesgos y desastres	14	70
4	Recurso hídrico	14	70
5	Participación y cultura ambiental	12	60
6	Uso eficiente de recursos naturales	12	60
7	Producción más limpia	11	55
8	Calidad del aire	10	50
9	Ambiente y sociedad	10	50
10	Ruralidad	9	45

	Principales TEMAS tratados en las Políticas revisadas	Número de Políticas que incluyeron el tema	% de políticas que incluyen este tema
11	Residuos sólidos	8	40
12	Servicios ambientales	8	40
13	Cambio climático	8	40
14	Instrumentos Económicos	8	40
15	Ordenamiento Territorial	7	35
16	Área urbana	7	35
17	Áreas protegidas urbanas	7	35
18	Bordes urbanos y ciudad región	7	35
19	Ecourbanismo	6	30
20	Biodiversidad	6	30
21	Energía	5	25
22	Movilidad y transporte	5	25

De este ejercicio de clasificación de políticas y objetivos de política ambiental aplicables en el D.C, se concluye:

El 100% de los documentos revisados incluye el tema de áreas protegidas, de éstos el 75% son las políticas distritales que incorporan los lineamientos de las políticas nacionales, como el Plan Nacional de Desarrollo e internacionales como las Metas del Milenio, cumpliendo con compromisos internacionales y nacionales de nivel constitucional para avanzar en la sostenibilidad ambiental en el país.

El 80% de las políticas mencionan el tema de gestión ambiental institucional, esto señala la importancia de lograr la eficiencia del Estado para mantener el ambiente en buenas condiciones. Se destaca la mención del subtema relacionado con producción y socialización de la información ambiental.

El 70% de las políticas hacen referencia directa a los temas de riesgos y desastres y a todo lo relacionado con el recurso hídrico: manejo de cuencas, oferta y demanda de agua para los diferentes usos, calidad del agua potable y tratamiento y disposición de vertimientos.

El 60% de los documentos, se refieren a los temas de participación ciudadana y cultura ambiental, responsabilidad social, educación ambiental entre otros, y al uso eficiente de los recursos naturales y servicios ambientales.

El 55% de las políticas manifiestan la necesidad de abordar el tema de producción más limpia urbana y rural, como una responsabilidad del Estado y la empresa privada.

Los demás temas identificados en el resto de los documentos revisados, son objeto particular de algunas de las políticas ambientales o de interés local como es el caso del Distrito Capital, sin que por ello pierdan importancia como temas conducentes al logro de la sostenibilidad ambiental.

En conclusión, la información sobre los temas y subtemas presentes en las políticas ambientales internacionales, nacionales y distritales, son indispensables para la revisión y el planteamiento de nuevos indicadores de trabajo para

el Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá, esperamos que la información suministrada en este documento, pueda ayudarle al público en su conocimiento sobre la calidad ambiental en las localidades y muestre los esfuerzos de la gestión que se está realizando desde la administración, para mantener y mejorar la calidad del ambiente en la ciudad.

2.1.1 Pertinencia para los problemas o decisiones

La pertinencia de cada indicador se analizó con relación a la contribución del mismo para atender temas ambientales relevantes o problemas ambientales en el territorio distrital, incluidos o considerados en las políticas ambientales revisadas.

El análisis anterior sobre los temas tratados por las políticas ambientales en diferentes niveles (internacional, nacional, regional y/o local), tienden a abordar los problemas ambientales generales y específicos nacionales y locales, por ello para analizar la Pertinencia de los indicadores del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá, se calificaron de la siguiente manera:

Tabla 3 Rango de calificación de Pertinencia del indicador

5	Si el indicador se refiere clara y directamente a un tema y problema ambiental previsto en las políticas y planes ambientales de relevancia internacional, nacional, regional y/o local.
4	Si el indicador está respondiendo a un tema general ambiental pero no muestra de manera clara el problema ambiental al que se refiere.
3	Si el indicador se relaciona de manera indirecta o confusa a un tema general o problema ambiental.
2	Si el indicador solo muestra datos o información que aunque útil para alguien, no expresan la existencia de un tema o problema ambiental.
1	Si el indicador no corresponde a temas o problemas ambientales.

Tabla 4 Resultados del análisis de Pertinencia de los indicadores

Evaluación	Cantidad de indicadores	%
5	74	51,0
4	39	26,9
3	23	15,9
2	6	4,1
1	3	2,1
Total	145	100

En la Tabla 4 se observan los porcentajes de calificación para los indicadores analizados, según la calificación de Pertinencia explicada por cada indicador del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá.

El 77,9% de los indicadores son pertinentes, tienen una relación clara y directa con los temas ambientales tratados por las políticas revisadas y son pertinentes tanto a nivel internacional como local.

El 15,9% de los indicadores se relacionan indirectamente con temas y problemas ambientales contenidos en las políticas, y no indican por sí mismos, si el estado del ambiente mejora o empeora, o incluso la gestión institucional.

Solo el 4,1% se refieren generalmente a información o datos que pueden ser de utilidad para temas ambientales en otro contexto o como base de indicadores ambientales.

Una pequeña minoría de 2,1%, son indicadores que no corresponden a temas o problemas ambientales consistentes con las políticas públicas en los diferentes niveles territoriales y deberán ser clasificados en otro lugar.

En conclusión, es importante señalar que los indicadores del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá en un 93,8% demostraron que están relacionados con los problemas ambientales distritales y están cumpliendo con las políticas ambientales. Solo hay 9 indicadores calificados con 1 y 2, ellos pueden observarse en la matriz de calificación del ANEXO 1, en el criterio relevancia y un 20% puede optimizarse con una mejor ubicación temática del indicador o en su descripción y un 2% no son pertinentes.

2.1.2 Relación con meta s, objetivos o normas específicas del Distrito

El segundo criterio para definir la Relevancia de los indicadores ambientales del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá, se refiere a la relación de los indicadores con los objetivos manifiestos en las políticas ambientales y demás documentos revisados.

Tabla 5 Revisión de los Objetivos ambientales tratados en las políticas revisadas

	Objetivos generales de las políticas revisadas	Número de Políticas que incluyeron este objetivo	% de Políticas que incluyeron este objetivo
1	Lograr y mantener la sostenibilidad y calidad	16	80
2	Implementar el Ordenamiento Ambiental del Territorio.	16	80
3	Fomentar la cultura y responsabilidad ambiental social.	13	65
4	Incluir la gestión del riesgo en los procesos de gestión ambiental.	12	60
5	Proteger el ambiente como patrimonio social	12	60
6	Mejorar la calidad de vida y la salud	11	55
7	Recuperar, proteger y fomentar el uso adecuado de los recursos hídricos.	10	50
8	Buscar la sostenibilidad ambiental en la prestación de los servicios públicos.	9	45

	Objetivos generales de las políticas revisadas	Número de Políticas que incluyeron este objetivo	% de Políticas que incluyeron este objetivo
9	Mejorar procesos de formación y educación ambiental.	8	40
10	Propender por el uso eficiente de los recursos naturales.	8	40
11	Manejar el espacio público con concepto ambiental.	8	40
12	Promover la adopción de procesos de producción más limpia.	7	35
13	Introducir criterios ambientales en la planificación regional.	7	35
14	Reducir la pérdida de biodiversidad	6	30
15	Incluir el concepto de sostenibilidad ambiental en la planeación.	6	30
16	Iniciar procesos de adaptación al Cambio Climático	6	30
17	Fomentar los SITP	6	30
18	Construir una nueva ruralidad con enfoque integral ambiental.	6	30
19	Implementar el manejo integral de los residuos sólidos	5	25

Se registraron 19 objetivos que recogen los principales propósitos de las políticas ambientales, de los cuales:

El 80% de las políticas revisadas incluyeron entre sus objetivos, "Lograr y mantener la sostenibilidad y calidad ambiental", e "Implementar el Ordenamiento Ambiental del Territorio".

El 65% de las políticas revisadas contienen el Objetivo "Fomentar la cultura y responsabilidad ambiental social".

El 60% manifestaron el propósito de "Incluir la gestión del riesgo en los procesos de gestión ambiental" y "Proteger el ambiente como patrimonio social".

El 55% de las políticas contenían el objetivo "Mejorar la Calidad de vida y la salud humana".

El 50% se refirieron al objetivo "Recuperar, proteger y fomentar el uso adecuado de los recursos hídricos".

El 45% incluyó "Buscar la sostenibilidad ambiental en la prestación de los Servicios Públicos".

El 40% de las políticas incluyó los siguientes objetivos: "Mejorar procesos de formación y educación ambiental", "Propender por el uso eficiente de los recursos naturales", y "Manejar el espacio público con concepto ambiental".

En conclusión, todos los objetivos mencionados son relevantes y conducen a lograr la sostenibilidad ambiental del territorio. Se destaca que el 25% de los objetivos de las políticas ambientales revisadas se refieren a propósitos para mejorar la calidad de los ecosistemas y los recursos naturales.

Mientras el 75% de los objetivos son de gestión, se refieren a intenciones de mejorar desde la sociedad y las instituciones la relación sociedad - naturaleza, con énfasis en la recuperación de una cultura ambiental, modificación de hábitos y costumbres, haciendo un uso más adecuado de los recursos. Desde las instituciones, busca el mejoramiento en la eficiencia y gestión institucional introduciendo el tema ambiental en la planeación y el control al cumplimiento de normas.

Con estas referencias se analizarán cada uno de los indicadores, buscando la relación que tienen con los objetivos de las políticas ambientales territoriales analizadas, para definir la relevancia de los indicadores se utilizó el siguiente rango de calificación:

Tabla 6 Rango de calificación de relación del indicador con objetivos de política ambiental

5	Si el indicador demuestra clara y directamente que se está cumpliendo con un objetivo de política de nivel internacional, nacional, regional y/o distrital.
4	Si el indicador muestra de manera limitada que está cumpliendo con un objetivo ambiental y no expresa de manera clara que mide la calidad ambiental o la gestión institucional.
3	Si el indicador se relaciona de manera indirecta o confusa con un objetivo de política ambiental.
2	Si el indicador solo muestra datos o información que aunque útil para alguien, no corresponde al cumplimiento de objetivos de política ambiental.
1	Si el indicador no corresponde a ningún objetivo de política ambiental.

En la Tabla 7 se presentan las estadísticas generales de esta evaluación.

Tabla 7 Resultados del análisis de relación de los indicadores con objetivos de las políticas

Evaluación	Cantidad de indicadores	%
5	56	38,6
4	53	36,6
3	27	18,6
2	5	3,4
1	4	2,8
Total	145	100,0

El 38,6% de los indicadores muestran clara y directamente que se está cumpliendo con un objetivo de política ambiental de nivel internacional, nacional, regional y/o distrital.

El 36,6%, muestran de manera limitada que está cumpliendo con un objetivo ambiental y no expresan claramente que miden la calidad ambiental o la gestión institucional.

El 18,6% de los indicadores se relacionan de

manera indirecta o confusa con un objetivo de política ambiental.

Una minoría de los indicadores 6,2% no corresponden con objetivos de las políticas ambientales.

En conclusión, se infiere por la calificación que la mayoría de indicadores (75%) se orientan a mostrar al usuario que se están realizando acciones coherentes con las políticas ambientales. Aproximadamente un 6% no están claramente diseñados para expresar el cumplimiento de objetivos, pueden ser útiles para señalar otros propósitos como medir la gestión de las instituciones. El análisis completo con todos los criterios, definirá cuáles de los denominados indicadores no lo son, y dónde deberán ubicarse.

2.2 Análisis de viabilidad técnica

Este criterio de evaluación abarca los siguientes aspectos de calidad estadística: disponibilidad de información estadística necesaria, funcionalidad del indicador, credibilidad del indicador, actualización de la información que usa el indicador y sostenibilidad de la información a futuro.[6]

2.2.1 Disponibilidad de información estadística necesaria

Corresponde a los datos disponibles para varios años, suficientes para dar confiabilidad a los cálculos requeridos y para observar tendencias e información disponible para períodos cortos, pero consistentes, con vacíos de información en el tiempo.

La evaluación y calificación de este aspecto dentro del criterio de viabilidad técnica, consistió en realizar un análisis, indicador por indicador, del conjunto seleccionado de 145, que corresponden a la ciudad y al área rural.

El grupo de indicadores objeto de la evaluación consideró el aporte de los mismos, haciendo énfasis en la importancia de la información que allí se encuentra y que permite conocer el estado y la calidad del ambiente en Bogotá. En muchos casos se encontraría información valiosa, que sin embargo no podía considerarse técnicamente como indicador y se tendría un tratamiento especial para reclasificarla y considerarla para la formulación de indicadores nuevos o mejora de los existentes.

Lo anterior reconociendo que el observatorio y su información se ha convertido en una herramienta en donde la gente puede consultar el estado ambiental de Bogotá, ya que integra información de diferentes dependencias del distrito sobre ambiente y recursos naturales, y apoya la toma de decisiones.

Considerando las series de datos disponibles, se utilizó como base teórica, para evaluar este criterio, el teorema del Límite Central, con el cual se estudia el comportamiento para una distribución normal en series, cuando no es suficientemente grande entre 20 y 30 datos. Las versiones de este teorema se aplican en función de las condiciones de los datos. Para este caso se aplicó la más simple, en donde se establece la suficiencia de datos, con los cuales se pueden observar tendencias e inferir comportamientos futuros de las variables de estudio.

6. De estos criterios mencionados, COLNODO apoyó y realizó la evaluación de los tópicos disponibilidad y actualización de la información.

Teorema del límite central: Sea $X_1, X_2, \ldots X_n$ un conjunto de variables aleatorias, independiente e idénticamente distribuidas con media μ y varianza σ^2 distancia de cero. Sea

$$S_n = X1 + \ldots + X_n$$

Entonces

$$\lim_{n\to\infty} \Pr\left(\frac{S_n - n\mu}{\sigma\sqrt{n}} \leq z\right) = \Phi(z).$$

Teorema (del límite central): Sea $X_1, X_2, \ldots X_n$ un conjunto de variables aleatorias, independientes e idénticamente distribuidas con media μ y varianza $\sigma^2 \neq 0$.

Entonces, si n es suficientemente grande, la variable aleatiria

$$\bar{X} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_i$$

Tiene aproximadamenre una distribución normal con

$$\mu_{\bar{X}} = \mu \text{ y } \sigma^2_{\bar{X}} = \sigma^2/n.$$

Considerando las series de datos disponibles, tiempo de uso, consistencia de la información y tema, para cada indicador al aire en el Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá, se tomó como regla de entrada y calificación de la información, la siguiente condición:

Tabla 8 Regla de entrada y calificación de la disponibilidad de la información

Descripción y Puntaje	Descripción y Puntaje	Descripción y Puntaje	Descripción y Puntaje	Descripción y Puntaje
Menos de 5 datos disponibles	Cinco 5 datos disponibles	Entre 6 y 10 datos disponibles	Entre 11 y 20 datos disponibles	Más de 20 datos disponibles
Se asigna un punto (1) de calificación	Se asigna dos puntos (2) de calificación	Se asigna tres puntos (3) de calificación	Se asigna cuatro puntos (4) de calificación	Se asigna cinco (5) puntos de calificación

Después de realizar el ejercicio de calificación el resultado fue el siguiente (ver Tabla 9).

Al realizar análisis estadísticos con series de datos tan limitadas, solo producirá resultados básicos. Por ejemplo el 77.2% de las series analizadas, corresponden a menos de 20 datos, tal como se puede apreciar en la tabla anterior.

Un 40,7% de los indicadores evaluados obtuvo una calificación entre los 4 y 5 puntos, lo que insinúa una cantidad de datos disponibles, con los cuales se pueden observar tendencias e inferir comportamientos futuros de las variables de estudio. Sin embargo, es importante advertir que solo para los indicadores de agua, aire, y salud ambiental, se observó una disponibilidad de información suficiente para realizar análisis estadísticos, considerando series mayores a 30 datos. Se observa que un 24,1% de los indicadores tiene disponibilidad de información con un rango entre 6 y 10 datos, indicando limitantes para procesamiento de información desde el punto de vista estadístico y poder deducir tipos de comportamientos y análisis consistentes.

Tabla 9 Recuento de la calificación para disponibilidad de Información

Datos Disponibles	Evaluación	Cantidad de Indicadores	%
Menos de 5 datos disponibles	1	29	20,0
Cinco 5 datos disponibles	2	22	15,2
Entre 6 y 10 datos disponibles	3	35	24,1
Entre 11 y 20 datos disponibles	4	26	17,9
Más de 20 datos disponibles	5	33	22,8
Total		**145**	**100,0**

Un 45,2% de los indicadores, que es la mayor participación del grupo analizado, obtuvo una calificación entre 1 y 2 puntos, lo que indica que hay 5 o menos datos disponibles para procesamiento de información.

Para el caso de los indicadores de frecuencia mensual, al igual que los índices, se realizó el análisis de manera especial, revisando los datos originales o "madre", por ejemplo para los casos de calidad del agua, aire y salud ambiental, los cuales obtuvieron una calificación de 5 bajo este criterio. Lo anterior, considerando el número de datos disponibles, para estos grupos, que en la mayoría de los casos superó los 20 datos. Esto puede observarse en la matriz de calificación general, y verificar que solamente 12 de los indicadores estudiados corresponde a frecuencia mensual.

En cuanto a la calificación para el número de datos disponible en el OARB, con las series de los indicadores, lo que se pretendió fue un análisis de la información representativa desde lo estadístico. En el 89% de los casos la frecuencia es anual, y con series entre 20 y 2 años. Lo anterior puede verificarse en la matriz general de calificación.

Bajo esta situación es muy importante considerar la calificación en conjunto con los demás criterios, en donde se pueda proponer agrupaciones de indicadores, para rescatar y utilizar de una manera eficiente los esfuerzos realizados de consecución y puesta al aire de la información. Bajo otra condición, esta información consideraría un estatus de información de referencia clave para el observatorio.

5.2.2 Funcionalidad

Una de las características más relevantes que debe tener un indicador es que muestre alarmas del suceso, para ello el indicador debe ser sensible a cambios y en caso de que esté alineado con una política pública deberá reflejar una meta, con el propósito de monitorear el comportamiento y de un estado real del mismo. En algunos casos la información base no generaba un indicador, pero puedo ser bien evaluada si la información que contiene es relevante y permite construir indicadores soportados sobre estándares científicos.

Verifica que el indicador sea medible, operable y sensible a los cambios registrados en la situación inicial. El indicador es medible si toma un valor numérico que dé cuenta del desempeño de la temática evaluada; éste puede ser una proporción, una medida de tamaño, un cambio porcentual o un valor medido en escala continua, con estas características el indicador es útil para realizar comparaciones entre diferentes regiones o países y establecer cambios temporales en los atributos que mide el indicador (indicador operable). Así mismo un indicador deberá detectar los cambios que se presentan con respecto a las situaciones iniciales, por ejemplo, si se están calculando tasas tanto el numerador como el denominador y deben actualizarse para detectar adecuadamente los cambios en las condiciones que mide el indicador.

Para evaluar la funcionalidad se verifica la fórmula de cálculo del indicador y se revisa la sensibilidad del indicador para detectar los cambios ocurridos con respecto a una situación anterior. Los resultados se resumen en la Tabla 10.

Tabla 10 Funcionalidad de los indicadores del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá

Evaluación	Cantidad de indicadores	%
1	7	4,8
2	16	11,0
3	32	22,1
4	70	48,9
5	20	13,8
Total	145	100,0

Se observa que el 62,7% de la información de los indicadores objeto de la evaluación cumplen con la condición de funcionalidad y permiten detectar adecuadamente los cambios de las tendencias respecto a la situación inicial o intermedia reportada.

Un 22.1% presentan dificultades en su lectura, por lo tanto, se debería generar una orientación general y especificar en la ficha el modo de cálculo. Así mismo, en un 15,8% de los indicadores no se especifica un método ni fórmula de cálculo del indicador.

2.2.3 Credibilidad

En este criterio se evalúa si los indicadores son producidos profesionalmente siguiendo estándares estadísticos apropiados, al respecto se revisa la documentación y se analizan las prácticas aplicadas para los procedimientos de recolección, procesamiento, almacenamiento y difusión de los datos estadísticos, así mismo se determinan los mecanismos que permitan asegurar la objetividad de los datos.

La credibilidad evalúa si los indicadores están soportados en estándares estadísticos apropiados. El resumen de calificación se presenta en la Tabla 11.

Tabla 11 Credibilidad de los indicadores del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá

Evaluación	Cantidad de indicadores	%
1	30	20,7
2	33	22,8
3	44	30,3
4	27	18,6
5	11	7,6
Total	145	100,0

Bajo este aspecto solo un 26,2% de la información de los indicadores presenta una información básica y de soporte de los mismos de manera técnica y apropiada.

Es importante señalar una limitada credibilidad de los indicadores construidos en el OARB, principalmente por no estar sustentados en estándares estadísticos y metodológicos apropiados. Lo anterior muestra que se requiere un esfuerzo adicional para buscar que la información soporte de manera técnica la adopción de estos indicadores.

2.2.4 Actualización y oportunidad de la información que usa el indicador

La evaluación se centró en observar el comportamiento del cargue de la información del indicador y cuándo efectivamente estaba al aire y podía ser consultada por los diferentes usuarios.

Para ello se tomó como condición de entrada la reglamentación establecida para la subida de la información al Observatorio, teniendo en cuenta el Decreto Distrital 681 de 2011, y el procedimiento diseñado para tal efecto. Igualmente considerando, no solamente, que

la información fuese oportuna, sino la fecha de entrada al aire de cada uno de los indicadores, evaluando el número de días para el cumplimiento de los tiempos establecidos.

Por lo anterior se tomó como regla de entrada y calificación de este criterio, los siguientes aspectos (ver Tabla 12).

Del análisis realizado se destaca que un 38,6% de la información de los indicadores fue cargada oportunamente (Es decir, dentro del período de días definidos para subir información y dejarla disponible al aire en el Observatorio Ambiental), destacándose los indicadores de agua, aire y salud ambiental.

Tabla 12 Calificación del criterio actualización/oportunidad

Periodicidad del Indicador	Oportuno	Extemporáneo	Extemporáneo	Extemporáneo	Extemporáneo	Sin Información
Anual	Cargado dentro de los 90 días siguientes a la fecha reglamentada para el período calificado. Se asigna cinco (5) puntos.	Cargado dentro de los siguientes 30 días al período considerado oportuno. Se asigna cuatro (4) puntos.	Cargado entre los 31 días y 60 días al período oportuno. Se asigna tres (3) puntos.	Cargado entre los 61 días y 90 días al período oportuno. Se asigna dos (2) puntos	Cargado entre los 61 días y 90 días al período oportuno. Se asigna dos (2) puntos	Se asigna un punto (1) al indicador que estando al aire se encuentra sin registro para el período inmediatamente anterior.
Mensual Trimestral Semestral	Cargado dentro de los 30 días siguientes a la fecha reglamentada al período calificado. Se asigna cinco (5) puntos.	Cargado dentro de los 30 días siguientes al período oportuno. Se asigna cuatro (4) puntos.	Cargado entre los 31 días y 60 días al período oportuno. Se asigna tres (3) puntos.	Cargado entre los 61 días y 90 días al período oportuno. Se asigna dos (2) puntos.	Cargado entre los 61 días y 90 días al período oportuno. Se asigna dos (2) puntos.	Se asigna un punto (1) al indicador que estando al aire se encuentra sin registro para el período inmediatamente anterior.

Tabla 13 Actualización /oportunidad de la información del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá

Evaluación	Cantidad de indicadores	%
1	9	6,2
2	63	43,5
3	9	6,2
4	8	5,5
5	56	38,6
Total	145	100,0

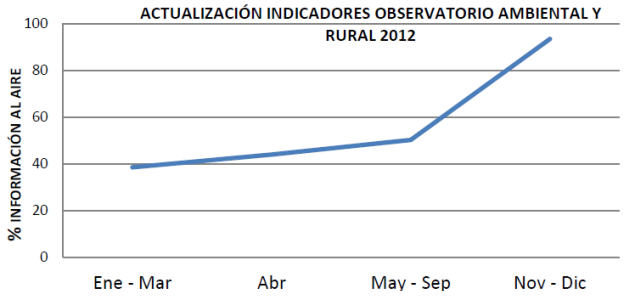
Igualmente se puede afirmar que un 44.0% de la información se encuentra disponible con relativa oportunidad, de este grupo solo el 5.5% fue extemporáneo, dentro de los siguientes 30 días al período considerado oportuno. Con lo anterior se muestran señales positivas en el intento de cumplir con las responsabilidades de informar a los diferentes usuarios del Observatorio de manera oportuna. Máxime cuando los períodos de cargue de información, coincide en la administración distrital con el inicio de actividades en cada vigencia (90 días al inicio del cada año), en donde existe limitantes de personal en las diferentes dependencias de la Alcaldía Mayor de Bogotá para desarrollar esta importante tarea.

Así mismo se presenta un bajo número de eventos (9) que se encuentran en el rango de 30 a 90 días de extemporaneidad. El 43,5% de los indicadores superan los 90 días de retraso, lo que limita el acceso a esa información de los diferentes grupos de usuarios del observatorio.

Solo 9 indicadores que corresponde al 6,2% eran del período anterior, o sea sin actualización.

De manera general se puede afirmar, que aunque el cargue de la información en el Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá se dio de manera extemporánea en el 61.4% de los indicadores analizados, al igual que de manera creciente durante el año, al final del 2012, el 93.2% de los indicadores correspondientes al año 2011, se encontraban actualizados y disponibles. (Ver Ilustración 1).

Ilustración 1 Actualización de información del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá durante el 2012



2.2.5 Sostenibilidad de la información a futuro

Este criterio busca calificar si existe un programa sistemático de producción de la información, que garantice que se mantenga con información de buena calidad, oportuna y confiable en el futuro cercano y a mediano plazo. En la Tabla 14 se presenta el rango de calificación empleada para este criterio.

Tabla 14 Rango de calificación de Sostenibilidad de la información a futuro

5	Si el indicador proviene de una entidad que garantice la producción continua de información, válida científicamente, con procesos de producción de la información sistematizados con altos estándares de calidad, con recursos técnicos y humanos suficientes.
4	Si el indicador muestra alguna limitación técnica, científica o de recursos que ponga en duda su producción en el tiempo o su continuidad.
3	Si la producción continua de información puede verse afectada por decisiones o cambios en los intereses de la administración de turno.
2	Si los indicadores se utilizan para proyectos temporales que terminan en algún momento.
1	Si el indicador se produjo una sola vez y no se volverá a medir en el futuro.

Una vez analizados los indicadores bajo este criterio de sostenibilidad de la información a futuro, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 15 Resultados del análisis de sostenibilidad de la información a futuro

Evaluación	Cantidad de indicadores	%
5	80	55,2
4	45	31
3	16	11
2	2	1,4
1	2	1,4
Total	145	100,0

El 86% de los indicadores provienen de entidades oficiales especializadas, con experiencia, confiables técnica y científicamente y con recursos técnicos y humanos para la producción sistematizada de los indicadores, no obstante no están exentos de alguna dificultad o limitación en la regularidad, oportunidad o calidad en la producción de información.

El 11,7% de los indicadores podría presentar falta de continuidad en la presentación oportuna de los indicadores, debido a los cambios de administración.

El 1,4% de los indicadores corresponden a proyectos específicos que terminan en algún momento.

El 1,4% de los indicadores se produjo una sola vez y hay poca posibilidad de que se vuelvan a medir en el futuro.

La gran mayoría de los indicadores al aire provienen de entidades oficiales que tienen procesos establecidos y estandarizados, confiables y válidos científicamente y con recursos adecuados para continuar con la producción de información. Sin embargo, persiste en una buena cantidad de indicadores (11,4%) la posibilidad de que se presenten dificultades de orden técnico e institucional en momentos de cambio de administración en las entidades.

2.3 Análisis de criterios conceptuales

Estos criterios tienen que ver con la validez y certeza científica de los indicadores y con la coherencia conceptual del indicador como variable.

2.3.1 Validez y certeza científica de los indicadores evaluados

En esta instancia lo que se examinó fue:

1. Cuán verosímil (creíble) es para los usuarios el indicador
2. El objeto y método de medición empleado es válido
3. Grado de confianza que se puede tener en los resultados que originaron el indicador
4. Grado en el que las variables empleadas para generar el indicador representan adecuadamente a los constructos teóricos.

En relación con este criterio, fueron escasos los elementos encontrados en las respectivas hojas metodológicas de los indicadores que permitieran evaluar los aspectos propuestos.

2.3.2 Coherencia conceptual del indicador

Los aspectos conceptuales que se comprobaron durante la evaluación y posterior calificación fueron los siguientes (Gallopin 2006, Quiroga 2007 y Quiroga 2009):

- El indicador proporciona información sobre un fenómeno, área o acerca de una variable ambiental; o describe su estado con un significado que va más allá del directamente asociado con un valor de parámetro (OECD 1993).
- El indicador es una propiedad que se mide o se observa.
- Es una señal que puede orientar respecto del avance en la consecución de objetivos y metas determinados.
- El indicador objetiva las principales tendencias de las dinámicas ambientales y realiza su evaluación.
- Es un signo que robustecen la evaluación sobre el progreso hacia el desarrollo sostenible.
- Es una variable o representación operativa de un atributo (característica, cualidad, propiedad) de un sistema. Tiene estados o varios valores.
- Estudia fenómenos en el tiempo y el espacio.
- Es una variable que porta información sobre la condición y/o tendencia de un atributo del sistema considerado.
- Los indicadores son variables y éstas tienen valores que son medidos a través de datos, en distintos tiempos, localidades, poblaciones, etc.
- un indicador, (sea «descriptivo» o «normativo») tiene un significado, además de su valor nominal, o más allá de lo que se obtiene directamente de las observaciones.
- Con el indicador se le puede dar un significado a las variables.
- Variables que sintetizan o, de otra manera, simplifican información relevante.
- Hace comparaciones entre lugares y situaciones.
- Proporciona información de alerta temprana.
- Anticipa las condiciones futuras y tendencias.
- No son datos primarios, sino datos procesados (por ejemplo, promedios, agregaciones, etc) y analizados para estimar los valores de variables más agregadas que se utilizan como indicadores.
- Es un proxy: variable que se asume está correlacionada (o vinculada) a algún atributo

que no es directamente observable (el costo, por ejemplo, no es directamente observado o medido).

- Los indicadores pueden ser umbrales, estándares, normas, metas, puntos de referencia o valor de referencia.
- Un indicador evalúa una condición o fenómeno (calidad ambiental, calidad estética).
- Un indicador revela información sobre un todo más grande o más complejo, en lugar de simplemente sobre sí mismo.
- Un indicador suministra información valiosa sobre una amplia gama de grados de perturbación o alteraciones.
- Una variable que está asociada a un atributo o a un grupo de tales atributos que simplifica o resume una serie de propiedades importantes.
- Los indicadores hacen visibles o perceptibles fenómenos de interés.
- Cuantifican, miden y comunican información relevante del fenómeno analizado.
- Una variable 'hipotéticamente relacionada con la variable estudiada que por sí misma no puede ser observada directamente' (Chevalier et al 1992).
- Una medida 'que resume la información relevante de un fenómeno en particular, o una aproximación razonable para tal medida' (McQueen y Noak 1988).

Para los índices se tomó en consideración:

- Índices: se construyen agregando diversas variables que se asumen como componentes de un fenómeno y a las cuales se les asigna un peso relativo con respecto al resto a la hora de sumar todos los efectos. Muestran una escala numérica para comparar variables entre sí o con alguna cifra de referencia (BIP, 2011).

En la Tabla 16, se pueden apreciar los porcentajes de calificaciones de estos dos aspectos conceptuales para los indicadores evaluados.

Tabla 16 Porcentajes de calificación de criterios conceptuales

Evaluación	Cantidad de indicadores	%
1	41	28,3
2	37	25,5
3	15	10,3
4	44	30,3
5	8	5,5
Total	145	100,0

Para aquellos que recibieron la menor calificación (1 y 2), en general se observó, que no son indicadores sino valores o datos; su conceptualización como variables, por ende, está ausente y aunque en algunos casos constituyen una medición importante para la toma de decisiones (53,3%), no son datos verificables que transmitan información o tengan un significado más allá de sí mismos.

No se hace evidente al examinar estos valores, que formen parte de un proceso y que conduzcan a la toma de decisiones informada, ya que la gran mayoría de ellos se verían como fines en sí mismos (BIP, 2011).

Algunos de ellos son indicadores, pero recibieron calificación baja, debido a que su significado es ambiguo, esto es, como se presentan se pueden interpretar de diversas maneras.

Aproximadamente un 53% de los indicadores

analizados, son datos o simples hechos que para volverse indicadores deberán revelar información sobre un todo más grande o más complejo. En los detalles de estos valores revisados, no hay claridad en la definición conceptual, que permita dilucidar el significado de indicadores, o simplemente no se describe conceptualmente, cómo se vincula la medición con el objetivo final.

En relación con los indicadores de gestión, si bien algunos valores dan cuenta del progreso o el avance de alguna de las acciones, ese avance no presenta objetivos o metas determinados, frente a los cuales comparar dicho progreso. Con los valores per se no se refleja cuáles fueron las consecuencias de acciones adoptadas en el pasado.

Pese a ello, algunas de las cifras que se presentan como indicadores revelan avances en la gestión, pero limitan el análisis por la falta de ubicación espacial de las actividades llevadas a cabo y hacen imposible realizar comparaciones de la efectividad entre una y otra fecha, pues puede dársele diversos significados, sin ubicaciones espaciales que orienten sobre esa gestión.

Un buen número de estos datos revisados, podrían convertirse en indicadores si para ellos fuera establecido un valor normativo o una meta, que permitiera ver variaciones en el tiempo con respecto al logro de esa meta o con respecto a la superación o cumplimiento del valor normativo establecido.

El 10% de los indicadores o valores analizados, recibieron calificación de tres (3). Algunos de ellos son indicadores, pero no está presentada claramente su conceptualización y no hay elementos que permitan concluir sobre la validez y confianza de los datos.

Cerca del 36% de los datos e indicadores analizados, obtuvieron una calificación de cuatro y cinco. En su mayoría se trata de indicadores bien formulados y comunicados en forma adecuada.

Algunos indicadores dan luces sobre el avance en la gestión ambiental. Ellos muestran significados más allá del valor de medición. Aportan significados como señales de progreso.

Otros dan información acerca de las consecuencias o afectación de un fenómeno en el tiempo y muestran tendencias. A veces se convierten en señales importantes para la toma de decisiones.

Hay indicadores que orientan respecto al avance en la consecución del objetivo normativo o que se constituyen en medidas del comportamiento de un sistema en términos de atributos perceptibles. Muestran el progreso hacia la meta y anticipan condiciones futuras y tendencias. Son datos procesados, que estiman valores de variables agregadas. Varios de ellos usan umbrales normativos y puntos de referencia, valiosos para darle significados al índice, más allá de su medición.

Otros de los indicadores evaluados miden fenómenos en el tiempo y el espacio (como la precipitación). Portan información, claramente, sobre la condición de un atributo del sistema.

Pudieron apreciarse indicadores que sirven de señal de alerta, en ciertos momentos y en otros son señal de progreso en relación con el manejo de calidad ambiental.

Hay otros que pueden leerse como tal, pero quedan cortos en sus significados más allá de la medición. Muestran tendencias, pero no dan claridad sobre su importancia e implicancias en la calidad ambiental. Este significado no se explicita en la descripción.

Los que estarían clasificados muy probablemente como índices, son los que integran variables para medir propiedades del sistema, usan agregaciones y cálculos estadísticos, pero las descripciones acerca del método de cálculo no están suficientemente ilustradas, tampoco los elementos que permitan establecer su validez científica. De allí que no es posible verificar todo el proceso metodológico para clasificarlo como índice. El de ciudades verdes es un índice que se calcula externamente, que valdría la pena desmenuzar conceptual y metodológicamente para hacer el intento de calcularlo dentro del Distrito, con una frecuencia determinada.

2.4 Análisis de criterios formales

2.4.1 Consistencia interna de la hoja metodológica

En este criterio se verifica que la fórmula de cálculo se encuentre dentro de la ficha técnica. De otro lado, para los indicadores que tienen descrita su forma de cálculo se verificó que exista coherencia entre el nombre del indicador y los aspectos que realmente cuantifica el indicador según su fórmula. Finalmente se revisó que el gráfico del indicador muestre una tendencia de acuerdo a lo que se espera medir.

La Tabla 17 muestra la distribución de las calificaciones del criterio, es de destacar que un poco más de la mitad de los indicadores (52,4%) tuvieron una calificación de 3 puntos o menos, reflejando de este modo la falta de información estadística que se encuentra disponible sobre la construcción de los indicadores.

En general se puede decir que la mayoría de los indicadores fueron castigados como consecuencia de no tener, de forma específica, la fórmula de cálculo; en otros casos, pero con una menor prevalencia, se encontró que la fórmula contenía variables que no eran usadas en los datos que reflejaba la serie. Nuevamente para cada indicador se realizaron las observaciones del caso.

Tabla 17 Porcentajes de calificación de consistencia en la hoja metodológica

Calificación	Cantidad	Porcentaje
1	9	6,2
2	24	16,5
3	43	29,7
4	45	31
5	24	16,6
Total	145	100,0

2.4.2 Forma de presentación del indicador

En esta instancia se analizó si el indicador se presenta en forma contextualizada, amigable y clara. Se evaluó si se explica al usuario lo que muestra el indicador, su importancia e implicancias, para la temática que se está abordando.

La hoja metodológica se revisó en su información básica y detallada, de tal forma que permitiera saber de qué trataba el indicador, su propósito y preguntas claves que abordaba para la toma de decisiones. Se analizó si el lector podía situarse rápida y cómodamente para comprenderlo, así como en relación con la utilidad y su aplicación. Asimismo, se verificó si existía una definición que sentara la base para comprender la fórmula con la cual se generó el indicador y si se mostraba un ejemplo de la aplicación del indicador, con la finalidad de que el usuario comprendiera totalmente la aplicación de las metodologías presentadas.

En la Tabla 18 se presentan los porcentajes de calificaciones asignadas por este tópico a los indicadores evaluados.

Tabla 18 Porcentajes de calificación de forma de presentación de los indicadores

Evaluación	Cantidad	%
1	49	33,8
2	41	28,3
3	38	26,2
4	15	10,3
5	2	1,4
Total	145	100,0

Estos porcentajes muestran que el 62,1% de los indicadores o valores presentados requieren de una contextualización que permita su interpretación, debido a que ellos no ofrecen claridad al usuario del indicador sobre su objetivo, implicancias e importancia.

El 26,2% se presentan escasamente contextualizados y un 11,7% se presentan óptimamente contextualizados, en forma clara y amigable.

Estos porcentajes muestran la necesidad generalizada de abordar los aspectos formales de las hojas metodológicas de los indicadores y valores publicados en el observatorio ambiental, para mejorar su comunicación e interpretación.

Sería pertinente, al mismo tiempo, considerar que la narrativa que rodea a un indicador es esencial, ya que los indicadores en sí mismos solo ofrecen una comprensión (indicación) parcial de la cuestión. Siempre se necesita cierto análisis e interpretación de por qué están cambiando y cómo se vinculan esos cambios con el sistema o la cuestión en su conjunto. La información adicional permite al lector poner en contexto el indicador y ver cómo se vincula con otras cuestiones y áreas. De allí la importancia de que haya también información que respalde y explique el indicador durante su desarrollo (BIP, 2011).

2.4.3 Optimización de la representación gráfica

Este criterio de evaluación de los indicadores al aire del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá, analiza si el indicador contiene la información necesaria para que sea fácil de entender y agradable a la vista.

En la tabla 19 se presenta la descripción de calificación por cada rango.

Tabla 19 Rango de calificación de la representación gráfica del indicador

5	Los dos tipos de gráficos (columnas y líneas) representan claramente el contenido del indicador, contiene la información necesaria para que se entienda fácil y rápidamente, es agradable a la vista.
4	Un gráfico es más apropiado que el otro para mostrar la información del indicador. Pueden mejorarse con pequeños cambios.
3	El gráfico es estático y aburrido porque muestra la misma información varias veces, o la escala del gráfico no permite detectar variaciones a simple vista y se tiene que utilizar el cursor encima de la columna para ver una pequeña variación numérica.
2	El gráfico es confuso, saturado, recargado de columnas o líneas, o le falta información, etiquetas, títulos, fechas.
1	El gráfico no es el adecuado para mostrar la información, confunde al observador o deforma la información que se quiere mostrar.

Una vez analizados los gráficos que ilustran los indicadores, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 20 Resultados del análisis de la representación gráfica

Evaluación	Cantidad	%
5	33	22,8
4	79	54,5
3	26	17,9
2	5	3,4
1	2	1,4
Total	145	100,0

El 22,8% de los gráficos se consideraron adecuados, claros, agradables y mostraron claramente la información.

El 54,5% de los gráficos tiene dificultades de forma, o funciona mejor en columnas o en líneas pero no en ambas presentaciones, sin embargo pueden mejorarse con pequeños cambios o con otra opción de gráficos más atractivo y claro.

El 17,9% de los gráficos son aburridos y muestran la misma información en el tiempo.

El 3,4% de los gráficos son inadecuados y se recomienda replantearlos.

En conclusión: El 77,3% de los indicadores transmiten la información al usuario en su representación gráfica y tuvieron calificaciones de 5 y 4, sin embargo solo hay dos tipos de gráficos (columnas y líneas) para todos, estos no garantizan que puedan adaptarse a todos los indicadores que maneja el observatorio. La información gráfica puede mejorarse, al respecto se recomienda ampliar las posibilidades de graficación como las columnas acumuladas que son más expresivas.

2.5 Conclusiones generales de la revisión de indicadores del observatorio ambiental

De la evaluación efectuada se tienen las siguientes estadísticas generales (ver Tabla 21):

Tabla 21 Porcentajes de calificaciones totales de los indicadores del observatorio

Calificación total	Cantidad	%
<=30	10	6,9
(30 - 40]	23	15,9
(40 -60]	46	31,7
(60 - 80]	50	34,5
> 80	16	11,0
Total	145	100,0

Como puede observarse en la tabla, el 45,5% (66 indicadores de 145 evaluados), presentan una calificación de 60 o superior. Esta calificación podría mejorarse, abordando las observaciones reportadas en la matriz de calificación detallada (Anexo 1), para cada uno de ellos. Por su calificación relativamente alta, se puede suponer que los ajustes para mejorarlos serán menores.

46 indicadores (31,7%) de 145, requerirán ajustes más cuidadosos para mejorarlos o necesitarán de un análisis individual, para que puedan llegar a ser indicadores. La mayoría de ellos, son sólo valores, no variables, o mediciones que carecen de un significado, más allá del parámetro que representan.

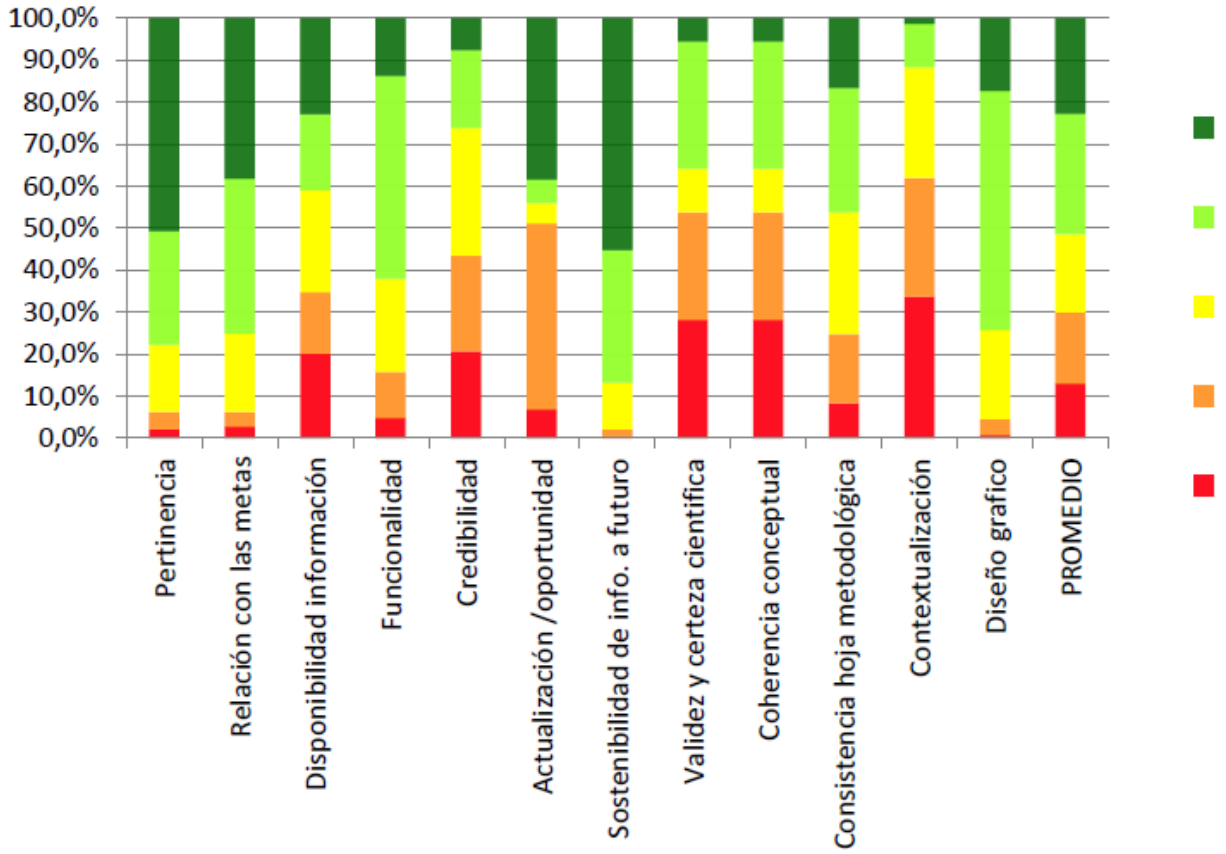
El porcentaje restante, 22,8%, podrán ser mantenidos en el observatorio, con los ajustes propuestos para ellos en las observaciones detalladas, especificándose que son valores importantes que pueden ser usados para mantener informado al público

o para verificar algún dato o conteo de elementos que caracterizan lo ambiental. De hecho, muchos de ellos, poseen excelentes datos que se han mantenido sostenibles en el tiempo.

El detalle de propuesta de depuración de indicadores, datos y valores del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá, se presenta en los resultados de la depuración (numeral 0).

La Ilustración 2 presenta los diversos criterios evaluados para los indicadores al aire del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá y sus porcentajes de calificaciones de uno hasta cinco que obtuvieron.

Ilustración 2 Porcentajes de calificación de los diversos criterios evaluados en el Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá



El gráfico permite observar que el criterio de contextualización fue el que recibió las menores calificaciones de los indicadores del Observatorio, seguido por la coherencia conceptual, validez y certeza científica; actualización y oportunidad (barras color rojo y naranja. Acumuladas). Mientras que el criterio con más altas calificaciones fue el de sostenibilidad de la información a futuro, seguido por la pertinencia, actualización/oportunidad; y relación con las metas (barras de color verde oscuro).

Existen observaciones en general para los indicadores del observatorio, ellas se presentan a continuación:

1. Se sugiere redefinir las áreas temáticas, pues hay indicadores que, por ejemplo, harían parte de acciones de gestión, más que de la medición del fenómeno en sí, en que ellos se enmarcan (ver en numeral 0) la propuesta de clasificación del IDEA).

2. Las representaciones geográficas que se encuentran en el observatorio, tienen que ver con la espacialización de aspectos básicos del territorio, pero no espacializan realmente el indicador, su comportamiento en el tiempo, su estado cambiante o su distribución en el espacio. Esto sería útil principalmente para los indicadores de transformaciones de vegetación, donde se podría observar en qué áreas se está produciendo la mayor pérdida/ganancia de ella; así como en los indicadores del estado de los recursos naturales (calidad del agua, aire) en el tiempo y espacio.

3. En varios casos la descripción general no es acorde con el indicador, ésta contextualiza acciones o programas que tienen que ver con el indicador, pero no hay una descripción que introduzca el indicador en sí y las variables que lo conforman o los datos usados para la medición de esas variables; así como las implicancias, objetivos e importancia concreta del indicador (remitirse al Anexo 1, a las observaciones del criterio contextualización por cada indicador).

4. El observatorio no se ve construido como un sistema de indicadores, pues la mayoría de los indicadores evaluados se ven como fines en sí mismos y no como parte de un fenómeno o sistema que se analiza.

5. Para algunos indicadores la información detallada no se vuelca en forma clara y simple en la hoja metodológica, lo cual sería estrictamente necesario. Algunos indicadores re-direccionan la búsqueda de detalles, que deberían ser parte de esa hoja metodológica, a otras páginas lo cual no es amigable para los usuarios, ni le está transmitiendo su importancia o implicancias directamente. Adicionalmente, la mayoría de indicadores no tiene la fórmula de cálculo o la misma no corresponde a la descripción, por ejemplo, el indicador es un promedio pero al revisar la fórmula ésta no corresponde a un estimador de localización.

6. En la información detallada, por lo general no es explícito si el indicador es utilizado o no para medir progresos, alertar tempranamente de problemas, comprender una cuestión, informar o sensibilizar, entre otros. Esto podría incluirse dentro de un ítem en la hoja metodológica de cada indicador. Esta clasificación debería realizarse con cada grupo temático, para estar seguros de lo que se quiere comunicar y la utilidad pretendida de cada indicador.

7. Sería recomendable mantener un número pequeño de indicadores en el observatorio, en lugar de construir nuevos, pero asegurándose de que se cuenta con aquellos que respondan a las preguntas específicas centrales o que respondan a las necesidades claramente definida por los usuarios involucrados. Al respecto, remitirse al numeral 0, donde son sugeridos los indicadores centrales del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá; también revisar los numerales 0 y 0 donde fueron propuestos otros indicadores centrales, con base en las políticas, objetivos, temas ambientales y necesidades de grupos interesados.

3. Propuesta de depuración y complementación de los indicadores de los observatorios ambiental y rural de Bogotá

Con base en la revisión y la evaluación efectuadas en la etapa anterior se propone una "depuración" y complementación de los indicadores y datos que existen actualmente en el observatorio. Se parte del hecho que algunas cifras, mediciones y/o valores que se publican actualmente, no cumplen con la definición y las características de indicadores, pero son de vital importancia para informar sobre los procesos y gestión de las entidades distritales; por lo tanto se sugiere mantenerlos en línea, actualizados, pero ubicados en otras categorías de información que pueda brindar el observatorio a los usuarios.

La depuración y complementación de los indicadores del Observatorio, se sugieren desde los aspectos que a continuación se desarrollan.

3.1 Complementación desde las políticas ambientales y consultas realizadas por la comunidad

Para este análisis se usó la revisión de políticas públicas y planes estratégicos ambientales llevados a cabo por parte del IDEA, en la primera fase del trabajo. Se involucró también el informe de las encuestas del Observatorio, en relación con la consulta de indicadores existentes, por parte de diversos usuarios.

El propósito de esta información es relacionar las políticas ambientales y planes distritales analizados, con los temas ambientales que trata cada una, los problemas ambientales y necesidades de gestión a los cuales se refiere cada documento, para posteriormente revisar cuáles de estos temas y problemas están cubiertos por los indicadores actuales y qué temas importantes de Política o Plan, no están representados por ningún indicador actualmente, sobre los cuales habrá que trabajar a futuro.

En el Anexo 3, se presenta una tabla síntesis, con la cual se responde a la pregunta: ¿Cuáles son los temas, problemas ambientales y necesidades de gestión que abordan cada una de las políticas y planes distritales analizados?

Igualmente es interesante relacionar que los objetivos y propósitos de gestión de las políticas y planes, corresponden a funciones, obligaciones y necesidades de los diferentes actores, usuarios y sectores interesados, para identificar quiénes serían los responsables de generar los indicadores que faltan, y a quiénes puede interesar y beneficiar la información consultable en el Observatorio.

En la Tabla 22 se identifica a cuáles actores les corresponde velar por el cumplimiento de los objetivos y propósitos de gestión de las políticas y planes ambientales, o de producir información que permita hacer seguimiento a su cumplimiento. Estos temas están priorizados según el porcentaje de políticas que se refieren a ellos, lo cual señala la importancia del cumplimiento de éstos.

El tema de control ambiental en la ruralidad del distrito corresponde a la CAR, en temas de gestión ambiental interviene la SDA. A través del Sistema de gestión ambiental urbano SIGAU o consejo ambiental del distrito, intervienen todas las secretarías distritales, presidido por la alcaldía distrital y la secretaría técnica de la SDA.

A nivel de actores económicos y sociales, intervienen los gremios económicos y la sociedad civil organizada, con participación directa en programas ambientales o como veedurías ciudadanas y acciones populares para la defensa del ambiente sano como derecho colectivo.

Tabla 22 Objetivos y propósitos de políticas y planes y su correspondencia con funciones y necesidades de diversos actores del Distrito Capital

% de políticas y planes con estos objetivos	Objetivos y propósitos de gestión de las políticas y planes	Corresponden a funciones, obligaciones y necesidades de los diferentes actores, usuarios y sectores interesados en el D.C.
80	Lograr y mantener la sostenibilidad y calidad ambiental	Funcionarios de entidades ambientales del Estado a nivel distrital como la SDA, la CAR en áreas rurales y alcaldías locales. Institutos de investigación asesores y Universidades. Entidades responsables de áreas protegidas como el IAVH y el JBB. Sectores económicos urbanos y rurales agremiados. Líderes, comunidades como las JAC y JAAR o acueductos rurales. Entidades de control: Contraloría, Personería, Veedurías ciudadanas. Plan de Manejo de reserva ambiental Thomas Vander Hammen.
80	Implementar el Ordenamiento Ambiental del Territorio	Autoridades ambientales SDA y funcionarios territoriales. Secretaría Distrital de Planeación. Gremios económicos como la CCB. Entes de control. Comunidad individual y colectiva.
65	Fomentar la cultura y responsabilidad ambiental social	SDA, Alcaldía, IDEPAC con participación ciudadana. Autoridades ambientales y funcionarios territoriales. Autoridades del sector educativo en todos los niveles SED, sector salud SDS, las demás secretarías en lo que les corresponda, la UAESP. Gremios económicos. Comunidad individual y colectiva.
60	Incluir la Gestión del Riesgo en los procesos de gestión ambiental	Autoridades ambientales SDA y funcionarios territoriales. Oficinas de planeación y gestión del riesgo, Secretaría de Gobierno y el FOPAE. Gremios económicos. Comunidad individual y colectiva.
60	Proteger el ambiente como patrimonio social	Autoridades ambientales. La SDP y el Departamento Administrativo para la defensa del Espacio Público DADEP. Dependencias sociales y Secretaría del Hábitat. Entidades responsables de áreas protegidas. Entidades de control. Veedurías ciudadanas. Comunidad individual y colectiva.
55	Mejorar la calidad de vida y la salud	Autoridades ambientales, SDS, SDH y Empresas prestadoras de servicios públicos EPSP. Comunidad individual y colectiva.

% de políticas y planes con estos objetivos	Objetivos y propósitos de gestión de las políticas y planes	Corresponden a funciones, obligaciones y necesidades de los diferentes actores, usuarios y sectores interesados en el D.C.
50	Recuperar, proteger y fomentar el uso adecuado de los recursos hídricos	Autoridades ambientales: SDA, a nivel regional la CAR. Empresas prestadoras de servicios públicos, UAESP, EAAB. Entidades responsables de áreas protegidas. Sectores productivos y agremiaciones. Comunidad individual y colectiva. Entidades de control. Veedurías ciudadanas.
45	Buscar la sostenibilidad ambiental en la prestación de los servicios públicos	Autoridades ambientales, de salud, entidades territoriales. Empresas prestadoras de servicios públicos. Comunidad individual y colectiva.
40	Mejorar procesos de formación y educación ambiental	Autoridades ambientales y funcionarios territoriales. Autoridades del sector educativo SED en todos los niveles, SDS. Gremios económicos.
40	Propender por el uso eficiente de los recursos naturales	Autoridades ambientales y territoriales. Empresas prestadoras de servicios públicos UAESP, EAAB, EEEB. Entidades responsables de áreas protegidas. Sectores productivos y agremiaciones. Centros de investigación y academia. Comunidad individual y colectiva. Entidades de control.
40	Manejar el Espacio Público con concepto ambiental	Autoridades ambientales y territoriales. Secretaría de Planeación. Departamento Administrativo para la defensa del Espacio Público DADEP. Jardín Botánico JBB. Empresas prestadoras de servicios públicos EAAB, EEEB. Entidades de control. Comunidad individual y colectiva.
35	Promover la adopción de procesos de producción más limpia	Autoridades ambientales SDA y territoriales. Sector productivo y gremios ANDI, CCB, CONFENALCO. Entidades de control. Veedurías ciudadanas.
35	Introducir criterios ambientales en la planificación regional	Autoridades ambientales y funcionarios territoriales. Oficinas de planeación Gobernación, Distrito y municipios de la región. Gremios económicos. Entes de control. Veedurías ciudadanas. Comunidades urbanas y rurales.

% de políticas y planes con estos objetivos	Objetivos y propósitos de gestión de las políticas y planes	Corresponden a funciones, obligaciones y necesidades de los diferentes actores, usuarios y sectores interesados en el D.C.
30	Reducir la pérdida de biodiversidad	Funcionarios de entidades ambientales del Estado a nivel nacional PNN, regional CAR y local Distrito. Institutos de investigación IAVH, JBB y academia. Entidades responsables de áreas protegidas SDA. Sectores económicos urbanos y rurales. Comunidad individual y colectiva RDH de humedales, red social para la protección de quebradas en Chapinero, RDOA observadores de aves. Entidades de control. Veedurías ciudadanas.
30	Iniciar procesos de adaptación al Cambio Climático	Autoridades ambientales CAR y SDA y funcionarios territoriales UAESP. Oficinas de planeación. Gremios económicos. Entes de control. Veedurías ciudadanas. Comunidad individual y colectiva.
30	Fomentar los SITP	Autoridades ambientales SDA y funcionarios territoriales. Secretaría Distrital de Movilidad. Red Distrital de Calidad del Aire. Secretaría de planeación. Sector transporte. Entes de control. Veedurías ciudadanas. Red de Monitoreo de calidad del Aire. Sector hidrocarburos. Sector insumos para el transporte. Entidades de control. Comunidad individual y colectiva.
30	Construir una nueva ruralidad con enfoque integral ambiental	Autoridades ambientales CAR, SDA y funcionarios territoriales. SDP de planeación. Sector agropecuario, sector áreas protegidas, desarrollo rural, productividad y competitividad. Comunidades rurales, campesinos e indígenas. Sector minero industrial. Productores rurales. Acueductos veredales. Vías e infraestructuras rurales.
25	Implementar el manejo integral de los residuos sólidos	Autoridades ambientales SDA y funcionarios territoriales. Secretaría del Hábitat. UAESP. Entidades prestadoras de servicios públicos. Gremios CCB, Entidades de control. Comunidad individual y colectiva. Veedurías ciudadanas.

3.2 Indicadores para abordar objetivos y temas ambientales claves

Se pretende revisar en el Observatorio Ambiental, cuántos y cuáles de los indicadores están relacionados con los temas generales de las Políticas y Planes Ambientales analizados, con el fin de identificar:

- Si los indicadores actuales miden o interpretan los temas de Políticas y Planes ambientales. Si hay temas que no se están midiendo pero que pueden incluirse indicadores que lo hagan porque existe la información o es fácil modificarlos.
- Si hay temas importantes para los cuales no existe ningún indicador o son insuficientes y debería trabajarse en la construcción, de al menos, uno en cada tema.

La Tabla 23 muestra el porcentaje de los indicadores actuales que se ocupan de los temas y subtemas relevantes en las políticas y planes. En el Anexo 2 se pueden revisar cada uno de los indicadores evaluados por tema de políticas y planes ambientales.

Tabla 23 Porcentaje de los indicadores actuales del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá que se ocupan de los temas de Políticas y Planes

Número de Indicadores	% Indicadores	Temas generales de Políticas	Subtemas considerados en las Políticas
35	24,1	Gestión ambiental institucional GI	Gestión ambiental institucional. Eficiencia. Obligación del suministro de información. Información actualizada y confiable. Información para la planeación y el ordenamiento UR - RU. Actualización de información distrital sobre sus Ecosistemas y biodiversidad. Estudios de Impacto ambiental. Licencias ambientales.
25	17,2	Calidad del Aire CA	Emisiones CO2, GEI, PM10, metales Pesados. Contaminación.
24	16,6	Áreas protegidas y árboles en área urbana AP	Áreas protegidas/área total, Proteger el patrimonio ambiental distrital y regional. EER, EEP. Protección y conservación de la biodiversidad del distrito. Áreas protegidas/área total Rurales. Nueva Superficie de bosques o áreas protegidas, hídricas, de riesgos etc. Promoción de especies locales de flora y fauna. Páramos y humedales, áreas forestales y de reserva forestal, Deforestación, río Bogotá, área de manejo especial relleno Doña Juana, áreas en riesgo.

Número de Indicadores	% Indicadores	Temas generales de Políticas	Subtemas considerados en las Políticas
18	12,4	Recurso Hídrico RH y relacionados con servicios públicos acueducto y alcantarillado.	Eliminación de vertimiento de aguas servidas a los cauces naturales y canales del sistema hídrico de la EEP. Rondas, regulación hídrica, calidad de fuentes. Regulación hídrica. Manejo de cuencas, POMCA, PMA ZAMPA Humedales. Compra predios para acueductos.
10	6,9	Social, S	Salud y ambiente. Generación de empleo. Bajar pobreza e inequidad. % Población que vive en tugurios.
7	4,8	Residuos Sólidos RS	Manejo integral de residuos sólidos, RRRR, escombros.
4	2,8	Ruralidad RU	Usos, uso agropecuario, paisaje. Participación ciudadana. Cultura ambiental rural. Equidad en el acceso al agua, disponibilidad todo el tiempo y buena calidad. Reforestación de cuencas hídricas, rondas, zonas protegidas. Logro de estándares de calidad de productos alimenticios agropecuarios. Regulación del uso y aprovechamiento de recursos naturales con fines comerciales.
3	2,1	Riesgos y Desastres RD	Naturales, antrópicos. Vulnerabilidad, Riesgos. Gestión del riesgo.
3	2,1	PML	Producción más limpia. Productividad y competitividad sostenibles.
3	2,1	Espacio Público EP	Generación, construcción, recuperación y mantenimiento del espacio público. Calidad ambiental del espacio público. Mayor absorción de suelos. Menos superficies duras. Menos radiación solar emitida.
3	2,1	Educación rural	Profesores/est RU
2	1,4	Participación y cultura ambiental PCA	Participación ciudadana. Cultura ambiental. Formación y educación ambiental. Ética ambiental. Responsabilidades compartidas. Derechos y Deberes ciudadanos.
2	1,4	Cambio climático CC	Adaptación al Cambio Climático. Estabilidad climática.

Número de Indicadores	% Indicadores	Temas generales de Políticas	Subtemas considerados en las Políticas
2	1,4	Instrumentos económicos	Instrumentos económicos. Tasas retributivas y compensatorias. Transferencias del sector eléctrico. Aprovechamiento económico del Espacio Público.
1	0,7	Ordenamiento Territorial OT	Ordenamiento territorial, degradación del suelo, Visión regional. Armonización de instrumentos legales. Ocupación armónica del territorio.
1	0,7	Ecourbanismo EU	Edificaciones ambientalmente sostenibles, edificios que ofrezcan salud. Sistemas urbanos de drenaje sostenible.
1	0,7	Movilidad y Transporte TS	Modalidad, Movilidad, combustibles alternativos. SITP Multimodal.
1	0,7	Energía E	Producción, consumo, coberturas
0	0,0	Uso eficiente de recursos naturales UER	Uso eficiente del espacio, el agua, la energía, los materiales. % personas con acceso a agua potable. % personas con saneamiento mejorado. Agua utilizada/oferta. Calidad del agua potable, Urbana y Rural. Mejor calidad y cantidad.
0	0,0	Servicios ambientales SA	Prestación de servicios ambientales. Uso de bienes y servicios ambientales para la competitividad rural (agua, regulación climática, suelos, biodiversidad), sin agotarlos.
0	0,0	Biodiversidad BD	Promover especies nativas locales y regionales. Poblaciones de peces en sitios seguros. Manejo adecuado de fauna doméstica. Especies en peligro de extinción. Recursos genéticos.
145	**100,0**	**Total**	

Como conclusión de este numeral:

La clasificación de estos indicadores se realizó con base en los temas de políticas ambientales y puede resultar que un indicador esté clasificado como un tema de gestión en un área y temático en otro lugar. Lo importante es identificar algunos temas que tienen pocos o no tienen indicadores o estadísticas, que den cuenta de la calidad del ambiente o de la gestión realizada por la administración y que pueden complementar los indicadores.

1. El 70,6% del total de indicadores del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá, se refieren solamente a cuatro temas generales tratados en las políticas y planes Ambientales, son ellos:

24,1%	Gestión ambiental institucional GI
17,2%	Calidad del Aire CA
16,6%	Áreas protegidas y árboles en área urbana AP
12,4%	Recurso hídrico RH, con servicios públicos de acueducto y alcantarillado

2. Aunque haya muchos indicadores sobre estos temas, algunos no son tan pertinentes con relación a los temas de Política (Ver análisis de Pertinencia numeral 0), por ejemplo, de los 35 indicadores de Gestión Institucional, 14 están calificados con 3 y cuatro indicadores con 2 en Pertinencia.

3. En el tema de Sociedad y Salud, los 10 indicadores se refieren a Salud, no hay ningún indicador que relacione temas de pobreza, inequidad o demográficos con el ambiente.

4. En el tema de Residuos Sólidos, se puede mejorar por ejemplo el indicador "Cantidad de material reciclado", relacionándolo con el total de material potencialmente reciclable en la ciudad.

5. En el caso de la ruralidad, es necesario aclarar que la CAR es la entidad encargada del control ambiental y que la SDA consolida las acciones en zonas rurales. Teniendo en cuenta esta situación los indicadores de gestión existentes se consideran insuficientes y algunos de los indicadores de ruralidad quedaron clasificados como áreas protegidas o recurso hídrico.

6. Se encuentran solo 3 indicadores de Riesgos y Desastres considerados insuficientes, para el Distrito, por lo tanto, es importante incluir otros indicadores provenientes de la entidad encargada del tema (IDIGER). Con el mismo número de indicadores están Producción más Limpia y Espacio Público que podrían incluir otros indicadores complementarios.

7. Se anota que el tema de Calidad del Aire, de manera indirecta muestra mejoras en el uso de combustibles más limpios como el gas y el diésel, que a su vez contribuyen a tener un transporte más sostenible, pero no se demuestran avances en el concepto de movilidad a través de un indicador que podría articularse con otros temas.

8. En el tema de movilidad los indicadores que suministra la SDM son realmente de mejoramiento de la calidad del Aire.

9. No se encontraron indicadores para temas centrales como: uso eficiente de los recursos naturales, servicios ambientales y biodiversidad. Se sugiere trabajar en este sentido para generar indicadores en estos temas.

10. El tema de biodiversidad presenta 3 valores sobre especies incautadas de flora y fauna, pero éstos no son aspectos de biodiversidad, en el sentido estricto del significado del concepto. Indirectamente están relacionados con la biodiversidad los valores e indicadores de los ecosistemas y áreas protegidas. Estos últimos fueron analizados en la categoría de políticas de áreas protegidas.

11. En los temas con pocos o ningún indicador se recomienda trabajar en la inclusión de algunos existentes o estudiar la construcción de al menos uno de cada tema.

3.3 Complementación a partir de la revisión de datos y métodos de cálculo

A partir de la revisión de las diferentes estadísticas urbanas y rurales calculadas se destaca el hecho de que más de la mitad de éstas no cumplen con una o más características para ser consideradas indicadores.

Algunas de las principales características para que una estadística sea un indicador son:

- Debe ser relevante para la temática de estudio.
- Debe permitir revisar el cumplimiento de metas y objetivos definidos previamente.
- Debe constituir una señal respecto al avance o progreso hacia una meta u objetivo.
- Debe permitir la comparabilidad (tanto en el tiempo como con otras ciudades).
- Debe garantizar la cobertura de la población objetivo.
- Si es una tasa, tanto el numerador y el denominador deben estar en el mismo período de tiempo.
- Debe tener un rango bien definido para poder interpretarlo adecuadamente.
- Si es un total usualmente es necesario relativizarlo.

A partir de la revisión de los diferentes indicadores urbanos y rurales se destaca el hecho de que la mayoría no cumplen con las características de indicador presentadas anteriormente.

En la Tabla 24 se presentan los porcentajes de eventos revisados que cumplen con la condición de ser indicadores y los que no cumplen.

En otros casos fue difícil realizar una evaluación de consistencia del método de cálculo puesto que la fórmula no aparece en la ficha técnica, de ese modo la evaluación se realizó a partir de supuestos basados en el contexto metodológico que se proporcionaba para el indicador; por más trivial que sea el método de cálculo, éste debe tener su fórmula y variables de composición claramente definidas en la ficha técnica, con el propósito de que la lectura que se le dé a la serie de datos sea la adecuada y no se preste a interpretaciones ambiguas.

Tabla 24 Porcentajes de eventos evaluados que son indicadores

Indicador	Frecuencia	Porcentaje
Si	61	42%
No	85	58%
Total	145	100,0

Esta etapa deberá hacer un barrido de las fichas, no solo revisando que esté presente la formula, sino la consistencia de la misma. Por ejemplo, el indicador "Ozono promedio 8 horas anual - O3" tiene en su fórmula de cálculo "O3" pero esta fórmula no es un promedio, si tenemos en cuenta la descripción dada en el objetivo de indicador " Presentar el promedio anual de la concentración octo-horaria de O3 para Bogotá con relación a la normatividad que lo controla", tal vez sea algo como:

$$\bar{O}_{3,8h} = \frac{\sum_{m=1}^{12} \bar{O}_{3,d}}{12}$$

Con $\bar{o}_{3,d}$ el promedio de O3 diario, que tal vez sea:

$$\bar{O}_{3,d} = \frac{\sum_{dia} O_3}{nh}$$

Con n_h, el número de horas que se mide por día. Es de considerar que ésta no es la única forma de calcular tal promedio, podría hacerse como el total de O3 al año sobre el total de horas que se midió en todo el año. En ese sentido, queda ambigua la manera en que se calcula. Se supuso que el cálculo está bien hecho y por ello no se castigó la credibilidad del mismo. Este solo es uno de los varios ejemplos que se pueden citar, por ello se sugiere no solo que se revisen los indicadores carentes de fórmula, sino que debe hacerse una revisión del 100% de los indicadores, con el propósito de que se plasme claramente la manera de cálculo.

De otro lado, hay indicadores que están basados en la gestión de las autoridades y como tal no reflejan un estado de la realidad sino una gestión de la autoridad competente. Por ejemplo, el indicador "Especies Vegetales Incautadas" es un dato que depende del número de operativos, y como tal, puede dar un valor bajo o alto, no como consecuencia de que esté bajando o aumentando el número de especies incautadas, sino que puede ser reflejo de que bajaron o se incrementaron el número de operativos. Para todos estos casos, se sugiere convertir el dato en un indicador a partir de un estimador de razón así:

$$I = \frac{t_I}{t_O}$$

Donde t_I corresponde al total de especies incautadas y t_o es el total de operativos realizados, el resultado es un indicador del número de especies incautadas por operativo.

3.4 Complementación de aspectos de comunicación y contextualización de los indicadores

A partir de la evaluación efectuada, podrán revisarse las observaciones a este respecto para cada indicador del Observatorio y mejorar su comunicación e interpretación. El detalle de las observaciones que arrojó la evaluación de este criterio formal, se encuentra en la matriz del Anexo 1. El análisis de contextualización para el Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá, se efectuó en el numeral 0.

Se propone considerar esta lista de ítems, que amplían, aclaran o son adicionales a los que ya hay en la hoja metodológica de los indicadores, que deberían quedar claramente expuestos al contextualizar cada indicador (ver Tabla 25):

Tabla 25 Ítems propuestos para la comunicación y contextualización del indicador

Ítems propuestos para la comunicación y contextualización del indicador	
Descripción de los datos de origen	Fuente(s) de donde se obtiene el indicador o los insumos para su cálculo Plan de Manejo de reserva ambiental Thomas Vander Hammen. (Censo,registroadministrativo,encuesta),período,entidadresponsable de proveer la información.
Definición del indicador	Se realiza una descripción del indicador, se especifica el rango de valores que puede tomar, que valores son deseables, que valores indican un bajo desempeño de la característica que se mide.

Ítems propuestos para la comunicación y contextualización del indicador	
Formula del indicador	Se precisa la(s) fórmula(s) matemática(s) con la cual se calcula el indicador.
Procedimiento de cálculo	Incluir métodos de cálculo, con explicación de la fórmula y si teóricamente, existen limitaciones para la agregación con otros indicadores. Si el indicador se calculó con encuestas se debe especificar el tamaño de muestra, el diseño muestra y diferentes aspectos técnicos.
Unidades de medida	Unidades de medida en que se mide el indicador, por ejemplo, km2 , número de personas, árboles/persona, % de cambio, unidades de los datos (miles de toneladas), etc.
Uso e interpretación	-Preguntas claves que el indicador ayuda a responder
	-Usuario del indicador
	-Indicador de Presión, Estado, Impacto o Respuesta
	-Con cuáles otros indicadores se puede complementar
	-Su potencial de agregación con otros indicadores (sobre todo cuando se construyan los sintéticos)
Significado de las tendencias	-La tendencia es al alza o a la baja (eso es bueno o malo)
	-Posibles razones de esas tendencias
Implicaciones para la gestión ambiental	- Lo que la gestión ambiental logra teniendo este indicador
Presentación gráfica	Explicación de diagramas gráficos y/o del mapa temático espacial
Limitantes de la utilidad y precisión:	Por ejemplo: cambio lento en la respuesta a las presiones, datos de mala calidad, ámbito de actualización limitado.
Actualización del indicador	¿Con qué frecuencia? ¿Cuál es el proceso?
Información adicional y comentarios	Tecnologías usadas, Percepción Remota (tipo de imágenes), SIG (análisis espacial), datos no coincidentes con otras fuentes, procesamiento especial de datos de entrada.
	Fuentes adicionales y la información que esas fuentes estarían proporcionando en relación con el indicador. Estudios anteri res y síntesis de ellos en relación con el indicador.

3.5 Complementación a partir de la propuesta de una nueva clasificación temática

El marco conceptual que actualmente usa el Observatorio, es un marco simple del medio ambiente e indicadores ambientales (como lo define la CEPAL), compuesto por componentes y fenómenos que impactan a ese medio ambiente e indicadores de gestión.

Este mismo marco con la propuesta de dimensiones ambientales que hace el IDEA en este numeral, permitirá ubicar, además, los indicadores potenciales que se proponen como complementación.

La categorización temática propuesta, clasifica los indicadores urbanos y rurales sin hacer diferencias de las dimensiones ambientales que los acogen. Lo anterior se sustenta en que el territorio del Distrito Capital comprende tanto el área urbana como el área rural de sus 20 localidades, en ellas, se desarrollan simultáneamente las dinámicas sociales y las naturales, con su complejidad, sus interacciones, sus particularidades y elementos comunes en el tema ambiental, la ciudad interactúa con su territorio rural, recibe sus servicios ambientales como el recurso hídrico, el paisaje, los alimentos cultivados por sus campesinos, existen múltiples relaciones de interdependencia y por supuesto de afectaciones generadas por la actividad urbana o la problemática rural. Tanto en el campo como en la ciudad se tiene derecho a tener una buena calidad de vida, a respirar un aire puro, a tener servicios de energía, agua potable, educación, salud, vías para transportarse y tener una mejor calidad de vida.

El punto es que ambos escenarios, el urbano y el rural, hacen parten de un mismo territorio, en el Distrito Capital se conjugan las variables sociales, políticas, económicas y eco sistémicas; es en el territorio donde se pueden lograr los objetivos ambientales que se ha propuesto el Distrito Capital: la calidad ambiental, la eco eficiencia y la armonía socio ambiental, entre otros.

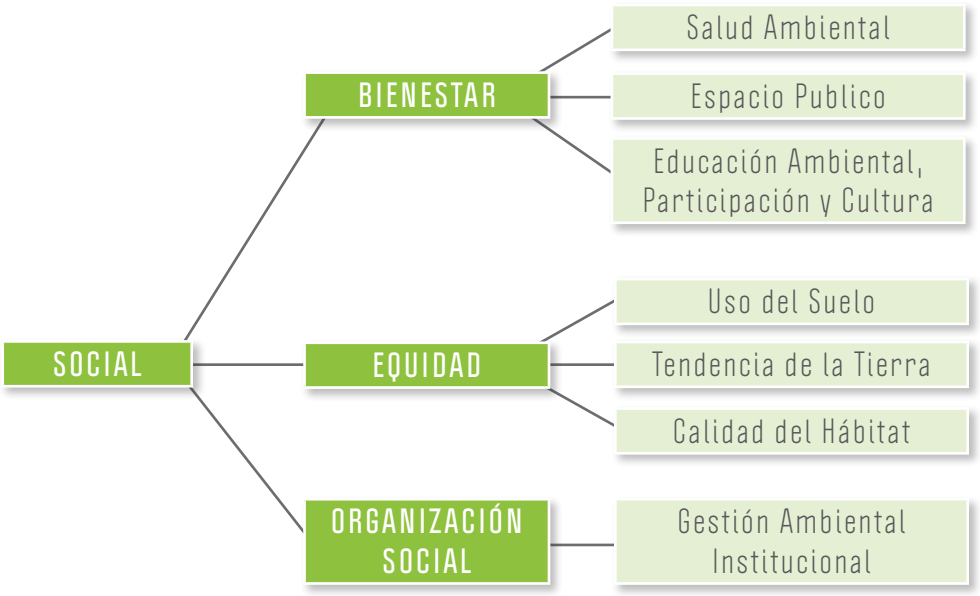
Si el propósito del Observatorio Ambiental de Bogotá D.C. es mostrar a través de indicadores ambientales el estado y la calidad del ambiente, así como los resultados de la gestión de las entidades del distrito frente a problemas ambientales, con el fin de democratizar la información ambiental y estar mejor informados, de manera que se puedan tomar decisiones mejores y más eficientes; deberá mantenerse un solo Observatorio urbano - rural, donde sus indicadores realmente reflejen la calidad ambiental y la gestión distrital, de una manera coherente e integral.

De allí que la clasificación propuesta acoge lo urbano y lo rural, lo cual sucede en la realidad, donde estos dos aspectos intercambian flujos e información y hacen parte de un sistema, no son componentes aislados y sin relación.

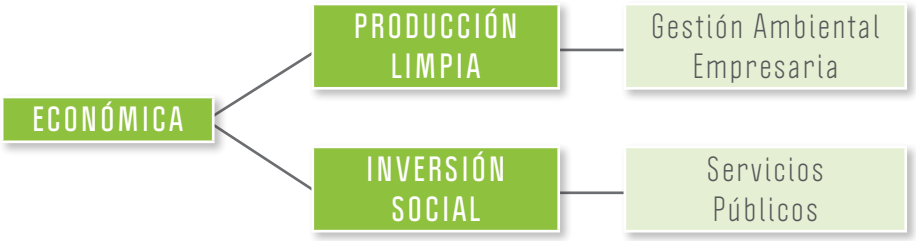
En la Ilustración 3 pueden observarse las dimensiones temáticas propuestas. En dicha ilustración se despliega, en primera instancia, las dimensiones del ambiente urbano y rural. Por cada una de ellas existen componentes, que poseen elementos ambientales los cuales se caracterizan a través de indicadores.

Ilustración 3 Dimensiones temáticas propuestas para los indicadores del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá

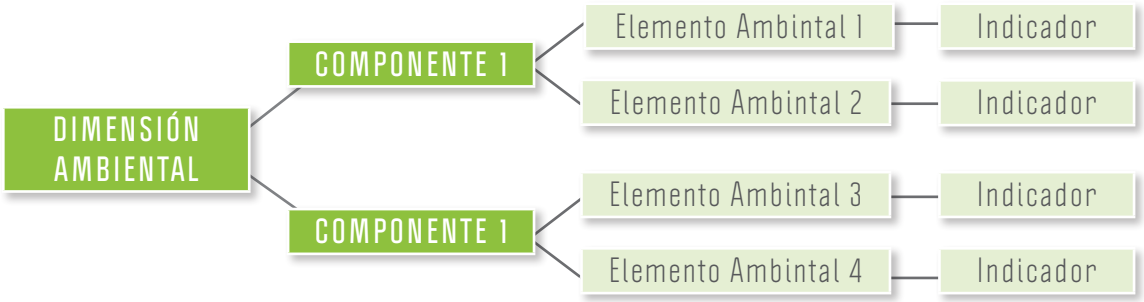
SOCIAL



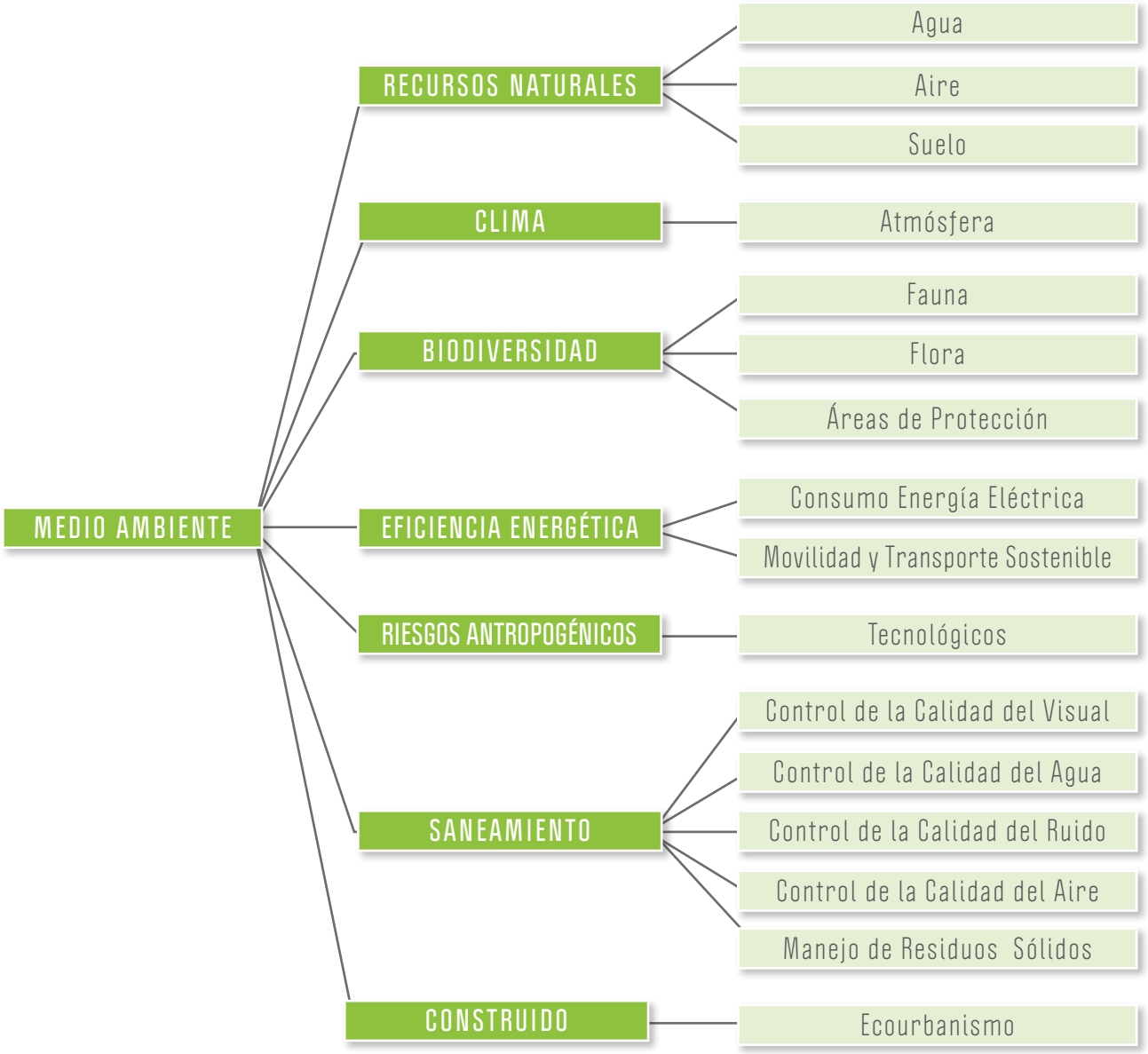
ECONÓMICO



CLASIFICACIÓN DE DIMENSIÓN AMBIENTAL



RIESGOS ANTROPOGÉNICOS



La clasificación temática tanto de los eventos que fueron considerados indicadores, como de aquellos valores y mediciones que no fueron evaluados como indicadores, se presentan en la también pueden consultarse.

Los porcentajes de eventos del Observatorio, según los elementos ambientales de la clasificación temática propuesta, se presentan con base en esta clasificación; el mayor número de indicadores corresponden al medio ambiente, ya que éstos son los indicadores de más alta competencia de la SDA. Una propuesta de nuevos indicadores para el Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá, en relación con las dimensiones social y económica, como acotó la SDA, no será fácil de materializar, pues no es parte de sus funciones.

De otro lado, para proponer nuevos indicadores, sería necesario cumplir un proceso metodológico que abarque, por lo menos, las necesidades de sectores y usuarios interesados (incluida la comunidad), las preguntas claves para responder a propósitos y problemáticas actuales y el uso que tendrían los indicadores supeditados a ellas; la revisión de nuevos datos y series estadísticas existentes y su calidad, que le den viabilidad a la construcción de esos indicadores. Sería valioso revisar nuevamente los indicadores que se propusieron como principales y prioritarios al comienzo del Observatorio, frente a los que existen hoy y revalidar su importancia central y prioridad, para las nuevas construcciones.

Tabla 26. El mayor porcentaje de ellos pertenece a ecosistemas y áreas protegidas (17,2 %), seguido de los recursos aire (9%), agua (7,6%) y del control de la calidad del aire, junto con la salud pública ambiental (cada uno con 7,6 %). En el Anexo 1 en la pestaña clasificación temática también pueden consultarse.

Tabla 26 Clasificación de los indicadores del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá dentro de las temáticas propuestas

Dimensión Ambiental	Componente Ambiental	Elemento Ambiental	Indicador	Calificación	Es indicador
Medio Ambiente	Clima	Clima Atmósfera	Precipitación Anual	77,5	Si
			Precipitacion Mensual	84,3	Si
	Biodiversidad	Fauna	Número de Individuos Animales en Recuperación en el Centro de Recepción y Rehabilitación de Fauna Silvestre	51,5	No
			Número de Especímenes de la Fauna Silvestre Recuperados	50,5	No
		Flora	Especies Vegetales Incautadas	63,0	No
		Ecosistemas y Areas Protegidas	Acciones de Restauración, Recuperación y Rehabilitación Ecológica en Áreas de la Estructura Ecológica Principal del Distrito Capital.	79,0	No
			Actividades de Mantenimiento Implementadas en Zonas Verdes en las Aulas Ambientales Administradas por la Secretaria Distrital de Ambiente.	45,0	No
			Área Afectada por Incendios Forestales	54,5	No

Dimensión Ambiental	Componente Ambiental	Elemento Ambiental	Indicador	Calificación	Es indicador
Medio Ambiente	Biodiversidad	Ecosistemas y Areas Protegidas	Área de Ecosistemas Naturales Rurales (ENRU)	67,3	No
			Área de Humedales de Alta Montaña. (AhAm)	39,0	No
			Área de Suelo de Protección	42,0	No
			Áreas con Conflicto de Uso no Permitido por el Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental en el Aula Parque Ecológico Distrital de Montaña Entrenubes	63,3	Si
			Áreas en Proceso de Restauración Ecológica (APRE)	63,8	No
			Áreas Protegidas del Orden Distrital	56,3	No
			Áreas Protegidas del Orden Nacional (APDC)	55,8	No
			Certificados de Conservación Ambiental Expedidos	66,0	No
			Coberturas Vegetales en Aulas Ambientales	54,0	No
			Decomisos Adelantados a la Industria Maderera	56,5	No
			Hectáreas de Humedales con Acciones de Administracion en el Distrito Capital	47,5	No
			Industrias Madereras Registradas Ante la Secretaria Distrital de Ambiente	44,0	No
			Intervención de la Secretaría Distrital de Ambiente en el Aula Parque Ecológico Distrital de Montaña Entrenubes	58,3	Si
			Número de Árboles Sembrados en las Aulas Ambientales	52,8	No
			Ordenamiento Predial Ambiental (OPRA)	78,3	Si

Dimensión Ambiental	Componente Ambiental	Elemento Ambiental	Indicador	Calificación	Es indicador
Medio Ambiente	Biodiversidad	Ecosistemas y Areas Protegidas	Porcentaje de Parques Ecológicos Distritales de Humedal con Administración	54,8	No
			Porcentaje del área del Distrito Capital en el Sistema de Parques Nacionales-Naturales	45,0	No
			Porcentaje del Distrito Capital en área protegida	85,5	Si
			Proporción de Superficie Cubierta por Bosque Natural.	52,5	No
			Restauración, Rehabilitación o Recuperación de la Estructura Ecológica Principal y/o de Suelo Rural. (REPS)	77,8	Si
			Sistema de Áreas Protegidas {SAP} del Distrito Capital por nivel de declaración (SAP)	59,8	No
Medio Ambiente	Eficiencia Energética	Consumo Energía Eléctrica	PIGA, Consumo de Energía en las Entidades Distritales	61,8	Si
		Movilidad y Transporte Sostenible	Edad Vehículos Particulares	40,0	No
			Número de Motocicletas Particulares	27,3	No
			Número de Vehículos con Combustible Gas Natural Vehicular	40,0	No
			Número de Vehículos con Combustible Gas Natural Vehicular y Gasolina	33,8	No
			Número de Vehículos con Combustible Gasolina	35,0	No
			Número de Vehículos de Servicio Público Colectivo	31,0	No
			Número de Vehículos de Transporte Público Individual	31,3	No

Dimensión Ambiental	Componente Ambiental	Elemento Ambiental	Indicador	Calificación	Es indicador
Medio Ambiente	Eficiencia Energética	Movilidad y Transporte Sostenible	Número de Vehículos Particulares	24,8	No
			Vias Secundarias (LVS)	26,3	No
	Riesgos Antropogénicos	Tecnológicos	Número de Incidentes Tecnológicos que Involucran Materiales Peligrosos	48,8	No
			Eventos Atendidos relacionados con Materiales Peligrosos	36,0	No
		Control de La Calidad Visual	Elementos de Publicidad Exterior Visual Desmontada Anualmente	78,5	Si
			Elementos de Publicidad Exterior Visual Desmontados Mensualmente	78,5	Si
		Control de La Calidad del Agua	Porcentaje de Pozos de Agua Subterránea con Sellamiento Temporal	64,5	Si
			Porcentaje de Pozos de Agua Subterránea con Sellamiento Definitivo	58,5	Si
			Porcentaje de Pozos de Agua Subterránea en Trámite	54,0	Si
			Agua Residual Tratada	61,0	No
			Kilómetros de Río con Calidad Mejorada para los Ríos Torca, Salitre, Fucha y Tunjuelo	66,8	No
			Porcentaje de Pozos de Agua Subterránea con Seguimiento	52,3	No
	Saneamiento	Control de Ruido	Cumplimiento Normativo de Ruido de Eventos	84,8	Si
			Cumplimiento Normativo de Ruido del Sector Comercial	86,8	Si
			Cumplimiento Normativo de Ruido del Sector Industrial	83,3	Si

Dimensión Ambiental	Componente Ambiental	Elemento Ambiental	Indicador	Calificación	Es indicador
Medio Ambiente	Saneamiento	Control de Ruido	Cumplimiento Normativo de Ruido del Sector Residencial	81,3	Si
			Cumplimiento Normativo de Ruido del Sector de Servicios	83,3	Si
			Comparendos por Emisiones	52,0	No
			Número de Estaciones de la Red de Calidad de Aire	37,5	No
			Número de Infracciones por Incumplimiento de la Norma de Emisión en Fuentes Moviles	38,0	No
			Número de Vehículos con Combustible Diesel	35,0	No
			Número de Vehículos a Gasolina Revisados en Operativos	34,5	No
	Eficiencia Energética	Consumo Energía Eléctrica	PIGA, Consumo de Energía en las Entidades Distritales	61,8	Si
		Movilidad y Transporte Sostenible	Edad Vehículos Particulares	40,0	No
			Número de Motocicletas Particulares	27,3	No
			Número de Vehículos con Combustible Gas Natural Vehicular	40,0	No
			Número de Vehículos con Combustible Gas Natural Vehicular y Gasolina	33,8	No
			Número de Vehículos con Combustible Gasolina	35,0	No
			Número de Vehículos de Servicio Público Colectivo	31,0	No
			Número de Vehículos de Transporte Público Individual	31,3	No
			Número de Vehículos Particulares	24,8	No
			Vias Secundarias (LVS)	26,3	No

Dimensión Ambiental	Componente Ambiental	Elemento Ambiental	Indicador	Calificación	Es indicador
Medio Ambiente	Riesgos Antropogénicos	Tecnológicos	Número de Incidentes Tecnológicos que Involucran Materiales Peligrosos	48,8	No
			Eventos Atendidos relacionados con Materiales Peligrosos	46,8	No
	Saneamiento	Control de la Calidad Visual	Elementos de Publicidad Exterior Visual Desmontada Anualmente	78,5	Si
			Elementos de Publicidad Exterior Visual Desmontados Mensualmente	78,5	Si
		Control de la Calidad del Agua	Porcentaje de Pozos de Agua Subterránea con Sellamiento Temporal	64,5	Si
			Porcentaje de Pozos de Agua Subterránea con Sellamiento Definitivo	58,5	Si
			Porcentaje de Pozos de Agua Subterránea en Trámite	54,0	Si
			Agua Residual Tratada	61,0	No
			Kilómetros de Río con Calidad Mejorada para los Ríos Torca, Salitre, Fucha y Tunjuelo	66,8	No
			Porcentaje de Pozos de Agua Subterránea con Seguimiento	52,3	No
		Control de Ruido	Cumplimiento Normativo de Ruido de Eventos	84,8	Si
			Cumplimiento Normativo de Ruido del Sector Comercial	86,8	Si
			Cumplimiento Normativo de Ruido del Sector Industrial	83,3	Si
			Cumplimiento Normativo de Ruido del Sector Residencial	81,3	Si
			Cumplimiento Normativo de Ruido del Sector de Servicios	83,3	Si

Dimensión Ambiental	Componente Ambiental	Elemento Ambiental	Indicador	Calificación	Es indicador
Medio Ambiente	Saneamiento	Control Calidad Aire	Comparendos por Emisiones	52,0	No
			Número de Estaciones de la Red de Calidad de Aire	37,5	No
			Número de Infracciones por Incumplimiento de la Norma de Emisión en Fuentes Moviles	38,0	No
			Número de Vehículos con Combustible Diesel	35,0	No
			Número de Vehículos a Gasolina Revisados en Operativos	34,5	No
			Número de Vehículos Particulares Revisados en Operativos en la Vía	32,0	No
			Número de Vehículos Públicos Revisados en Operativos en la Vía	29,3	No
			Número de Vehículos Revisados en Operativos en la Vía	40,8	No
			Operativos en Vía para el Control de Emisiones	38,8	No
			Número de Vehículos Diesel Revisados en Operativos	30,3	No
			Vehículos inmovilizados en operativos en Via	34,0	No
		Manejo de Residuos Sólidos	Aceites Usados Movilizados	58,3	No
			Recolección Transporte y Disposición Final de Residuos Hospitalarios	46,5	No
	Medio Ambiente Construido	Ecourbanismo	Árboles Plantados	42,8	No
			Árboles por Habitante	45,0	Si
			Árboles por Hectárea	47,5	Si
			Cobertura Arbórea	35,5	No
			Indice Ciudades Verdes	73,0	Si
			Número de Arboles Jóvenes Mantenidos por Año	65,0	No
			Número de Árboles por cada 100.000 Habitantes	47,0	Si

Dimensión Ambiental	Componente Ambiental	Elemento Ambiental	Indicador	Calificación	Es indicador
Medio Ambiente	Medio Ambiente Construido	Ecourbanismo	Porcentaje de Variación Anual en el Número de Árboles por Hectárea	75,0	Si
			Porcentaje de Variación en el Número de Árboles Jóvenes Mantenidos por Año	65,0	Si
Social	Bienestar	Salud Pública Ambiental	Casos Atendidos en Salas de Enfermedades Respiratorias Agudas {ERA}	71,0	No
			Casos de Accidentes en Menores de 5 Años por Intoxicación con Plaguicidas, Solventes, Metales Pesados y Otras	71,8	No
			Casos de Intoxicaciones Intramural por Monóxido de Carbono	65,8	No
			Casos de Morbilidad por Enfermedad Respiratoria Aguda {ERA} en niños menores de 5 años	64,0	No
			Casos Notificados de Hepatitis A	67,0	No
			Casos Notificados de Intoxicación con Plaguicidas, Solventes, Metales Pesados y Otras	72,5	No
			Cobertura de Vacunación Canina Antirrábica	77,5	Si
			Prevalencia de Sibilancias {silbidos en el pecho} en Menores de 5 años Debido al Material Particulado	71,5	Si
			Tasa de Mortalidad por Enfermedad Diarreica Aguda {EDA} en Niños Menores de 5 Años	79,8	Si
			Tasa de Mortalidad por Neumonía en Menores de 5 años	79,8	Si
			Tasa Mortalidad Infantil	67,8	Si

Dimensión Ambiental	Componente Ambiental	Elemento Ambiental	Indicador	Calificación	Es indicador
Social	Bienestar	Espacio Público Educación Ambiental, Participación Y Cultura	Zonas Verdes Efectivas Per Cápita	71,3	Si
			Consolidación del Espacio Público de la Ciudad	49,3	No
			Alumnos Matriculados por Nivel (AMN)	31,0	No
			Comisiones Ambientales Locales.	35,0	No
			Docentes en Colegios Ubicados en Zona Rural (AMxDN)	22,8	No
			Personas Vinculadas a Procesos de Formación Ambiental a Través de la Ejecución de las Propuestas Pedagógicas	47,5	No
			Relación Alumnos Docentes en la Zona Rural Nivel Preescolar (RADNPRE)	33,5	Si
			Usuarios Registrados que Reciben Servicio de Asistencia Técnica Agropecuaria y Ambiental (ATA)	56,0	No
			Visitantes a las Aulas Ambientales Administradas por la Secretaría Distrital de Ambiente	38,3	No
	Equidad	Uso del Suelo	Asentamientos Rurales Nucleados por Categoría (NARN)	28,3	No
			Área Rural en el Distrito Capital (ARDi)	30,0	No
			Participación del Área Rural en el Distrito Capital (VARDi)	25,8	No
		Tenencia de la tierra	Índice de Gini Según Tamaño de los Predios Rurales (GINI TPE)	39,8	Si
		Calidad Hábitat	Cobertura del Servicio de Acueducto Residencial	80,3	Si
			Cobertura del Servicio de Alcantarillado	84,8	Si

Dimensión Ambiental	Componente Ambiental	Elemento Ambiental	Indicador	Calificación	Es indicador
Social	Equidad	Calidad Hábitat	Cobertura del Sistema de Alcantarillado Pluvial	88,8	Si
			Número Usuarios con Servicio de Acueducto de EAAB	59,0	No
			Número Usuarios con Servicio de Alcantarillado de la EAAB	57,0	No
	Organización Social	Gestión Ambiental Institucional	Porcentaje de Implementación Plan de Gestión para el Desarrollo Rural Sostenible (PGDRS)	58,3	Si
			Oficinas Locales de la Secretaría Distrital de Ambiente en Operación	39,0	No
Económica	Producción limpia	Gestión Ambiental Empresarial	Ahorro Acumulado en el Consumo de Agua Programa de Excelencia Ambiental Distrital, PREAD	54,8	No
			Ahorro Acumulado en el Consumo de Energía Programa de Excelencia Ambiental Distrital, PREAD	54,8	No
			Cantidad de Material Reciclado	52,0	No
			Empresas en Proceso de Autogestión Ambiental.	55,0	No
			Radicación de Trámites Ambientales	43,8	No
			Reducción Acumulada Anual de Vertimientos, Programa de Excelencia Ambiental Distrital, PREAD	70,5	No
			Reducción Acumulada de Generación de Residuos Peligrosos, Programa de Excelencia Ambiental Distrital, PREAD	70,5	No
Económica	Inversión Social	Servicios Públicos	Tarifa Media de Acueducto Estrato 3	40,3	Si

Tabla 27 Porcentaje de indicadores y valores del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá por elementos ambientales propuestos

Elemento Ambiental	Número de leventos	Porcentaje
Ecosistemas Y Áreas Protegidas	25	17,2%
Aire	13	9,0%
Agua	11	7,6%
Control De Calidad Del Aire	11	7,6%
Salud Pública Ambiental	11	7,6%
Ecourbanismo	9	6,2%
Movilidad Y Transporte Sostenible	9	6,2%
Educación Ambiental Participación Y Cultura	7	4,8%
Control De La Calidad Del Agua	6	4,1%
Gestión Ambiental Empresarial	7	4,8%
Control Del Ruido	5	3,4%
Calidad Del Hábitat	5	3,4%
Suelos	5	3,4%
Espacio Público	2	1,4%
Uso Del Suelo	3	2,1%
Atmósfera	2	1,4%
Control De La Calidad Visual	2	1,4%
Fauna	2	1,4%
Gestión Ambiental Institucional	2	1,4%
Manejo De Residuos Sólidos	2	1,4%
Riesgos Tecnológicos	2	1,4%
Consumo De Energía Eléctrica	1	0,7%
Flora	1	0,7%
Servicios Públicos	1	0,7%
Tenencia De La Tierra	1	0,7%
Total	**145**	**100%**

La creación de nuevos indicadores implica un estudio muy detallado de las propuestas, por esta razón, tan solo se sugieren algunos elementos que se desarrollaron en los numerales 0 y 0, pues tienen una fundamentación que las sustenta, desde las necesidades de las políticas y temas ambientales claves dentro del Distrito Capital. Pese a ello, en las reuniones con los diferentes grupos temáticos se explorará la necesidad, relevancia y viabilidad de nuevos indicadores, tanto simples como compuestos para soportar técnicamente nuevos indicadores.

3.6 Propuesta de marco ordenador para los indicadores del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá.

Además de la clasificación propuesta, los indicadores podrían ordenarse en indicadores de presión, estado, impacto y respuesta (P-E-I-R). En la se presentan los conceptos del marco ordenador P-E-I-R, que se tomaron en cuenta como base para la propuesta del IDEA de organizar los indicadores.

La variación que propone el IDEA a este conocido marco ordenador consistiría en sacarlo de la linealidad, al tomar en cuenta las fuerzas conductoras de las transformaciones, que conllevan a interrelaciones causa-efecto entre las diversas dimensiones, y los impactos ocasionados por éstas. Esto es, de la linealidad se pasaría a las interrelaciones causa-efecto.

Ilustración 4 Conceptos del marco ordenador P-E-I-R

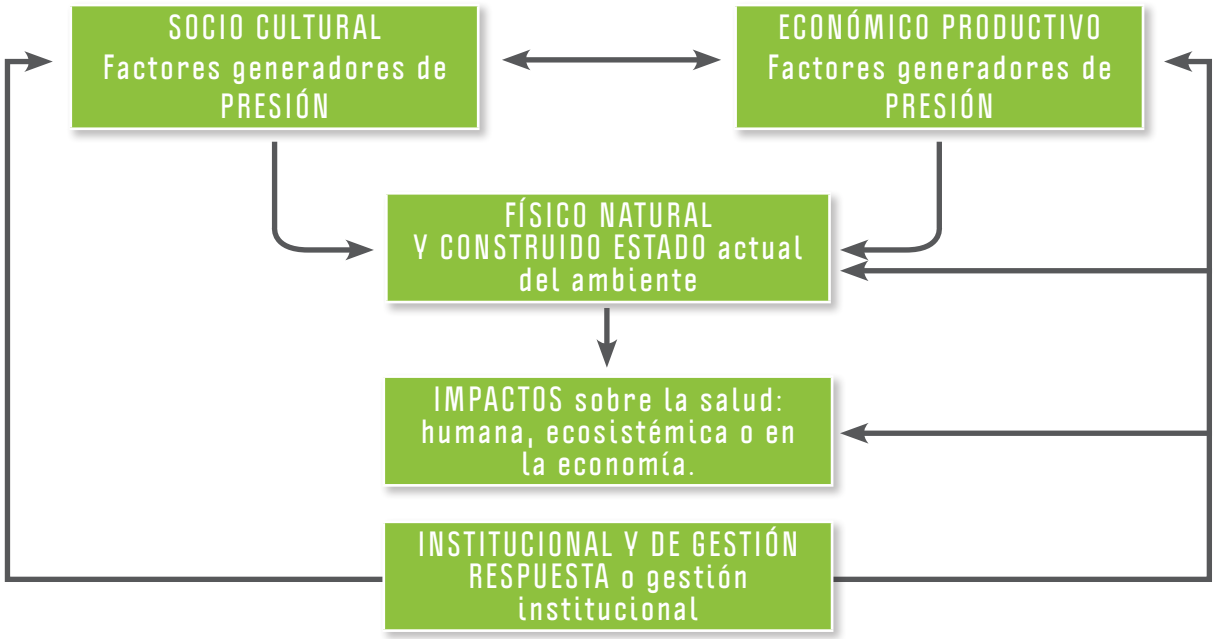
CONCEPTOS MARCO ORDENADOR P-E-I-R	
PRESIÓN	Corresponden a procesos sociales y económicos subyacentes que originan los problemas ambientales. Se deben incorporar las presiones sobre cada componente ambiental, con sus respectivos indicadores; aquellos que afectan a más de un componente son "indicadores transversales
ESTADO	Corresponden a la condición actual de cada uno de los componentes ambientales, con sus respectivos indicadores. En general se refiere a características mensurables.
IMPACTO	Se refiere a los efectos que provoca el estado del medioambiente sobre la salud de las personas, los ecosistemas, la economía local y los propios asentamientos humanos. Los indicadores deben señalar la magnitud de esos impactos.
RESPUESTA	Son todas las acciones colectivas tendientes a resolver los problemas ambientales: políticas, planes, proyectos de inversión, investigación científica, regulaciones, impuestos específicos, difusión entre otros. Los indicadores deben referirse a la efectividad y eficacia de las respuestas consignadas.

Fuente: adaptado de UNEP y Consorcio Parceria 21, 2004

Las diferentes interrelaciones se leerían tal como se presenta en el siguiente ejemplo: existen diversas fuerzas conductoras tales como industria y transporte, que producen presiones sobre el medio ambiente, tales como emisiones contaminantes, las cuales entonces degradan el estado del medio ambiente, ocasionando impactos en la salud humana y los ecosistemas; haciendo que la sociedad responda con varias medidas políticas, tales como regulaciones, información e impuestos, que pueden ser dirigidos a cualquier otra parte del sistema.

En la Ilustración 5 puede apreciarse la interacción de los componentes del marco ordenador P-E-I-R. Estas interacciones son complejas por su gran número y la existencia en el mundo real de sinergias de fuerzas conductoras y retro acciones que refuerzan las relaciones existentes. De allí que su modelamiento se construya mejor a través del uso de redes.

Ilustración 5 Interacciones del marco organizador P-E-I-R



Tanto los eventos del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá (indicadores y datos estadísticos) se ordenaron con base en la propuesta del marco P-E-I-R, en la Tabla 28. Pueden ser observados también en el Anexo 1, pestaña eventos PEIR.

De esta ordenación se presentan las siguientes estadísticas (Tabla 28).

Tabla 28 Porcentajes de indicadores y datos ordenados bajo el marco P-E-I-R

Número de indicadores	Porcentaje	P-E-I-R
60	41,4%	ESTADO
10	6,9%	IMPACTO
62	42,8%	RESPUESTA
13	8,9%	PRESIÓN
145	100%	

El mayor porcentaje de eventos del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá (41,4%) son sobre el estado del medio ambiente, seguido por el 42,8% de respuesta institucional. Un 8,9% de los indicadores son de presión sobre los recursos naturales y solo el 6,9% miden impactos sobre la salud humana.

En relación con los eventos que corresponden a la presión sobre el medio ambiente, en su mayoría están bien calificados (10 de 13 eventos). Los de estado del medio ambiente presentan de un total de 60, la mitad de calificaciones buenas a altas. Los eventos que reportan impactos sobre la salud humana, todos están bien calificados; y de los eventos de gestión la mitad presentan de buena a alta calificación.

Tabla 29 Indicadores y valores del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá ordenados con base en el marco P-E-I-R

PRESIÓN	
ESTADO	
IMPACTO	
RESPUESTAS	

Indicador	Calificación	Es indicador	P-E-I-R
Carga de Sólidos Suspendidos Totales Transportados al Río Bogotá	83,3	Si	
Carga Contaminante de Materia Orgánica {DBO5, Demanda Biológica de Oxigeno} del Sector Industrial Controlado	79,5	Si	
Número de Días que se Excede la Norma de O3 cada 8 h Mensual	79,0	Si	
Carga Contaminante de Sólidos Suspendidos Totales, en el Sector Industrial	78,5	Si	
Disposición de Residuos en el Relleno Sanitario Doña Juana Per Cápita	77,3	Si	
Carga de Materia Orgánica {DBO Demanda Biológica de Oxígeno} Aportada al Río Bogotá	74,3	Si	
Disposición de Escombros contaminados en el Relleno Sanitario Doña Juana	69,5	No	
Disposición de Residuos en el Relleno Sanitario Doña Juana	69,3	No	
Áreas con Conflicto de Uso no Permitido por el Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental en el Aula Parque Ecológico Distrital de Montaña Entrenubes	63,3	Si	
Emisiones Equivalentes de Dióxido de Carbono Per Cápita	61,0	Si	
Volumen de Agua Subterránea Extraída	56,3	No	
Área Afectada por Incendios Forestales	54,5	No	
Recolección Transporte y Disposición Final de Residuos Hospitalarios	46,5	No	
Material Particulado Inferior a 10 Micras {M} Promedio mensual	89,0	Si	

Indicador	Calificación	Es indicador	P-E-I-R
Cobertura del Sistema de Alcantarillado Pluvial	88,8	Si	
Índice de Riesgo Para el Consumo de Agua Potable EAAB	88,0	Si	
Contenido de Azufre en el Diesel Mensual	85,8	Si	
Cobertura del Servicio de Alcantarillado	84,8	Si	
Precipitacion Mensual	84,3	Si	
Material Particulado Inferior a 10 Micras {M} Promedi Anual	83,0	Si	
Dióxido de Azufre Promedio Anual	81,0	Si	
Dióxido de Nitrógeno Promedio Anual	80,3	Si	
Cobertura del Servicio de Acueducto Residencial	80,3	Si	
Concentración de Ozono 8 horas promedio mensual	79,8	Si	
Indice de Calidad del Aire	79,8	Si	
Monóxido de Carbono por 1 hora Promedio Anual	79,5	Si	
Ozono Promedio 8 horas Anual	79,5	Si	
Precipitación Anual	77,5	Si	
Porcentaje de Variación Anual en el Número de Árboles por Hectárea	75,0	Si	
Agua Superficial Indicadores en Corrientes, Canal Torca	74,3	Si	
Agua Superficial Indicadores en Corrientes, Rio Fucha	74,3	Si	
Agua Superficial Indicadores en Corrientes, Rio Salitre	74,3	Si	
Agua Superficial Indicadores en Corrientes, Rio Tunjuelo	74,3	Si	
Indice Ciudades Verdes	73,0	Si	
Zonas Verdes Efectivas Per Cápita	71,3	Si	
Contenido de Azufre en el Diesel Anual	68,5	No	
Área de Ecosistemas Naturales Rurales (ENRU)	67,3	No	
Porcentaje de Variación en el Número de Árboles Jóvenes Mantenidos por Año	65,0	Si	
Numero de Días que se Excede la Norma de Material Particulado, Mensual	61,0	Si	

Indicador	Calificación	Es indicador	P-E-I-R
Sistema de Áreas Protegidas {SAP} del Distrito Capital por nivel de declaración (SAP)	59,8	No	
Número Usuarios con Servicio de Acueducto de EAAB	59,0	No	
Número Usuarios con Servicio de Alcantarillado de la EAAB	57,0	No	
Áreas Protegidas del Orden Distrital	56,3	No	
Áreas Protegidas del Orden Nacional (APDC)	55,8	No	
Proporción de Superficie Cubierta por Bosque Natural.	52,5	No	
Consolidación del Espacio Público de la Ciudad	49,3	No	
Número de Incidentes Tecnológicos que Involucran Materiales Peligrosos	48,8	No	
Árboles por Hectárea	47,5	Si	
Número de Árboles por cada 100.000 Habitantes	47,0	Si	
Árboles por Habitante	45,0	Si	
Porcentaje del área del Distrito Capital en el Sistema deParques Nacionales Naturales	45,0	No	
Árboles Plantados	42,8	No	
Área de Suelo de Protección	42,0	No	
Edad Vehículos Particulares	40,0	No	
Número de Vehículos con Combustible Gas Natural Vehicular	40,0	No	
Índice de Gini Según Tamaño de los Predios Rurales (GINI TPE)	39,8	Si	
Área de Humedales de Alta Montaña. (AhAm)	39,0	No	
Eventos Atendidos relacionados con Materiales Peligrosos	46,8	No	
Cobertura Arbórea	35,5	No	
Número de Vehículos con Combustible Gasolina	35,0	No	
Número de Vehículos con Combustible Gas Natural Vehicular y Gasolina	33,8	No	
Relación Alumnos Docentes en la Zona Rural Nivel Preescolar (RADNPRE)	33,5	Si	
Número de Vehículos de Transporte Público Individual	31,3	No	

Indicador	Calificación	Es indicador	P-E-I-R
Número de Vehículos de Servicio Público Colectivo	31,0	No	
Alumnos Matriculados por Nivel (AMN)	31,0	No	
Área Rural en el Distrito Capital (ARDi)	30,0	No	
Asentamientos Rurales Nucleados por Categoría (NARN)	28,3	No	
Número de Motocicletas Particulares	27,3	No	
Vias Secundarias (LVS)	26,3	No	
Participación del Área Rural en el Distrito Capital (VARDi)	25,8	No	
Número de Vehículos Particulares	24,8	No	
Docentes en Colegios Ubicados en Zona Rural (AMxDN)	22,8	No	
Cumplimiento Normativo de Ruido del Sector Comercial	86,8	Si	
Porcentaje del Distrito Capital en área protegida	85,5	Si	
Cumplimiento Normativo de Ruido de Eventos	84,8	Si	
Cumplimiento Normativo de Ruido del Sector Industrial	83,3	Si	
Cumplimiento Normativo de Ruido del Sector de Servicios	83,3	Si	
Cumplimiento Normativo de Ruido del Sector Residencial	81,3	Si	
Acciones de Restauración, Recuperación y Rehabilitación Ecológica en Áreas de la Estructura Ecológica Principal del Distrito Capital.	79,0	Si	
Elementos de Publicidad Exterior Visual Desmontada Anualmente	78,5	Si	
Elementos de Publicidad Exterior Visual Desmontados Mensualmente	78,5	Si	
Ordenamiento Predial Ambiental (OPRA)	78,3	Si	
Restauración, Rehabilitación o Recuperación de la Estructura Ecológica Principal y/o de Suelo Rural. (REPS)	77,8	Si	
Cobertura de Vacunación Canina Antirrábica	77,5	Si	
Reducción Acumulada Anual de Vertimientos, Programa de Excelencia Ambiental Distrital, PREAD	70,5	No	

Indicador	Calificación	Es indicador	P-E-I-R
Reducción Acumulada de Generación de Residuos Peligrosos, Programa de Excelencia Ambiental Distrital, PREAD	70,5	No	
Kilómetros de Río con Calidad Mejorada para los Ríos Torca, Salitre, Fucha y Tunjuelo	66,8	No	
Certificados de Conservación Ambiental Expedidos 66,0 No Número de Arboles Jóvenes Mantenidos por Año 65,0 No Porcentaje de Pozos de Agua Subterránea con Sellamiento Temporal	64,5	Si	
Áreas en Proceso de Restauración Ecológica (APRE) 63,8 No Especies Vegetales Incautadas	63,0	No	
PIGA, Consumo per Cápita de Agua en Las Entidades Distritales	63,0	Si	
PIGA, Consumo de Energía en las Entidades Distritales	61,8	Si	
Agua Residual Tratada 61,0 No Porcentaje de Pozos de Agua Subterránea con Sellamiento Definitivo	58,5	Si	
Intervención de la Secretaría Distrital de Ambiente en el Aula Parque Ecológico Distrital de Montaña Entrenubes	58,3	Si	
Porcentaje de Implementación Plan de Gestión para el Desarrollo Rural Sostenible (PGDRS)	58,3	Si	
Aceites Usados Movilizados	58,3	No	
Decomisos Adelantados a la Industria Maderera	56,5	No	
Usuarios Registrados que Reciben Servicio de Asistencia Técnica Agropecuaria y Ambiental (ATA)	56,0	No	
Empresas en Proceso de Autogestión Ambiental.	55,0	No	
Porcentaje de Parques Ecológicos Distritales de Humedal con Administración	54,8	No	
Ahorro Acumulado en el Consumo de Agua Programa de Excelencia Ambiental Distrital, PREAD	54,8	No	
Ahorro Acumulado en el Consumo de Energía Programa de Excelencia Ambiental Distrital, PREAD	54,8	No	
Coberturas Vegetales en Aulas Ambientales 54,0 No Porcentaje de Pozos de Agua Subterránea en Trámite	54,0	Si	

Indicador	Calificación	Es indicador	P-E-I-R
Número de Árboles Sembrados en las Aulas Ambientales	52,8	No	
Porcentaje de Pozos de Agua Subterránea con Seguimiento	52,3	No	
Comparendos por Emisiones	52,0	No	
Cantidad de Material Reciclado	52,0	No	
Número de Individuos Animales en Recuperación en el Centro de Recepción y Rehabilitación de Fauna Silvestre	51,5	No	
Número de Especímenes de la Fauna Silvestre Recuperados	50,5	No	
Hectáreas de Humedales con Acciones de Administracion en el Distrito Capital	47,5	No	
Personas Vinculadas a Procesos de Formación Ambiental a Través de la Ejecución de las Propuestas Pedagógicas	47,5	No	
Actividades de Mantenimiento Implementadas en Zonas Verdes en las Aulas Ambientales Administradas por la Secretaria Distrital de Ambiente.	45,0	No	
Industrias Madereras Registradas Ante la Secretaria Distrital de Ambiente	44,0	No	
Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos 43,8 No Radicación de Trámites Ambientales	43,8	No	
Determinantes Ambientales Emitidas en Instrumentos de Gestión del Suelo	41,5	No	
Número de Vehículos Revisados en Operativos en la Vía	40,8	No	
	40,3	Si	
Oficinas Locales de la Secretaría Distrital de Ambiente en Operación	39,0	No	
Operativos en Vía para el Control de Emisiones	38,8	No	
Visitantes a las Aulas Ambientales Administradas por la Secretaría Distrital de Ambiente	38,3	No	
Número de Infracciones por Incumplimiento de la Norma de Emisión en Fuentes Moviles	38,0	No	

Indicador	Calificación	Es indicador	P-E-I-R
Número de Estaciones de la Red de Calidad de Aire	37,5	No	
Número de Vehículos con Combustible Diesel	35,0	No	
Comisiones Ambientales Locales.	35,0	No	
Número de Vehículos a Gasolina Revisados en Operativos	34,5	No	
Vehículos inmovilizados en operativos en Via 34,0 No Número de Vehículos Particulares Revisados en Operativos en la Vía	32,0	No	
Número de Vehículos Diesel Revisados en Operativos 30,3 No Número de Vehículos Públicos Revisados en Operativos en la Vía	29,3	No	
Tasa de Mortalidad por Enfermedad Diarreica Aguda {EDA} en Niños Menores de 5 Años	79,8	Si	
Tasa de Mortalidad por Neumonía en Menores de 5 años	79,8	Si	
Casos Notificados de Intoxicación con Plaguicidas, Solventes, Metales Pesados y Otras	72,5	No	
Casos de Accidentes en Menores de 5 Años por Intoxicación con Plaguicidas, Solventes, Metales Pesados y Otras	71,8	No	
Prevalencia de Sibilancias {silbidos en el pecho} en Menores de 5 años Debido al Material Particulado	71,5	Si	
Casos Atendidos en Salas de Enfermedades Respiratorias Agudas {ERA}	71,0	No	
Tasa Mortalidad Infantil	67,8	Si	
Casos Notificados de Hepatitis A	67,0	No	
Casos de Intoxicaciones Intramural por Monóxido de Carbono	65,8	No	
Casos de Morbilidad por Enfermedad Respiratoria Aguda {ERA} en niños menores de 5 años	64,0	No	

Las temáticas ambientales con más indicadores de estado son el aire, el agua y el Ecourbanismo; la que tiene más indicadores de presión es el agua. Los indicadores de impacto en el Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá, han sido medidos para la salud pública; y la respuesta institucional se mide principalmente para control de ruido, las

áreas de protección y control de la calidad del agua.

Esta propuesta sugiere que sea complementado un atributo en la hoja metodológica de cada indicador, en el cual se reporte un significado adicional, más allá de la medición, que oriente acerca del estado de la variable abordada, la presión que sobre el recurso se está ejerciendo o la respuesta que el Distrito está dando a dicha presión; así como la comunicación de impacto que sobre la salud humana se está ocasionando.

3.7 Retroalimentación con sectores interesados

Para la revisión, depuración y complementación de los indicadores, el Observatorio realizará una serie de talleres de retroalimentación con los diversos grupos involucrados en la construcción de los indicadores. En este sentido, será importante presentar esta evaluación y propuesta de depuración, con el fin de recoger las impresiones, comentarios y planteamientos, para acogerlos, llevar a cabo las mejoras correspondientes e incluir las nuevas proposiciones.

Igualmente la SDA, ampliará este proceso con otros beneficiarios del Observatorio, con el fin de verificar si los indicadores, una vez reorganizados, responden a los requerimientos de los interesados y potenciales usuarios y si es adecuado para el objetivo con el que fue concebido y desarrollado. Será significativo también indagar si una vez abordados los cambios sobre la presentación y contextualización propuesta para cada indicador, ellos comunican eficientemente al usuario su fin e importancia y cómo podría mejorarse aún más. Al fin de cuentas, éste debe ser un proceso interactivo dentro del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá.

4. Depuración de indicadores del observatorio ambiental y rural de bogotáy rural según criterios de calificación

La depuración que se plantea consiste, primero, en la agrupación de los eventos que cumplen con los criterios de indicadores y que son centrales para el Observatorio; segundo, la posibilidad que tienen algunos datos y valores de ser transformados en indicadores; y tercero, la conveniencia de mantener el resto de eventos clasificados bajo otra categoría, pues no son realmente indicadores, pero deben permanecer por estar comunicando aspectos fundamentales del medio ambiente, en los que se ha invertido un gran esfuerzo.

4.1 Clasificación de los indicadores que son centrales

Dentro de esta clasificación se presentan los eventos que fueron considerados indicadores, cualquiera que fuera su calificación obtenida dentro del proceso de evaluación llevado a cabo. Se considera que son los indicadores centrales del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá, que ya están construidos y que tienen una alta posibilidad de mantenerse en el tiempo. El abordaje de las observaciones que para ellos se hicieron, permitirá mejorar, principalmente, aquellos que no recibieron altas calificaciones, y que es cuestionable si permanecen en este grupo o se trasladan al de datos estadísticos.

La clasificación de indicadores centrales se presenta ordenada de mayor a menor calificación (ver Tabla 31). Este grupo está conformado por 61 indicadores que constituyen el 42% de los eventos presentes en el Observatorio. De ellos 16,4% (10 indicadores) presentan calificación por debajo de 60 (sobre 100). Estos son indicadores para los que habrá que

analizar si podrán permanecer en este grupo, según las opciones de mejoramiento que se puedan ofrecer para ellos. También pueden consultarse en el Anexo 1, pestaña grupos Observatorio. En la Tabla 30 puede apreciarse los porcentajes de indicadores propuestos para el grupo central, por elementos ambientales.

Tabla 30 porcentaje de indicadores centrales por elementos ambientales

Elemento ambiental	número de indicadores	porcentaje
Aire	12	19,7
Agua	10	16,4
Ecosistemas y áreas de protección	6	9,8
Ecourbanismo	6	9,8
Control de ruido	5	8,2
Salud pública ambiental	5	8,2
Calidad hábitat	3	4,9
Control de la calidad del agua	3	4,9
Atmósfera	2	3,3
Control de la calidad visual	2	3,3
Consumo energía eléctrica	1	1,6
Educación ambiental, cultura y participación	1	1,6
Espacio público	1	1,6
Gestión ambiental institucional	1	1,6
Servicios públicos	1	1,6
Suelo	1	1,6
Tenencia de la tierra	1	1,6
Total	61	100,0

Tabla 31 Indicadores centrales del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá en orden de calificación

GRUPO CENTRAL			
DEPENDENCIA	INDICADOR	CALIFICACIÓN	ES INDICADOR
SCAAV	Material Particulado Inferior a 10 Micras {M} Promedio mensual	89,0	Si
EAAB	Cobertura del Sistema de Alcantarillado Pluvial	88,8	Si
EAAB	Índice de Riesgo Para el Consumo de Agua Potable EAAB	88,0	Si
SCAAV	Cumplimiento Normativo de Ruido del Sector Comercial	86,8	Si
SER	Porcentaje del Distrito Capital en área protegida	85,5	Si
SCAAV	Cumplimiento Normativo de Ruido de Eventos	84,8	Si
EAAB	Cobertura del Servicio de Alcantarillado	84,8	Si
SCAAV	Precipitacion Mensual	84,3	Si
SRHS	Carga de Sólidos Suspendidos Totales Transportados al Río Bogotá	83,3	Si
SCAAV	Cumplimiento Normativo de Ruido del Sector Industrial	83,3	Si
SCAAV	Cumplimiento Normativo de Ruido del Sector de Servicios	83,3	Si
SCAAV	Material Particulado Inferior a 10 Micras {M} Promedio Anual	83,0	Si
SCAAV	Cumplimiento Normativo de Ruido del Sector Residencial	81,3	Si
SCAAV	Dióxido de Azufre Promedio Anual	81,0	Si
SCAAV	Dióxido de Nitrógeno Promedio Anual	80,3	Si
EAAB	Cobertura del Servicio de Acueducto Residencial	80,3	Si
SCAAV	Concentración de Ozono 8 horas promedio mensual	79,8	Si
SCAAV	Indice de Calidad del Aire	79,8	Si
SDS	Tasa de Mortalidad por Enfermedad Diarreica Aguda {EDA} en Niños Menores de 5 Años	79,8	Si

GRUPO CENTRAL			
DEPENDENCIA	INDICADOR	CALIFICACIÓN	ES INDICADOR
SDS	Tasa de Mortalidad por Neumonía en Menores de 5 años	79,8	Si
SCAAV	Monóxido de Carbono por 1 hora Promedio Anual	79,5	Si
SRHS	Carga Contaminante de Matería Orgánica (DBO5, demanda Biológica de Oxigeno) del Sector Industrial Controlado	79,5	Si
SCAAV	Ozono Promedio 8 horas Anual	79,5	Si
SCAAV	Número de Días que se Excede la Norma de O3 cada 8 h Mensual	79,0	Si
SER	Acciones de Restauración, Recuperación y Rehabilitación Ecológica en Áreas de la Estructura Ecológica Principal del Distrito Capital.	79,0	Si
SRHS	Carga Contaminante de Sólidos Suspendidos Totales, en el Sector Industrial	78,5	Si
SCAAV	Elementos de Publicidad Exterior Visual Desmontada Anualmente	78,5	Si
SCAAV	Elementos de Publicidad Exterior Visual Desmontados Mensualmente	78,5	Si
RURALIDAD	Restauración, Rehabilitación o Recuperación de la Estructura Ecológica Principal y/o de Suelo Rural. (REPS)	77,8	Si
SDS	Cobertura de Vacunación Canina Antirrábica	77,5	Si
SCAAV	Precipitación Anual	77,5	Si
UAESP	Disposición de Residuos en el Relleno Sanitario Doña Juana Per Cápita	77,3	Si
JBB	Porcentaje de Variación Anual en el Número de Árboles por Hectárea	75,0	Si
SRHS	Agua Superficial Indicadores en Corrientes, Rio Fucha	74,3	Si
SRHS	Agua Superficial Indicadores en Corrientes, Rio Salitre	74,3	Si
SRHS	Agua Superficial Indicadores en Corrientes, Canal Torca	74,3	Si
SRHS	Agua Superficial Indicadores en Corrientes, Rio Tunjuelo	74,3	Si

GRUPO CENTRAL			
DEPENDENCIA	INDICADOR	CALIFICACIÓN	ES INDICADOR
SRHS	Carga de Materia Orgánica {DBO Demanda Biológica de Oxígeno} Aportada al Río Bogotá	74,3	Si
Documentos e investigaciones,	Indice Ciudades Verdes	73,0	Si
SDS	Prevalencia de Sibilancias {silbidos en el pecho} en Menores de 5 años Debido al Material Particulado	71,5	Si
SDP	Zonas Verdes Efectivas Per Cápita	71,3	Si
SCAAV	Contenido de Azufre en el Diesel Anual	68,5	Si
SDS	Tasa Mortalidad Infantil	67,8	Si
JBB	Porcentaje de Variación en el Número de Árboles Jóvenes Mantenidos por Año	65,0	Si
SRHS	Porcentaje de Pozos de Agua Subterránea con Sellamiento Temporal	64,5	Si
SER	Áreas con Conflicto de Uso no Permitido por el Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental en el Aula Parque Ecológico Distrital de Montaña Entrenubes	63,3	Si
SPPA PIGA,	Consumo per Cápita de Agua en Las Entidades Distritales	63,0	Si
SPPA PIGA,	Consumo de Energía en las Entidades Distritales	61,8	Si
DCA	Emisiones Equivalentes de Dióxido de Carbono Per Cápita	61,0	Si
SCAAV	Numero de Días que se Excede la Norma de Material Particulado, Mensual	61,0	Si
SRHS	Porcentaje de Pozos de Agua Subterránea con Sellamiento Definitivo	58,5	Si
SER	Intervención de la Secretaría Distrital de Ambiente en el Aula Parque Ecológico Distrital de Montaña Entrenubes	58,3	Si
RURALIDAD	Porcentaje de Implementación Plan de Gestión para el Desarrollo Rural Sostenible (PGDRS)	58,3	Si
SRHS	Porcentaje de Pozos de Agua Subterránea en Trámite	54,0	Si

GRUPO CENTRAL			
DEPENDENCIA	INDICADOR	CALIFICACIÓN	ES INDICADOR
JBB	Árboles por Hectárea	47,5	Si
JBB	Número de Árboles por cada 100.000 Habitantes	47,0	Si
JBB	Árboles por Habitante	45,0	Si
EAAB	Tarifa Media de Acueducto Estrato 3	40,3	Si
RURALIDAD	Índice de Gini Según Tamaño de los Predios Rurales (GINI TPE)	39,8	Si
RURALIDAD	Relación Alumnos Docentes en la Zona Rural Nivel Preescolar (RADNPRE)	33,5	Si

El mayor porcentaje de indicadores centrales corresponden al elemento ambiental aire (19,7%), seguido de agua (16,4%), las áreas de interés ambiental y Ecourbanismo tienen porcentaje de 9,8%; el control de ruido y salud pública ambiental poseen 8,2% de los indicadores centrales. Los demás temas poseen porcentajes menores o iguales a 4,9%.

4.2 Transformación de valores y datos del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá en indicadores

En el observatorio existen algunos eventos que obtuvieron, en su mayoría, una alta calificación pero no son indicadores, están caracterizados por tener unas excelentes series de datos, sostenibilidad de información en el tiempo y son muy pertinentes dentro del marco de políticas y problemas claves ambientales. Ellos se proponen como el grupo de valores y datos que pueden ser transformados a indicadores, a través de una fórmula que dará un significado específico a esa señal en el tiempo. En la Tabla 32 se presentan ordenados de mayor a menor calificación esos 27 casos.

Tabla 32 Valores y datos del observatorio que pueden ser transformados a indicadores

DEPENDENCIA	INDICADOR	CALIFICACIÓN	ES INDICADOR
SDS	Casos Notificados de Intoxicación con Plaguicidas, Solventes, Metales Pesados y Otras	72,5	No
SDS	Casos de Accidentes en Menores de 5 Años por Intoxicación con Plaguicidas, Solventes, Metales Pesados y Otras	71,75	No
SDS	Casos Atendidos en Salas de Enfermedades Respiratorias Agudas (ERA)	71	No
SEGAE	Reducción Acumulada Anual de Vertimientos, Programa de Excelencia Ambiental Distrital, PREAD	70,5	No
SEGAE	Reducción Acumulada de Generación de Residuos Peligrosos, Programa de Excelencia Ambiental Distrital, PREAD	70	No
SDS	Casos Notificados de Hepatitis A	67	No
SRHS	Kilómetros de Río con Calidad Mejorada para los Ríos Torca, Salitre, Fucha y Tunjuelo	66,75	No
SER	Certificados de Conservación Ambiental Expedidos	66	No
SDS	Casos de Intoxicaciones Intramural por Monóxido de Carbono	65,75	No
JBB	Número de Arboles Jóvenes Mantenidos por Año	65	No
SDS	Casos de Morbilidad por Enfermedad Respiratoria Aguda (ERA) en niños menores de 5 años	64	No
SER	Áreas en Proceso de Restauración Ecológica (APRE)	63,75	No
SSFFS	Especies Vegetales Incautadas	63	No
SRHS	Aceites Usados Movilizados	58,25	No
SSFFS	Decomisos Adelantados a la Industria Maderera	56,5	No

DEPENDENCIA	INDICADOR	CALIFICACIÓN	ES INDICADOR
RURALIDAD	Usuarios Registrados que Reciben Servicio de Asistencia Técnica Agropecuaria y Ambiental (ATA)	56	No
SER	Coberturas Vegetales en Aulas Ambientales	54	No
SER	Número de Árboles Sembrados en las Aulas Ambientales	52,75	No
SDM	Comparendos por Emisiones	52	No
SDP	Consolidación del Espacio Público de la Ciudad	49,25	No
SDS	Número de Incidentes Tecnológicos que Involucran Materiales Peligrosos	48,75	No
SER	Actividades de Mantenimiento Implementadas en Zonas Verdes en las Aulas Ambientales Administradas por la Secretaria Distrital de Ambiente.	45	No
SDM	Operativos en Vía para el Control de Emisiones	38,75	No
SCAAV	Número de Infracciones por Incumplimiento de la Norma de Emision en Fuentes Moviles	38	No
OPEL	Comisiones Ambientales Locales.	35	No
RURALIDAD	Alumnos Matriculados por Nivel (AMN)	31	No
RURALIDAD	Docentes en Colegios Ubicados en Zona Rural (AMxDN)	24	No

Esta transformación que requiere verificar la existencia de los datos adicionales requeridos, permitiría aumentar los indicadores de respuesta institucional y los de impacto en la salud pública, según el marco ordenador P-E-I-R. En relación con los elementos ambientales de la clasificación temática propuesta, aumentarían los indicadores principalmente para las áreas de interés ambiental, salud pública ambiental, control de la calidad del aire y educación, cultura y participación; lo cual se considera altamente positivo para el Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá.

De otro lado, atendiendo a las observaciones de mejora de estos eventos, plasmados en la matriz del Anexo 1, ellos podrían pasar a ser también indicadores centrales. En la Tabla 33 se presenta la propuesta de fórmula para la transformación de datos y valores a indicadores.

Observatorio Ambiental De Bogotá

Tabla 33 Propuesta de fórmulas para transformación de datos y valores del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá a indicadores

Indicador	Sigla	Observación	Fórmula propuesta
Porcentaje del área del Distrito Capital en el Sistema de Parques Nacionales Naturales (Porcentaje de las hectáreas que tiene el Parque Nacional Natural Sumapaz dentro del Distrito Capital)	ASPNN	El dato no va a cambiar en el tiempo, tal como está propuesto. Se sugiere medir, por ejemplo, el porcentaje de Ha. de transformación ocurrida dentro de esa superficie del PNN Sumapaz, que está dentro del Distrito o, en general, para lo rural y lo urbano	$I = \frac{t_p}{t_d}$ t_p: Total de Ha transformadas t_d: Total de Ha. del parque.
Comisiones Ambientales Locales	CALO	No tiene un enfoque consistente, el indicador no reflejará cambios ni presentará alertas que sean accionables. Se deben establecer metas de gestión.	$I = \frac{t_m}{12}$ t_m: Total de meses en que se cumplió la meta.
Kilómetros de río con Calidad mejorada para los ríos Torca, Salitre, Fucha y Tunjuelo	CCMEkm	La construcción técnica del dato es adecuada pero la forma en que se presenta, no permite saber el estado real del indicador ni mostrará alarmas para el distrito.	$I = \frac{t_m}{t_r}$ t_m: Km con calidad mejorada. t_r: Km totales de extensión de los río.
Certificados de conservación ambiental expedidos	CECA	Se deberán establecer una proporción	$I = \frac{t_i}{t_r}$ t_i:Es el total de certificados en el año i. t_r: Superficie con certificados (has).
Consolidación del espacio público de la ciudad	CEP	El objetivo tiene una meta clara por habitante, pero el indicador, que es un dato, está en Ha, se sugiere calcular una razón por habitante para que esté alineado con el objetivo.	$I = \frac{t_{EP}}{t_p}$ t_{EP}: Cantidad de nuevo espacio público generado por los instrumentos de planeamiento de segundo nivel según el POT. t_p: Total de habitantes según proyecciones DANE.

Indicador	Sigla	Observación	Fórmula propuesta
Casos de morbilidad por enfermedad respiratoria aguda (ERA) en niños menores de 5 años	CERAN5A	Se sugiere formularlo como una tasa, p.e. por cada 10.000 niños denominarla Tasa de Morbilidad, ya que el número de casos no dice nada a menos que esté amarrado al crecimiento poblacional.	$I = \frac{t_{CM}}{b}$ t_{CM}: Total de casos de Morbilidad por ERA en niños menores de 5 años. b: Número base para la tasa.
Casos de intoxicaciones intramural por monóxido de carbono	CIMCT	Se sugiere construir una tasa con el dato. Por ejemplo, población expuesta.	$I = \frac{t_I}{b}$ t_I: Total de Casos de Intoxicaciones Intramural por monóxido de carbono. b: Número base para la tasa.
Casos Notificados de Hepatitis A	CNHEP_A	Se sugiere convertirlo en una tasa para que sea comparable años tras año teniendo en cuenta el crecimiento poblacional	$I = \frac{t_H}{b}$ t_H: Total de Casos Notificados de Hepatitis A. b: Número base para la tasa.
Casos de accidentes en menores de 5 años por intoxicación con plaguicidas, solventes, metales pesados y otras	CNIM5PQ	Se sugiere convertirlo en una tasa para que sea comparable años tras año teniendo en cuenta el crecimiento poblacional	$I = \frac{t_H}{b}$ t_H: Total de Casos de Accidentes en Menores de 5 Años por Intoxicación con Plaguicidas, Solventes, Metales Pesados y Otras. b: Número base para la tasa.
Casos notificados de intoxicación con plaguicidas, solventes, metales pesados y otras	CNIPQ	Convertirlo en una tasa para que sea comparable años tras año teniendo en cuenta el crecimiento poblacional	$I = \frac{t_I}{b}$ t_I: Total de Casos Notificados de Intoxicación con Plaguicidas, Solventes, Metales Pesados y Otras. b: Número base para la tasa.

Indicador	Sigla	Observación	Fórmula propuesta
Coberturas Vegetales en Aulas Ambientales	CVAM	Se sugiere dividir por el total de m2 de este modo será un indicador así la cifras serán comparables en el tiempo.	$I = \frac{t_{VA}}{t_{m2}}$ t_{VA}: Cobertura Vegetal en Aulas Ambientales. t_{m2}: Total de m2 verificados u observados.
Comparendos por emisiones	CxE	No refleja la realidad sino la gestión de las autoridades. Se sugiere calcular una razón con el número de operativos o el total de vehículos del parque automotor.	$I = \frac{t_C}{t_{OP}}$ t_C: Total de comparendos t_{OP}: Total de operativos.
Decomisos adelantados a la industria maderera	DAIM	No refleja la realidad sino la gestión de las autoridades. Se sugiere calcular una razón con el número de operativos. Involucrar en el indicador la variable de volumen de madera decomisada.	$I = \frac{t_D}{t_{OP}}$ t_D: Total de decomisos a la industria maderera. t_{OP}: Total de operativos.
Especies vegetales incautadas	EVI	Depende del número de operativos y ello no lo refleja el número. Este puede ser bajo o alto como consecuencia de los operativos, no refleja la realidad. Se sugiere estimar una razón basado en el número de incautaciones	$I = \frac{t_I}{t_O}$ t_D: Total de especies incautadas. t_{OP}: Total de operativos.
Número de árboles jóvenes mantenidos por año	NAMAS	Se sugiere calcular una razón por número de árboles del censo arbóreo.	$I = \frac{t_{AJ}}{t_A}$ t_{AJ}: Total de árboles jóvenes mantenidos por año t_A: Número de árboles del censo arbóreo.

Indicador	Sigla	Observación	Fórmula propuesta
Número de árboles sembrados en las Aulas Ambientales	NASAA	Se sugiere hacer el cálculo por hectárea disponible.	$I = \frac{t_{AS}}{t_H}$ t_{AS}: Total de árboles sembrados. t_H: Total de hectáreas disponibles.
Número de infracciones por incumplimiento de la norma de emisión en fuentes móviles	NIA	Si hay menos operativos el dato bajará... pero no porque el suceso sea menos frecuente. Se sugiere construir un indicador. También mantener el N° de infracciones por ejemplo % del total de vehículos revisados	$I = \frac{t_I}{t_{OP}}$ t_I: Total de infracciones por incumplimiento de la norma de emisión en fuentes móviles t_{OP}: Total de operativos.
Operativos en vía para el control de emisiones	OVE	Muestra la gestión, no da alarmas si se está cumpliendo con la política. Se sugiere reformular en función del número de infracciones encontradas sobre el número de operativos.	$I = \frac{t_I}{t_{OP}}$ t_I: Total de infracciones por incumplimiento en el control de emisiones. t_{OP}: Total de operativos.
Áreas en proceso de restauración ecológica (APRE)	APRE	Se sugiere mostrar cuantas se están restaurando comparado con cuanto se debería restaurar	$I = \frac{t_{AR}}{t_R}$ t_{AR}: Total de áreas en proceso de restauración. t_R: Total de áreas a ser restauradas.
Alumnos matriculados por nivel (AMN)	AMN	No constituye una proporción de población incorporada al sistema educativo, como se plantea en la descripción. No es una señal respecto a la consecución de una meta, sino un dato que ayuda a la toma de decisiones. Ver indicador de cobertura en educación, eso está reglamentado.	$I_j = \frac{t_{AMN,j}}{t_{PEE,j}}$ $t_{AMN,j}$: Es el total de alumnos matriculados en el nivel j. $t_{PEE,j}$: Es el total de la población en edad escolar para el nivel j.

Indicador	Sigla	Observación	Fórmula propuesta
Docentes en colegios ubicados en zona rural (AMxDN)	AMxDN	Es un valor sobre la cobertura de docentes por cada localidad. No es un indicador, pues no constituye una señal, signo, tendencia o análisis de variables en el tiempo y espacio. No hay una meta u objetivo a ser cubierto. Se sugiere estimar la razón de estudiantes por docente, pero estos indicadores de calidad y cobertura están reglamentados por ley.	$I_j = \frac{t_{AMZR}}{t_{DZR}}$ t_{AMN}: Total de estudiantes matriculados en colegios ubicados en zona rural. t_{DZR}: Total de docentes en colegios ubicados en zona rural.
Casos atendidos en salas de enfermedades respiratorias agudas (ERA)	SERA	Pasarlo a una tasa haría mejor su interpretación.	$I = \frac{t_I}{b}$ t_I: Total de casos atendidos en salas de ERA. b: Número base para la tasa.
Aceites usados movilizados	AUM	Se debe comparar frente a un número base.	$I = \frac{t_I}{b}$ t_I: Total de aceites movilizados. b: Número base para la tasa.
Número de incidentes tecnológicos que involucran materiales peligrosos	NITMP	Construir un indicador que refleje un porcentaje o tasa.	$I_j = \frac{t_{IT}}{t_I}$ t_{IT}: Total de incidentes tecnológicos. t_I: Total de incidentes.
Usuarios registrados que reciben servicio de asistencia técnica agropecuaria y ambiental (ATA)	ATA	Actualmente es una sumatoria que no permite determinar si todos los que necesitaron ayuda la obtuvieron. Se propone incluir una tasa o razón con el N° total de productores agropecuarios.	$I_j = \frac{t_A}{t_N}$ t_A: Total de usuarios que recibieron ayuda. t_N: Total de productores agropecuarios.

Indicador	Sigla	Observación	Fórmula propuesta
Reducción acumulada anual de vertimientos, Programa de Excelencia Ambiental Distrital, PREAD	RAV	que sea un indicador se debe dividir por el número de empresas adscritas o por unidad de producto	$I_j = \frac{t_A}{t_{EA}}$ t_A: Total acumulado al año j. t_{EA}: Total de empresas adscritas.
Reducción acumulada de generación de residuos peligrosos, Programa de Excelencia Ambiental Distrital, PREAD	RGR	Para que sea un indicador se debe dividir por el número de empresas adscritas o por unidad de producto.	$I_j = \frac{t_A}{t_{EA}}$ t_A: Total acumulado al año j. t_{EA}: Total de empresas adscritas.

4.3 Agrupación de otros datos y valores en una nueva categoría

En relación con los demás datos que tiene publicado el Observatorio (56 casos) y que no cumplen con los criterios para ser nombrados como indicadores o su transformación a indicadores sería algo más compleja, se propone ubicarlos dentro de la clasificación temática propuesta por el IDEA (numeral 0), bajo la denominación "estadísticas de características ambientales" del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá (Ver Tabla 34). Ellos deberán ser reformulados, siguiendo las fases metodológicas pertinentes, para llegar a convertirlos en indicadores; pero algunos de ellos (los de más altas calificaciones) son muy pertinentes y presentan datos con potencialidad para continuar siendo actualizados a lo largo del tiempo o para construir con ellos posibles indicadores sintéticos.

En la Tabla 35 se presenta la frecuencia de estos indicadores según las temáticas ambientales propuestas por el IDEA. Como puede observarse son datos principalmente de áreas protegidas, movilidad y transporte; control de la calidad del aire y gestión empresarial, ellos constituyen un 38,6% de los eventos que publica el Observatorio.

Estado del arte, conceptualización y metodología de índices sintéticos

Tabla 34 Categoría "estadísticas de características ambientales" del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá

Nueva Categoría de Datos			
Dimensión Ambiental	Componente Ambiental	Elemento Ambiental	Dependencia
Medio Ambiente	Recursos Naturales	Suelo	UAESP
Medio Ambiente	Recursos Naturales	Suelo	UAESP
Medio Ambiente	Biodiversidad	Ecosistemas y Areas Protegidas	SER
Medio Ambiente	Biodiversidad	Ecosistemas y Areas Protegidas	SER
Medio Ambiente	Saneamiento	Control de la Calidad del Agua	EAAB
Medio Ambiente	Biodiversidad	Ecosistemas y Areas Protegidas	RURALIDAD
Social	Equidad	Calidad Hábitat	EAAB
Social	Equidad	Calidad Hábitat	EAAB
Medio Ambiente	Biodiversidad	Ecosistemas y Areas Protegidas	RURALIDAD
Medio Ambiente	Recursos Naturales	Agua	SRHS
Medio Ambiente	Biodiversidad	Ecosistemas y Areas Protegidas	RURALIDAD
Económica Producción	Limpia	Gestión Ambiental Empresarial	SEGAE
Medio Ambiente	Biodiversidad	Ecosistemas y Areas Protegidas	SEGAE
Económica	Producción Limpia	Gestión Ambiental Empresarial	SEGAE
Económica	Producción Limpia	Gestión Ambiental Empresarial	SER
Medio Ambiente	Biodiversidad	Ecosistemas y Areas Protegidas	SER
Medio Ambiente	Biodiversidad	Ecosistemas y Areas Protegidas	JBB
Medio Ambiente	Saneamiento	Control de la Calidad Del Agua	SRHS
Económica	Producción Limpia	Gestión Ambiental Empresarial	UAESP
Medio Ambiente	Biodiversidad	Fauna	SSFFS
Medio Ambiente	Biodiversidad	Fauna	SSFFS
Medio Ambiente	Medio Ambiente Construido	Ecourbanismo	SER
Social	Bienestar	Educación Ambiental, Participación y Cultura	OPEL
Medio Ambiente	Saneamiento	Manejo de Residuos Sólidos	DGA

Nueva Categoría De Datos		
Nombre	calificación	Es indicador
Disposición de Escombros contaminados en el Relleno Sanitario Doña Juana	69,5	No
Disposición de Residuos en el Relleno Sanitario Doña Juana	69,3	No
Áreas en Proceso de Restauración Ecológica	67,3	No
Área de Ecosistemas Naturales Rurales (ENRU)	67,3	No
Agua Residual Tratada	61,0	No
Sistema de Áreas Protegidas {SAP} del Distrito Capital por nivel de declaración (SAP)	59,8	No
Número Usuarios con Servicio de Acueducto de EAAB	59,0	No
Número Usuarios con Servicio de Alcantarillado de la EAAB	57,0	No
Áreas Protegidas del Orden Distrital	56,3	No
Volumen de Agua Subterránea Extraída	56,3	No
Áreas Protegidas del Orden Nacional (APDC)	55,8	No
Empresas en Proceso de Autogestión Ambiental.	55,0	No
Ahorro Acumulado en el Consumo de Energía Programa de Excelencia Ambiental Distrital, PREAD	54,8	No
Ahorro Acumulado en el Consumo de Agua Programa de Excelencia Ambiental Distrital, PREAD	54,8	No
Porcentaje de Parques Ecológicos Distritales de Humedal con Administración	54,8	No
Área Afectada por Incendios Forestales	54,5	No
Proporción de Superficie Cubierta por Bosque Natural.	52,5	No
Porcentaje de Pozos de Agua Subterránea con Seguimiento	52,3	No
Cantidad de Material Reciclado	52,0	No
Número de Individuos Animales en Recuperación en el Centro de Recepción y Rehabilitación de Fauna Silvestre	51,5	No
Número de Especímenes de la Fauna Silvestre Recuperados	50,5	No
Hectáreas de Humedales con Acciones de Administracion en el Distrito Capital	47,5	No
Personas Vinculadas a Procesos de Formación Ambiental a Través de la Ejecución de las Propuestas Pedagógicas	47,5	No
Eventos Atendidos relacionados con Materiales Peligrosos	46,8	No

NUEVA CATEGORÍA DE DATOS			
Dimensión ambiental	Componente ambiental	Elemento ambiental	Dependencia
Medio Ambiente	Biodiversidad	Ecosistemas y Areas Protegidas	UAESP
Medio Ambiente	Recursos Naturales	Suelo	SSFFS
Económica	Producción Limpia	Gestión Ambiental Empresarial	SEGAE
Medio Ambiente	Medio Ambiente Construido	Ecourbanismo	SRHS
Medio Ambiente	Biodiversida	Ecosistemas y Areas Protegidas	JBB
Medio Ambiente	Recursos Naturales	Suelo	SER
Medio Ambiente	Saneamiento	Control Calidad Aire	SEGAE
Medio Ambiente	Eficiencia Energética	Movilidad y Transporte Sostenible	SDM
Social	Equidad	Tenencia de la Tierra	SDM
Social	Organización Social	Gestión Ambiental Institucional	RURALIDAD
Medio Ambiente	Saneamiento	Control Calidad Aire	OPEL
Medio Ambiente	Saneamiento	Control Calidad Aire	OPEL
Medio Ambiente	Riesgos Antropogénicos	Tecnológicos	SCAAV
Medio Ambiente	Medio Ambiente Construido	Ecourbanismo	JBB
Medio Ambiente	Saneamiento	Control Calidad Aire	SDM
Social	Bienestar	Educación Ambiental, Participación Y Cultura	SDM
Medio Ambiente	Saneamiento	Control Calidad Aire	SDM
Medio Ambiente	Saneamiento	Control Calidad Aire	SDM
Medio Ambiente	Eficiencia Energética	Movilidad y Transporte Sostenible	SDM
Medio Ambiente	Saneamiento	Control Calidad Aire	SDM
Medio Ambiente	Eficiencia Energética	Movilidad y Transporte Sostenible	SDM
Medio Ambiente	Eficiencia Energética	Movilidad y Transporte Sostenible	SDM
Medio Ambiente	Saneamiento	Control Calidad Aire	SDM
Social	Equidad	Uso del Suelo	RURALIDAD
Medio Ambiente	Saneamiento	Control Calidad Aire	SDM
Social	Equidad	Uso del Suelo	RURALIDAD
Medio Ambiente	Eficiencia Energética	Movilidad y Transporte Sostenible	SDM
Medio Ambiente	Eficiencia Energética	Movilidad y Transporte Sostenible	RURALIDAD
Social	Equidad	Uso Del Suelo	RURALIDAD
Medio Ambiente	Eficiencia Energética	Movilidad y Transporte Sostenible	SDM

NUEVA CATEGORÍA DE DATOS		
Nombre	calificación	Es indicador
Recolección Transporte y Disposición Final de Residuos Hospitalarios	46,5	No
Industrias Madereras Registradas Ante la Secretaria Distrital de Ambiente	44,0	No
Radicación de Trámites Ambientales	43,8	No
Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos	43,8	No
Árboles Plantados	42,8	No
Área de Suelo de Protección	42,0	No
Determinantes Ambientales Emitidas en Instrumentos de Gestión del Suelo	40,8	No
Edad Vehículos Particulares	40,0	No
Número de Vehículos con Combustible Gas Natural Vehicular	40,0	No
Área de Humedales de Alta Montaña. (AhAm)	39,0	No
Oficinas Locales de la Secretaría Distrital de Ambiente en Operación	39,0	No
Visitantes a las Aulas Ambientales Administradas por la Secretaría Distrital de Ambiente	38,3	No
Número de Estaciones de la Red de Calidad de Aire	37,5	No
Cobertura Arbórea	35,5	No
Número de Vehículos con Combustible Diesel	35,0	No
Número de Vehículos con Combustible Gasolina	35,0	No
Número de Vehículos a Gasolina Revisados en Operativos	34,5	No
Vehículos inmovilizados en operativos en Via	34,0	No
Número de Vehículos con Combustible Gas Natural Vehicular y Gasolina	33,8	No
Número de Vehículos Particulares Revisados en Operativos en la Vía	32,0	No
Número de Vehículos de Transporte Público Individual	31,3	No
Número de Vehículos de Servicio Público Colectivo	31,0	No
Número de Vehículos Diesel Revisados en Operativos	30,3	No
Área Rural en el Distrito Capital (ARDi)	30,0	No
Número de Vehículos Públicos Revisados en Operativos en la Vía	29,3	No
Asentamientos Rurales Nucleados por Categoría (NARN)	28,3	No
Número de Motocicletas Particulares	27,3	No
Vias Secundarias (LVS)	26,3	No
Participación del Área Rural en el Distrito Capital (VARDi)	25,8	No
Número de Vehículos Particulares	24,8	No

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Instituto de Estudios Ambientales – IDEA

Tabla 35 Frecuencia de "estadísticas de características ambientales" del observatorio por elementos ambientales

Ecosistemas y Áreas Protegidas	11
Movilidad y Transporte Sostenible	8
Control Calidad Aire	8
Gestión Ambiental Empresarial	5
Uso del Suelo	3
Calidad Hábitat	2
Ecourbanismo	3
Educación Ambiental, Cultura y Participación	3
Fauna	2
Suelo	4
Agua	1
Control de la Calidad del Agua	2
Gestión Ambiental Institucional	1
Manejo de Residuos Sólidos	1
Riesgos Tecnológicos	1
Servicios Públicos	1
Total	56

4.4 Síntesis de complementación y depuración del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá con base en la revisión y evaluación efectuada

En síntesis, como ya se acotó anteriormente, la creación de nuevos indicadores requerirá del cumplimiento de las fases metodológicas para este tipo de construcciones, sin embargo, en las reuniones con los grupos encargados de producir los datos, se registrarán las necesidades y requerimientos que ellos presenten sobre nuevos indicadores, los cuales serán entonces recomendados.

Una síntesis de la complementación y depuración del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá, llevada a cabo por el IDEA, se muestra en la Tabla 36.

Tabla 36 Síntesis de complementación y depuración del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá realizada por el IDEA

Complementación y Depuración	Propuestas Concretas
Complementación desde las políticas ambientales y consultas realizadas por la comunidad	Desarrollado en el numeral 3.1
Complementación desde el abordaje de objetivos y temas ambientales claves	Desarrollado en el numeral 3.2
Complementación de aspectos de documentación, comunicación y contextualización.	Propuesta de ítems que amplían o se adicionan a los que ya hay en la hoja metodológica de los indicadores del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá, para contextualizar los indicadores en forma más clara y significativa para los usuarios. Ver Tabla 25.

Complementación y Depuración	Propuestas Concretas
Reclasificación temática	• Clasificación de los eventos del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá en temáticas, según esquema jerárquico de: dimensiones ambientales -> componentes ambientales -> elementos ambientales -> indicadores (Ilustración 3). • Se ubicaron los 145 indicadores y datos dentro de esa clasificación temática (Tabla 26) y se presentaron porcentajes por elementos ambientales (Con base en esta clasificación, es obvio, que el mayor número de indicadores corresponden al medio ambiente, ya que éstos son los indicadores de más alta competencia de la SDA. Una propuesta de nuevos indicadores para el Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá, en relación con las dimensiones social y económica, como acotó la SDA, no será fácil de materializar, pues no es parte de sus funciones. De otro lado, para proponer nuevos indicadores, sería necesario cumplir un proceso metodológico que abarque, por lo menos, las necesidades de sectores y usuarios interesados (incluida la comunidad), las preguntas claves para responder a propósitos y problemáticas actuales y el uso que tendrían los indicadores supeditados a ellas; la revisión de nuevos datos y series estadísticas existentes y su calidad, que le den viabilidad a la construcción de esos indicadores. Ese proceso, se supone, que se cumplió en el primer convenio desarrollado con el IDEA para la construcción del observatorio. Sería valioso revisar nuevamente los indicadores que se propusieron como principales y prioritarios, frente a los que existen hoy y revalidar su importancia central y prioridad, para las nuevas construcciones. Tabla 27). • Se argumentó en el numeral 3.5 la importancia de mirar lo urbano-rural conjuntamente y porqué no es válido que el IDEA proponga nuevos indicadores, sin una metodología de obligatorio cumplimiento para estos fines.
Reordenación según marco P-E-I-R	• Propuesta de reordenación según marco P-E-I-R, cuyo enfoque conceptual se presentó en la e Ilustración 5; los indicadores y valores del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá, se ordenaron con base en la propuesta del marco P-E-I-R, en la Tabla 29, por colores. En la Tabla 28 se presentaron los porcentajes de los eventos ordenados bajo el marco P-E-I-R. • Se sugiere que sea complementado un atributo (con color) en la hoja metodológica de cada indicador, en el cual se reporte un significado adicional, más allá de la medición, que oriente acerca de la presión, el estado, el impacto o la gestión (respuesta).

Complementación y Depuración	Propuestas Concretas
Depuración de indicadores del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá según criterios de calificación	· Clasificación de los eventos del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá que son centrales. Los que cumplieron con los criterios para indicadores; para los de más baja calificación realizar las mejoras sugeridas y analizar la viabilidad de conservarlos allí (anexo1): La clasificación de indicadores centrales se presentó ordenada de mayor a menor calificación (ver Tabla 31). · Transformación de valores y datos del observatorio actual en indicadores: En la Tabla 32 se presentan ordenados de mayor a menor calificación esos 27 casos. En la Tabla 33 se presentó la propuesta de fórmulas para la transformación de esos datos y valores del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá a indicadores. · Agrupación de otros datos y valores en una nueva categoría (eventos con las menores calificaciones): se propone ubicar estos 56 eventos dentro de la clasificación temática propuesta por el IDEA y bajo la denominación "estadísticas de características ambientales" del Observatorio Ambiental y Rural de Bogotá (Ver Tabla 34).

5. Estado del arte sobre índices sintéticos urbanos

La información que se publica sobre indicadores e índices urbanos es profusa y muy dispersa. El Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Urbanos (Hábitat) es la única institución internacional con un mandato específico de reunir información sobre las áreas urbanas. En tabla 37 se recopilan algunas iniciativas consultadas en relación con propuestas de indicadores ambientales urbanos.

Tabla 37 Iniciativas de desarrollo de indicadores urbanos ambientales

Iniciativa	Fuente	Observaciones
1986. Marco conceptual del Sistema de indicadores ambientales. Canadá.	http://www.ecoinfo.ec.gc.ca/env_ind/indicators_e.cfm	El Ministerio del Ambiente de Canadá (Environment Canadá) junto a Estadísticas de Canadá (Statistics Canadá) comienzan a desarrollar un marco conceptual para la generación de un sistema de indicadores ambientales. Publican la metodología en 1991 con 43 indicadores agrupados en 18 áreas temáticas claves para el desarrollo sostenible nacional.

Iniciativa	Fuente	Observaciones
1998. Programa de Indicadores Urbanos. UNCHS/HABITAT The Global Urban Observatory GUO	Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. 2001; Castro J. M. 2002	El sistema de indicadores urbanos propuesto por la Conferencia sobre Asentamientos Humanos (HABITAT) dentro de su Programa de Indicadores Urbanos, tiene la intención de establecer para la escala mundial una Red de Observatorios Urbanos que permita la evaluación y control de la implementación de los Programas Hábitat y Agenda 21. Dichos indicadores iniciaron su periplo en 1988 sobre la base de 53 ciudades (mayoritariamente de países en vías de desarrollo) y con una propuesta de 49 indicadores esenciales y un total de 128 al incluir otras dimensiones.
1999. EUROSTAT Indicadores de presión ambiental.	la Agencia Europea de Medio Ambiente y la Comisión Europea	Indicadores de presión ambiental (EUROSTAT 1999) dentro del proyecto TEPI. El medio ambiente urbano se incluye entre las áreas de interés, por lo que se plantea la posibilidad de establecer un índice de presión ambiental en las aglomeraciones urbanas como parte del sistema europeo de índices de presión ambiental. En 2001 sacan una nueva lista con 63 indicadores.
1993. OCDE Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.	http://www.oecd.org/department/	La OCDE estableció en 1993 una serie de 30 indicadores ambientales, entre los cuales se destacan algunos de calidad del medio ambiente urbano. En 2006 amplían la lista de indicadores y trabajan en la creación de índices agregados.
1995. Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA)	Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. 2001; Castro J. M. 2002	La AEMA emitió en 1995 el informe «Medio Ambiente en Europa» (The Dobris Assesment) a petición de la reunión de ministros pan-europeos celebrada en el castillo de Dobris en Checoslovaquia en 1991, con el apoyo de la D.G. XI y del programa europeo Phare, en cooperación con la OCDE, las Naciones Unidas, el Consejo de Europa, la UICN, la OMS, el EUROSTAT y los países europeos. En su capítulo 10, «El medio urbano» se proponen 55 indicadores ambientales urbanos agrupados en 16 atributos urbanos y centrados en 3 temas: Diseño urbano, flujos urbanos y calidad ambiental urbana.
1995. Instituto de Bruselas para la Gestión del Medio Ambiente	Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. 2001.	De los estudios sobre indicadores ambientales urbanos más importantes y menos conocidos es el realizado por este Instituto, que establece en febrero de 1995 en su división de Planificación y Naturaleza, la metodología y el establecimiento de criterios para la obtención de una «tabla de abordo» de indicadores. También establece la necesidad de poner en marcha un proceso semejante al de Seattle, el establecimiento de una «tabla de abordo» para la modelización, la creación de un observatorio ambiental urbano y un grupo de trabajo internacional en conexión con la Agencia Europea de Medio Ambiente

Iniciativa	Fuente	Observaciones
1995. Organización Mundial de la Salud (OMS)	Castro J. M. 2002	La Organización Mundial para la salud (OMS) estableció en 1996 en la Oficina Regional Europea de Copenhague, los indicadores de ciudades saludables, dentro del Programa «Salud para Todos en el 2000». Se contemplan cuatro apartados: • Salud (3 indicadores) • Servicios sanitarios (11 indicadores) • Medio ambiente (19 indicadores) • Socioeconómico (20 indicadores) En total se establecen 53 indicadores.
2000. EEA Agencia Europea del Medio Ambiente. Marco ordenador DPSIR	Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible: Avances y perspectivas para América Latina y el Caribe. Rayén Quiroga Martínez	El marco ordenador es de DPSIR (fuerza motriz, presión, estado, impacto, respuesta). Incluyen además indicadores de eficiencia, efectividad de las políticas y bienestar. El conjunto total de indicadores consta de 155 indicadores, de los cuales 12 son indicadores titulares, 45 corresponden al nivel 2, y 98 corresponden al nivel 3, o nivel analítico. 34 aún no son posibles de monitorear, pero son considerados de mucha importancia a futuro.
2005. Índice de Sostenibilidad Ambiental ISA.	Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible: Avances y perspectivas para ALC. Quiroga R. CEPAL 2007.	Ha sido desarrollado por el Yale Center for Environmental Law and Policy, el Center for International Earth Science Information Network de la Universidad de Columbia. El ISA es un indicador indexado, jerárquicamente estructurado, que en su versión actualizada al 2005 comprende 76 variables de igual peso ponderado en el total. A su vez, estas variables se estructuran en 21 indicadores y 5 componentes.
Indicadores de referencia de la Auditoría Urbana (Comisión Europea DG. XVI)	Castro J. M. 2002	La Auditoría Urbana trata de obtener información comparable sobre el estado de las ciudades europeas. Para ello se proponen 33 indicadores de cinco ámbitos: Aspectos socioeconómicos, participación, educación y formación, medio ambiente, y cultura y ocio.
Indicadores de Sostenibilidad de Vitoria-Gasteiz (España)	Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. 2001	La Agenda 21 de Vitoria-Gasteiz (aprobada en Julio de 1998) define el modelo de desarrollo sostenible de la ciudad a partir de un conjunto de indicadores agrupados en una serie de temas. Estos indicadores son utilizados para verificar los progresos realizados en el marco de la Agenda Local 21 de la ciudad.
Asociación Finlandesa de Autoridades Locales	Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. 2001	En Finlandia, la Asociación de Autoridades Locales integrada por 455 municipios (incluido Helsinki), ha formulado una lista de 32 indicadores ambientales en áreas urbanas.

Iniciativa	Fuente	Observaciones
Calidad Ambiental en Ciudades Japonesas	Japan Urban Observatory www.gdrc.org/uem/ol	Desde finales de los 80 varios gobiernos locales japoneses desarrollan diversos índices de calidad ambiental. Éstos están siendo utilizados por las administraciones para establecer los presupuestos para las políticas ambientales y evaluar las mejoras conseguidas. Básicamente cuatro tipos de índices han sido desarrollados: · Fuente de Utilización de indicadores de validez (RUSI) · Índice de Eco-vida (ELI) · Índice de Auto conservación y Auto-recuperación ambiental (ECRI) · Indicador externo de carga ambiental (OELI)
1991. Indicadores de Seattle Sostenible (Washington, EEUU)	Castro J. M. 2002	Uno de los proyectos, que en su momento, tuvo mayor repercusión mundial al ser pionero del proceso de toma de decisiones en el tema de los indicadores fue el Foro Cívico y Trabajo Voluntario de «Seattle Sostenible ». Fundado en 1991 con el deseo de aumentar la vitalidad cultural, económica, ambiental y social, lo primero que desarrollaron fue un set de indicadores mediante un amplio proceso participativo junto a la opinión de expertos. Se seleccionaron 99 indicadores iniciales y posteriormente el set quedó reducido a 40. Como resultado final se elaboró una estrategia de actuación que está en funcionamiento y revisión permanente
1990. Visión 2020 para Hamilton-Wentworth (Ontario, Canadá)	Castro J. M. 2002	Una serie de programas y acciones han sido planeados y desarrollados en Hamilton-Wentworth. Desde 1990, el proyecto conocido como «Señalización del camino: visión 2020» ha seleccionado 27 indicadores de una lista potencial de 80. El proyecto cuenta con un equipo multidisciplinar que incluye representantes del departamento de planificación regional, de servicios ambientales y de salud, la Universidad de McMaster y el ICLEI.
2001. Indicadores Verdes Titulares de primera generación (Green Headline Indicators)	Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. 2001	Resultó muy interesante el ejercicio por su potencia comunicacional, por su simpleza derivada de la opción de integrar un número muy limitado de indicadores selectos para informar al Parlamento, han mostrado una gran calidad técnica, comunicacional y estadística.
2002. Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible (ILAC)	www.eclac.org/deype/publicaciones/xml/4/34394/LCL2771e.pdf	La ILAC identificó seis temas prioritarios y 25 metas orientadores y propósitos indicativos, para un total de 38 indicadores aprobados por el Foro de Ministros. Para cada indicador se desarrollaron además hojas metodológicas.

Iniciativa	Fuente	Observaciones
1993. Cantón de Ginebra (Suiza)	Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. 2001, Castro J. M. 2002	Un estudio sobre los componentes del medio ambiente urbano en el Cantón de Ginebra de 1993 fue realizado para facilitar la labor a los gestores, estableciéndose la relación entre las seis actividades principales (construcción, transporte, energía, residuos, agricultura y los componentes de la economía local) y los seis impactos principales asociados (aire, agua, tierra, naturaleza, paisaje, ruidos y altos riesgos). Posteriormente, en 1.995, el proceso continuó con la selección de indicadores para la salud para reducir los riesgos en temas de salud y población.
Indicadores Ambientales para Melbourne (Australia)	Castro J. M. 2002	El proyecto se estableció para seleccionar un set de indicadores que permitieran chequear el estado del medio ambiente urbano de la ciudad de Melbourne, especialmente los efectos que habían tenido los cambios en el uso del suelo y los cambios de comportamiento de la población. El primer paso fue la formulación de una lista de indicadores. El segundo, la identificación de potenciales fuentes de información y da tos. El tercero, la evaluación de las distintas opciones en función del objetivo. El proceso contó con tres requerimientos básicos: • Los indicadores deben contar con los principios de bienestar y salud del ciudadano y con los efectos de presión de estos sobre el medio y las condiciones de éste. • La información obtenida debe ayudar a los gestores y planificadores de sectores específicos de forma no ambigua. • Las aspiraciones sociales y sus metas deben ser tenidas en cuenta. El proceso continuó con la selección de indicadores, una vez consultados los sectores industriales y de servicios, consumidores, ecologistas, administraciones, gobierno local e investigadores. Cada indicador fue incluido en alguno de los siguientes temas: transporte, mejora de la calidad ambiental, atmósfera, agua, vegetación, espacios abiertos, energía, gestión de residuos, fauna, efectos sociales, microclimas y estética
Índice de desempeño Ambiental (Environmental Performance Index (EPI))	http://epi.yale.edu/	25 indicadores de desempeño clasificados en 6 categorías.

Iniciativa	Fuente	Observaciones
Índice de Sostenibilidad ambiental (Environmental Sustainibility Index (ESI)	http://sedac.ciesin.columbia.edu/data/collection/esi/	Integración de indicadores relacionados con los niveles pasados y presentes de contaminación, los esfuerzos de gestión ambiental y la capacidad de la sociedad para mejorar su desempeño ambiental
2003. Evaluación ambiental integral, aplicación PEIR, metodología GEO.	Metodología GEO ((Global Environmental Outlook).) PNUMA – Banco Mundial. Perspectivas del Medio ambiente Urbano. GEO Buenos Aires. IMAE.	Los informes GEO son evaluaciones ambientales integrales que proveen información que permite identificar cómo la urbanización incide sobre el medio ambiente; los factores que presionan los recursos naturales y los ecosistemas locales; los impactos sobre el entorno natural, la calidad de vida y la salud de los habitantes de las ciudades; y las intervenciones por parte de la sociedad y del gobierno local para enfrentar estos problemas.
Generación de tendencias a partir de indicadores.	Indicadores ambientales de América Latina y el Caribe. CEPAL. 2009	Presenta una selección de variables relevantes para la región como un todo, desglosadas por país siempre que fue posible. Asimismo, se incluyen los cuadros estadísticos con las series de datos que alimentan el cálculo de dichos indicadores.
2001 Calidad ambiental y de desarrollo urbano.	Bases para un Sistema de Indicadores de Medio Ambiente Urbano en Andalucía	Sienta las bases para la aproximación cuantitativa a la medición del desarrollo sostenible urbano en Andalucía a través del enfoque sistémico representado en base a un sistema de indicadores. Igualmente incluye el análisis global con la creación de índices sintéticos que cuantifiquen la mejora del modelo de desarrollo implementado en la ciudad.
Sistema de indicadores y condicionantes para ciudades grandes y medianas.	Ministerio de Medio Ambiente y Medio rural y Marino. Agencia d´ecología urbana de Barcelona.	El sistema de indicadores y condicionantes se articula en siete grupos o ámbitos: 1. Ocupación del suelo, 2. Espacio público y habitabilidad, 3. Movilidad y servicios, 4. Complejidad urbana, 5. Espacios verdes y biodiversidad, 6. Metabolismo urbano y 7. Cohesión social; que a su vez se agrupan en cuatro ejes que son los definidores del modelo de ciudad: compacidad (1, 2 y 3); complejidad (4 y 5); eficiencia (6), cohesión social (7). Por último, la eficiencia del sistema urbano sintetiza la función guía de la sostenibilidad.
2005. Sistema integrado de indicadores urbanos.	UN-HABITAT/ ROLAC Observatorio de Medio Ambiente Urbano (OMAU) Málaga. Programa URB_AL de la UE Red 6: Medio Ambiente Urbano.	Ante la necesidad de tener información disponible para la toma de decisiones en las ciudades, se crea el Observatorio de Medio Ambiente Urbano OMAU, en el cual se trabajan 83 indicadores en cuatro temas: 1. Configuración de la ciudad y el territorio, 2) Gestión de los recursos naturales, 3) Cohesión social, 4) Gobernabilidad de la ciudad. Incluyeron cinco índices: de Gobernabilidad urbana, Desarrollo humano, Motorización, Congestión y de Gini.

5.1 Índices sintéticos de ciudades (trabajos de investigación consultados):

Los siguientes trabajos de investigación fueron consultados y evaluados frente a la estructura actual del Observatorio Ambiental y Rural, con miras a ser empleados para la construcción de los índices sintéticos:

Castro J. M. 2002. Indicadores de desarrollo sostenible urbano. Una aplicación para Andalucía. Tesis doctoral. Universidad de Málaga. España.

Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. 2001. Bases para un Sistema de Indicadores de Medio Ambiente Urbano en Andalucía Experiencias internacionales en la medición de la sostenibilidad en las ciudades. Convenio con la Universidad de Málaga.

Rueda P. S. 1999. Modelos e Indicadores para ciudades más sostenibles. Taller sobre Indicadores de Huella y Calidad Ambiental Urbana. Ed. Fundación Fórum Ambiental.

Schuschny A, Soto H. 2009. CEPAL – GTZ. Guía metodológica Diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible. Contiene las bases conceptuales y las herramientas metodológicas aplicables al proceso de diseño, cálculo y análisis de un índice compuesto de desarrollo sostenible definido a nivel de una unidad de análisis (por ejemplo, a nivel de países).

Escobar L.A. 2006. Indicadores sintéticos de calidad ambiental: un modelo general para grandes zonas urbanas. Se propone definir un modelo general para la estimación del Indicador de Calidad Ambiental ICA, a partir de la construcción de un sistema de indicadores simples y su aplicación en grandes ciudades.

Escobar L.A. 2008. Indicadores ambientales sintéticos: Una aproximación conceptual desde la estadística multivariante. Gestión y Ambiente, vol. 11, núm. 1, pp. 121-140, Universidad Nacional de Colombia.

Villasís k. R. 2011. Indicadores de sustentabilidad urbana: el caso de la zona metropolitana de San Luis Potosí. Tesis para obtener el grado de doctor en ciencias ambientales. Posgrado en Ciencias Ambientales. Universidad Autónoma de San Luis potosí. Parte de la aplicación de diversas teorías sobre indicadores agregados que se adoptan como referencia para efectos de modelización del sistema de indicadores UN-Hábitat, con base en las mediciones de las variables urbanas realizadas por el OUL_SLP, aplica una visión sistémica del fenómeno urbano, a través de variables y sus relaciones entre ellas.

Índice de Calidad Ambiental Urbana propuesto como una herramienta de seguimiento a la Política de Gestión Ambiental Urbana que permite agregar información de los elementos más relevantes del estado ambiental en las áreas urbanas, actualmente en elaboración en el marco del Convenio 032 de 2012 ASOCARS - MADS

A partir de la revisión de las iniciativas internacionales de construcción de indicadores ambientales y/o urbanos, se puede concluir que las tres últimas décadas han sido prolíficas en avances conceptuales, científicos, institucionales, de políticas ambientales, gestión ambiental y metodologías para realizar las mediciones, desde variados enfoques teóricos y conceptuales, a través de indicadores de desarrollo sostenible, indicadores de sostenibilidad, indicadores ambientales, indicadores urbanos y en menor medida indicadores ambientales urbanos.

Para empezar, se puede decir sin ánimo a equivocarse, que actualmente no existe una interpretación común del ambiente urbano, sus dinámicas, los temas comunes, las diferencias territoriales y culturales. Los in-

dicadores urbanos están determinados en su mayoría por indicadores ambientales organizados por recursos naturales y complementados, según los casos, con indicadores de vivienda, salud, energía, económicos, demográficos básicos y sociales, vistos de una manera aislada no sistémica.

Resulta necesario por tanto buscar un enfoque sistémico integrador, con un equilibrio científico y social para hacer factible la medición de la calidad ambiental urbana. Esta tarea no será fácil, porque existen limitaciones técnicas, políticas y de desarrollo metodológico.

Existen experiencias a nivel mundial en el desarrollo de indicadores urbanos como las de España, México, Brasil consultadas en los trabajos referenciados anteriormente. Estas experiencias muestran métodos de aplicación simples y también muy robustos. Estos últimos requieren un número de variables significativas y de unidades de análisis diversas (por ejemplo todas las localidades de Bogotá). De allí que los métodos revisados que más se ajustarían al contexto actual del OAB, serían los métodos simples.

6. Aspectos conceptuales para el desarrollo de índices sintéticos del Observatorio Ambiental y Rural

6.1 Etapas en la construcción de índices sintéticos

La construcción de indicadores abarca diversas etapas. Según Boulanger (2004) y Villasís (2011) ellas son (ver Ilustración 6):

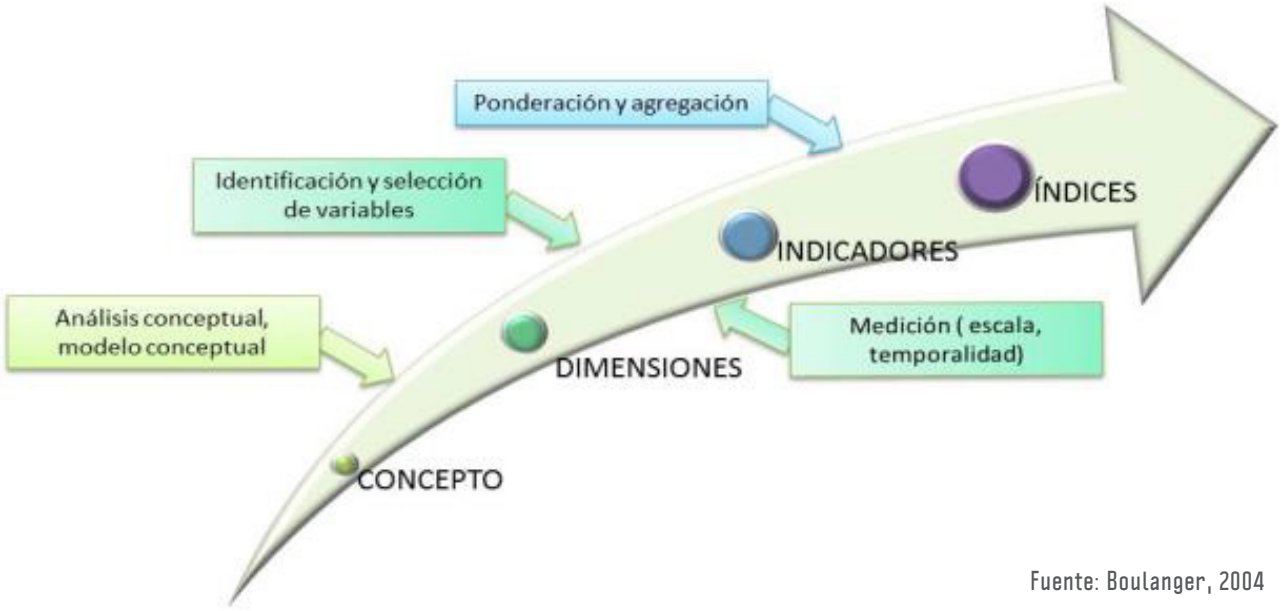
1. Del concepto a las dimensiones: consiste en identificar las diferentes dimensiones que constituyen el concepto, si se trata de indicadores compuestos ellas serán de carácter multidimensional. La noción de ambiente urbano tiene una dimensión natural, pero también una dimensión social, económica e institucional. Cada una de estas dimensiones es de alguna manera agregada.

2. De las dimensiones a los indicadores: Las diferentes dimensiones son disgregadas en variables, algunas de ellas serán indicadores, ya sea por su pertinencia o porque son más prácticas para efecto de la medición y la disponibilidad y calidad de los datos. La selección de indicadores debe siempre contener elementos teóricos que le otorgan validez científica y conceptual.

3. De los indicadores a las mediciones: Una vez que están definidos los indicadores, estos deben ser objeto de mediciones. Acá se decide el nivel de precisión o exactitud, de escala espacial y temporal, así como las unidades de medición. Es común que los indicadores no estén en la misma unidad de medición y con el mismo grado de precisión, situación que obliga a concebir el método de estandarización para el proceso de agregación en un índice sintético.

4. De las mediciones a los índices. La etapa final –indispensable en el contexto de puesta en marcha de la prueba empírica sobre un concepto científico- consiste en agregar los diferentes indicadores en un índice sintético. Éste cobra significado a partir de los indicadores básicos que por sí solos tienen significados aislados. En ausencia de unidades comunes de medición, los indicadores deber ser estandarizados o normalizados. Generar los índices requiere, habitualmente de dos procesos: ponderación y agregación, los cuales serán desarrollados en el acápite de metodología.

Ilustración 6 Etapas de construcción de índices sintéticos



Fuente: Boulanger, 2004

6.2 Funciones de los índices sintéticos

Winograd (2006) asevera que, de manera general, los indicadores e índices se elaboran para cumplir las funciones de simplificación, cuantificación, análisis y comunicación, permitiendo entender fenómenos complejos haciéndolos operables y comprensibles.

De allí que para que los índices cumplan su función será importante la selección de indicadores que reflejen la totalidad, o que por lo menos sean representativos de dicha totalidad, y que ellos puedan interpretarse como síntesis de una realidad compleja.

En este sentido, Gallopin (1996) propone una selección que represente las variables o propiedades del sistema completo, es decir, indicadores holísticos; el autor define los indicadores como variables de un sistema, cada una de estas variables puede asociarse a una serie de valores o estados a través de los cuales se manifiesta. Dichos indicadores holísticos responderán correctamente, desde lo conceptual, a la construcción de índices sintéticos.

Según Winograd (2006) los indicadores pueden verse desde tres categorías diferentes:

1. Son información para el proceso de la gestión, que permite hacer comparaciones frente a los objetivos de dicho proceso.
2. Los indicadores como información a la cual se le asigna un significado o trascendencia mayor que su valor observado o real.
3. Y, la más compleja, los índices que se construyen para lograr reducción en el volumen de datos acerca de las variables particulares que tienen un significado o trascendencia.

6.3 Objetivos y consideraciones de la construcción de los índices sintéticos

El modelo propuesto enmarca la construcción de índices de segunda y tercera generación, a partir de indicadores simples o de primera generación. La última generación

abarca los índices sintéticos de calidad y gestión ambiental.

El ambiente urbano y rural del D.C. puede ser descrito como un conjunto de interacciones socio-ecosistémicas producto de las transformaciones del territorio, que resultan en espacios construidos por dinámicas socio-económicas históricas de diversos grupos.

Este proceso de cambio puede describirse a partir de múltiples relaciones tan intricadas que hacen necesarios los análisis sinópticos que faciliten visualizarlas en forma clara y resumida. Dichas relaciones ocurren entre los elementos principales de la transformación ambiental, en forma de tejidos causales. Las relaciones pueden obedecer a retroacciones y también a efectos sinérgicos de carácter complejo, cuya forma adecuada de modelamiento sería a través de redes causa-efecto (WBGU, 1997).

Existen aspectos de la relación socio-ecosistémica que son álgidos a la hora de diseñar indicadores, pues se constituyen en las "señales", que en algún momento podrían ser la base para medir o indicar estados de alerta o avances en la consecución de los objetivos. Los elementos urbano-rurales ambientales y sus diversas interrelaciones son los que permiten identificarlos.

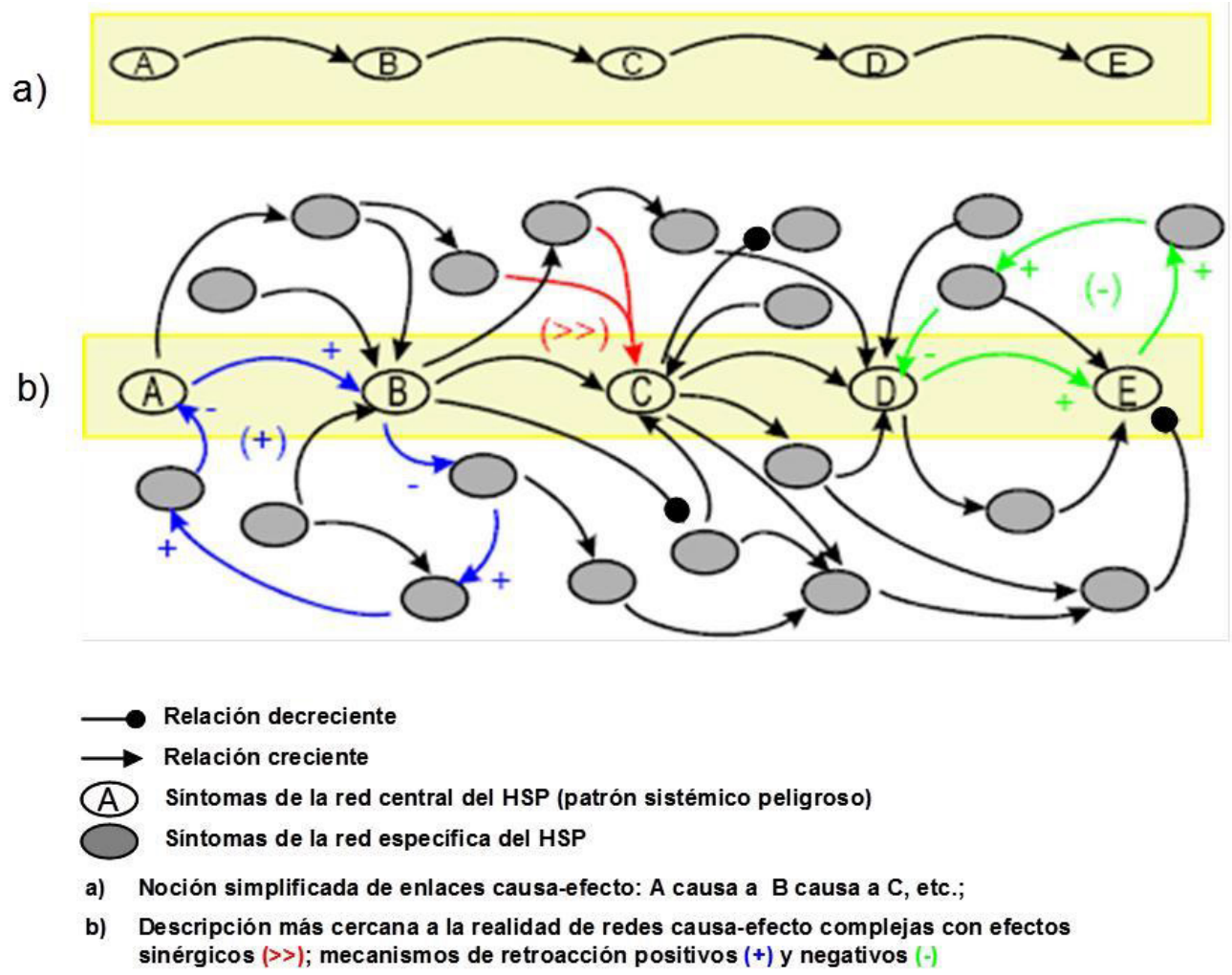
El objetivo al construir estos índices se centra en:

- Abstraer los fenómenos complejos y dinámicos naturales o antropogénicos de transformación ambiental, que incluyan las características temporales de tendencias específicas del desarrollo de las interacciones sociedad-ecosistema.
- Caracterizar desarrollos nocivos de la interacción sociedad – ecosistema que constituyan una base para medir e indicar la calidad ambiental.
- Comprender su importancia para la gestión ambiental y las implicancias de ésta para el mejoramiento de dicha calidad.
- Los índices e indicadores deben ser un medio de acceso a información ambiental urbana y rural, que faciliten la participación y, finalmente, el empoderamiento de las comunidades.

El modelo tomará en consideración que:

- El ambiente urbano y rural sufre transformaciones por la interacción del ser humano con los ecosistemas. Dicha transformación es funcionalmente compleja y muy dinámica, por lo tanto, es necesario sintetizarla en índices.
- Esos índices, debido al tipo de agregación estadística que se lleva a cabo, no abordan una realidad que consiste en intricadas relaciones causa-efecto que se representarían mejor en forma de red y que resulta difícil aislar; sino que usa secuencias lineales o causales (cadenas causales), que es el enfoque más utilizado para analizar esas interrelaciones, más no el que más fielmente discretiza la realidad. Ver Ilustración 7.
- Los índices deberían abarcar la dinámica, y tendencias de los elementos que definen la calidad ambiental.
- Los indicadores e índices vienen a jugar un papel primordial al servir como medio de reducción de la complejidad de las interacciones sociedad-ecosistema, para que sean leídas interpretadas y usadas en la toma de decisión en forma más certera y operativa.

Ilustración 7 Enlaces lineales causa-efecto (a) y redes causa- efecto complejas (b) para el modelamiento de interrelaciones sociedad-ecosistema



Fuente: WBGU, 1997, modificado por Alzate B., 2008

Desde un enfoque ambientalista, una de las funciones del medio ambiente para la actividad humana es ser soporte de vida, al tiempo que define la calidad de ésta. Los ecosistemas naturales cumplen funciones esenciales para mantener la vida, pues no solamente transforman la energía solar, sino que descomponen los residuos orgánicos. La contaminación de los recursos naturales (agua, aire, suelo) o el agotamiento de la biodiversidad, redundan en el deterioro de la calidad de vida e impacta el bienestar social (castro, 2002).

6.4 Concepto de ambiente urbano

Existen diversos enfoques que interpretan el ambiente urbano, entre ellos se destacan (según Castro 2002):

El enfoque ecológico, que enfatiza la ciudad como un sistema complejo caracterizado por procesos continuos de cambio y desarrollo. Para ello considera aspectos tales como ener-

gía, recursos naturales y producción de residuos en términos de flujos o cadena (ciclos o circuitos). Bajo este enfoque fueron desarrollados los conceptos de capacidad de carga y huella ecológica.

La visión sistémica, supone un potente instrumento para el análisis y organización de las relaciones entre los elementos que conforman los sistemas complejos. El entendimiento de los procesos de cambio y desarrollo de las ciudades, considerándolas sistemas complejos mediante la teoría de sistemas, permite analizar separadamente los elementos e interrelaciones existentes en cada subsistema, pasando a continuación, mediante la agregación de sus componentes y el análisis de la sinergia, a la definición del sistema global urbano.

De otro lado, el Programa Hombre y Biosfera (MAB) de la UNESCO, permitió analizar las ciudades como sistemas ecológicos. La experiencia de este programa, con más de 100 estudios en todo el mundo, ha contribuido a la mejora del conocimiento de estos complejos y variables sistemas humanos, estableciendo las bases para un paradigma ecológico de los sistemas urbanos, periurbanos e industriales. Uno de los enfoques adoptados desde la ecología urbana en la búsqueda de propuestas resolutivas tiende a la consideración fisiológica del sistema urbano normalmente como parásito del medio ambiente (Girardet, 1992, en Castro 2002). Desde este enfoque, las ciudades son enormes organismos de metabolismo complejo.

Por lo general, se obvia la visión holística de las ciudades, las cuales poseen una estructura territorial, resultado (y origen) de la dialéctica entre las distintas fuerzas (económicas, naturales, sociales) que participan en su conformación (Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. 2001). Esto sucede, bien sea por la falta de conceptualización, o debido a la carencia de datos e información y a las dificultades que representa la construcción de una línea base ambiental urbana y rural de las ciudades.

En la Tabla 38 se presentan organizados algunos de los diversos ámbitos que estructuran el ambiente urbano. Para cada uno de ellos será relevante construir indicadores, que sirvan de "señales" al comportamiento y dinámica de las variables ambientales y que den significados a las respuestas de acciones que mitigan los efectos adversos y mejoran la calidad y gestión ambiental. Con base en esos indicadores será pertinente entonces construir índices sintéticos, que aborden, en forma holística, el concepto del ambiente urbano.

Tabla 38 Ámbitos del ambiente urbano

ÁMBITOS	TEMÁTICAS
Ámbito físico-ambiental	Agua (Disponibilidad, abastecimiento y consumo; calidad y tratamiento). · Ciclo de materiales (Entradas, salidas, generación de residuos, tratamiento y reciclaje, balance ecológico). · Ruido · Aire (contaminación) · Suelo (presión sobre el suelo) · Biodiversidad · Entorno natural (Calidad, deforestación y desertización) · Ciclo de la energía (producción y distribución, consumo, ahorro energético y energías alternativas).

ÁMBITOS	TEMÁTICAS
Ámbito territorial-urbano	• Suelo urbano (superficie, distribución de usos urbanos, áreas urbanas abandonadas, áreas de expansión urbana, distribución de usos urbanos). • Transporte y movilidad (infraestructuras de transporte, volumen de tráfico y congestión). • Vivienda (tamaño, tipología, equipamiento). • Equipamiento urbano (espacios abiertos, salud, telecomunicaciones, aparcamiento, mercado, ocio, cultural, educativo, deportivo, administrativo) • Sistema Verde (cantidad, accesibilidad, calidad).
Ámbito socio-económico	• Población (población total, densidad) • Educación e información (educación e información ambiental). • Salud pública y seguridad ciudadana • Participación y diversidad social (actividad social, solidaridad, asociaciones). • Renta y consumo (renta, bienestar, consumo y ahorro, vivienda). • Actividad económica y empleo (mercado de vivienda, empleo, distribución sectorial, sector público). • Tecnología y gestión del medio ambiente (administración, empresas).

Fuente: Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. 2001

Para construir los índices es recomendable la existencia de indicadores específicos y representativos, que integrados, presenten una visión sintética del ambiente urbano (para el caso, de su calidad y gestión sobre él). Los intentos de obtener índices agregados, en ausencia de indicadores para alguna(s) de las partes constitutivas de la noción conceptual del ambiente urbano, resultará en una visión parcial e incompleta de él. De igual forma, habrá un vacío conceptual con la sola presencia de indicadores que no sean suficientemente representativos de las variables centrales que caracterizan en forma idónea y adecuada determinado ámbito.

6.5 Organización de indicadores en el marco lógico P-E-I-R

La presentación de un número determinado de indicadores, por temas ambientales urbanos, requiere que éstos se encuentren organizados en un marco lógico que ayude a su inteligibilidad y facilite la comunicación. Esta estructura analítica potencia la función de los indicadores como medio de información, antes que sus propiedades intrínsecas (Rueda, 1999).

La utilidad de este modelo es que se adapta a los pasos de un modelo decisorio cualquiera y que, por otra parte, es común a la forma de pensar de quienes deciden y de la comunidad científica. La simplicidad del mismo sugiere relaciones lineales entre las partes, oscureciendo relaciones más complejas entre los componentes ambientales (Ibid. Pag.12).

A pesar de ello, para el Observatorio Ambiental y Rural es adecuado usarlo, pues las relaciones que se pueden discernir dentro de él, con base en los indicadores existentes, son de tipo lineal, tomando en cuenta además que la mayoría de indicadores publicados corresponden al elemento medioambiental y que son escasas las informaciones de otros elementos ambientales que lleven a la formulación de una jerarquía teórica para su integración.

7. Modelo de construcción de índices sintéticos para el Observatorio

El modelo conceptual de medioambiente, en el contexto del cual podrían construirse los índices sintéticos con los indicadores del observatorio ambiental y rural existentes, constaría de los elementos estructurantes, que son principalmente elementos medioambientales. Para estos últimos se realiza una descripción conceptual que abarca los aspectos centrales, que sería importante significar mediante indicadores. No todos ellos están representados por los indicadores actuales, candidatos a sintéticos, que publica el OAB.

En relación con los elementos sociales y económicos solo se mencionarán las temáticas para las que existen indicadores candidatos a sintéticos, pues el OAB se ha enfocado principalmente en los elementos medioambientales.

7.1 Elementos medioambientales

Abarcan, en general, el consumo de recursos y generación de residuos y contaminación.

- En relación con el recurso hídrico, el crecimiento urbano tiene principalmente dos efectos: el agotamiento del recurso en los cauces fluviales y aguas subterráneas y la contaminación, producto del volumen creciente de residuos nocivos que se vierte en las aguas. El abordaje de estos aspectos requeriría variables que indicaran el abastecimiento, consumo; y el saneamiento y reutilización.
- En lo referente al recurso aire, en la atmósfera urbana están presentes un conjunto de sustancias contaminantes resultado de los procesos derivados del desarrollo urbano. Emisiones en forma de gases y polvo, que afectan en gran medida a la calidad de vida urbana. El aire constituye uno de los elementos básicos de todo ser vivo. Las consecuencias directas a mediano y largo plazo de la contaminación atmosférica son importantes para la salud humana. Por otra parte, la polución del aire no es debida a un sólo agente contaminante, sino que se produce por acción combinada de varios de ellos, siendo las principales fuentes el tráfico y las actividades industriales. Las partículas en suspensión afectan de forma muy importante a las vías respiratorias.
- Los cambios climáticos producidos por la acción humana e industrial: la contaminación atmosférica y la presencia de materiales artificiales de infraestructura urbana, entre otros, alteran el ciclo natural de las lluvias y producen aumentos de la temperatura en las ciudades (la formación de "islas de calor"). La variabilidad y el cambio climático en las ciudades, conllevan además a la pérdida de la biodiversidad. En este contexto es necesario el desarrollo de indicadores de cambio climático y destrucción de la capa de ozono, por ejemplo, emisiones de gas de efecto invernadero (CO_2, CH_4, CFCs, NO_2), concentración de gases de efecto invernadero y destrucción de capa de ozono (CO_2, CH_4, NO_2, CFC-11, CFC-12, Cloro gaseoso total) y de intensidad energética. La gestión debería orientar esfuerzos hacia la reducción de la emisión de gases que provocan el efecto invernadero como respuesta al cambio climático.
- En relación con el saneamiento, la generación de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos traen graves consecuencias como la contaminación de ríos, suelo y subsuelo. Los mayores niveles de desarrollo urbano traen consigo un consumo creciente de recursos energéticos, alimen-

tos y bienes. Por consiguiente, la cultura propiamente urbana del consumismo y del despilfarro ocasionan una proporción cada vez mayor de producción de basuras por habitante, por lo que el balance de residuos arroja saldos cada vez mayores, frente al reducido volumen de materiales reciclados o reutilizados. La industria es una de las principales fuentes de contaminación de las zonas urbanas y su entorno. Los vertidos de sustancias y materiales de desecho, tienen graves consecuencias no solo ambientales, sino también urbanísticas. En este contexto, se enfatiza la importancia de indicadores de recolección selectiva, de reciclaje y reutilización, así como de la racionalización en el consumo, para mitigar los impactos ambientales. También se hacen necesarias las variables que indiquen los niveles de contaminación (el estado del recurso) y la gestión realizada para el mejoramiento de la calidad de ellos.

- El aumento del ruido en las ciudades es coadyuvante de la pérdida de salud psíquica. La intensidad de los ruidos generados en las ciudades se va incrementando por la caja de resonancia que constituyen los pavimentos duros, las superficies planas o acristaladas de los edificios y demás elementos urbanos. Al respecto es perentorio la construcción de indicadores que midan los niveles sonoros para evaluar algunos tipos de ruidos como el producido por el tráfico urbano. También cobra importancia la medición del impacto del ruido en la salud humana, a través de los niveles de la presión sonora establecidos en las normas.

- Las ciudades desplazan las poblaciones animales y vegetales, reduciendo la biomasa y la biodiversidad al urbanizar el medio natural. En realidad, en términos ecológicos lo que se produce es una regresión del ecosistema natural. La acción del hombre favorece la reducción de la complejidad, simplificación de las relaciones ecológicas, reducción del número de especies, entre otros, para aumentar las actividades productivas. La pérdida de la biodiversidad de las ciudades trae consigo especies amenazadas (animales vertebrados, plantas vasculares). Su preservación y recuperación se aborda con la declaración de zonas protegidas (reservas científicas, parques nacionales, monumentos naturales, reservas naturales, paisajes protegidos). Se hacen centrales en esta instancia indicadores de estado de esas especies amenazadas, de superficie de áreas degradadas recuperadas y de superficie de terrenos agrícolas, en las áreas rurales, que se acogen a algún programa de prácticas agrícolas ambientales

- En relación con el medio ambiente construido y el ecourbanismo, los espacios verdes cumplen un importante papel en los niveles de calidad de vida y los flujos urbanos. Para ellos sería importante indicar su cantidad, calidad y accesibilidad.

- El ciclo de la energía se caracteriza por dos hechos: la dependencia de fuentes externas y la reducida eficiencia del consumo. Los consumos energéticos asociados a las ciudades son siempre crecientes y proporcionales al crecimiento urbano. La electricidad es el recurso básico para la calidad de vida urbana y las ciudades manifiestan una dependencia de las fuentes de energía basadas en combustibles fósiles, frente al escaso uso actual de fuentes de energía por ejemplo solar. Las repercusiones ambientales directas del incremento de energías convencionales asociado al de-

sarrollo urbano (por ejemplo transporte y alumbrado) difieren en base al parque automovilístico, especialización industrial o usos del suelo. El uso de combustibles fósiles es el responsable de las emisiones de CO2 y del SO2, entre otros agentes contaminantes. Se haría necesario indicar aspectos como el rendimiento por unidad de energía y la minimización, por parte de la eficiencia ambiental de los usos energéticos, del impacto ambiental por unidad de energía consumida. Sería importante presentar variables que muestren un uso más eficiente de la energía que reduzca la contaminación atmosférica urbana y su aporte al efecto invernadero.

7.2 Elementos sociales

Están indicados algunos aspectos de calidad del hábitat, en cuanto a cobertura de servicios públicos a la población. Para la salud pública, se indican los efectos que la contaminación del ambiente ocasiona en la salud de la población. En relación con el espacio público, se miden las zonas verdes efectivas por habitante.

7.3 Elementos económicos

Dentro de los elementos económicos se indica la gestión ambiental empresarial, para una producción más limpia del sector industrial.

7.4 Estructura conceptual del modelo para la construcción de índices sintéticos

En la Tabla 39, se presentan los indicadores existentes en el OAB y el Observatorio Rural, candidatos a integrar índices sintéticos ambientales, clasificados según marco PEIR. Con ellos se procederá a estructurar en detalle el modelo conceptual para la construcción de los índices sintéticos. Allí puede observarse también el número de indicadores candidatos por cada categoría de presión, estado, impacto, respuesta.

Para la construcción de los índices sintéticos, se explicita el modelo conceptual a ser usado (Ilustración 8).

Idealmente deberían construirse indicadores de presión, estado, impacto, respuesta, dentro de cada temática ambiental. Esto proporcionaría la información para un abordaje más completo del medio ambiente urbano.

El modelo presentado permite analizar separadamente los elementos existentes en cada categoría, pasando a continuación, mediante su agregación y el análisis de las sinergias, a la definición de la calidad urbana y la gestión como acciones de respuesta a la información ambiental (de presión, estado e impacto), proporcionada por los indicadores existentes.

Ilustración 8 Modelo para la construcción de índices sintéticos

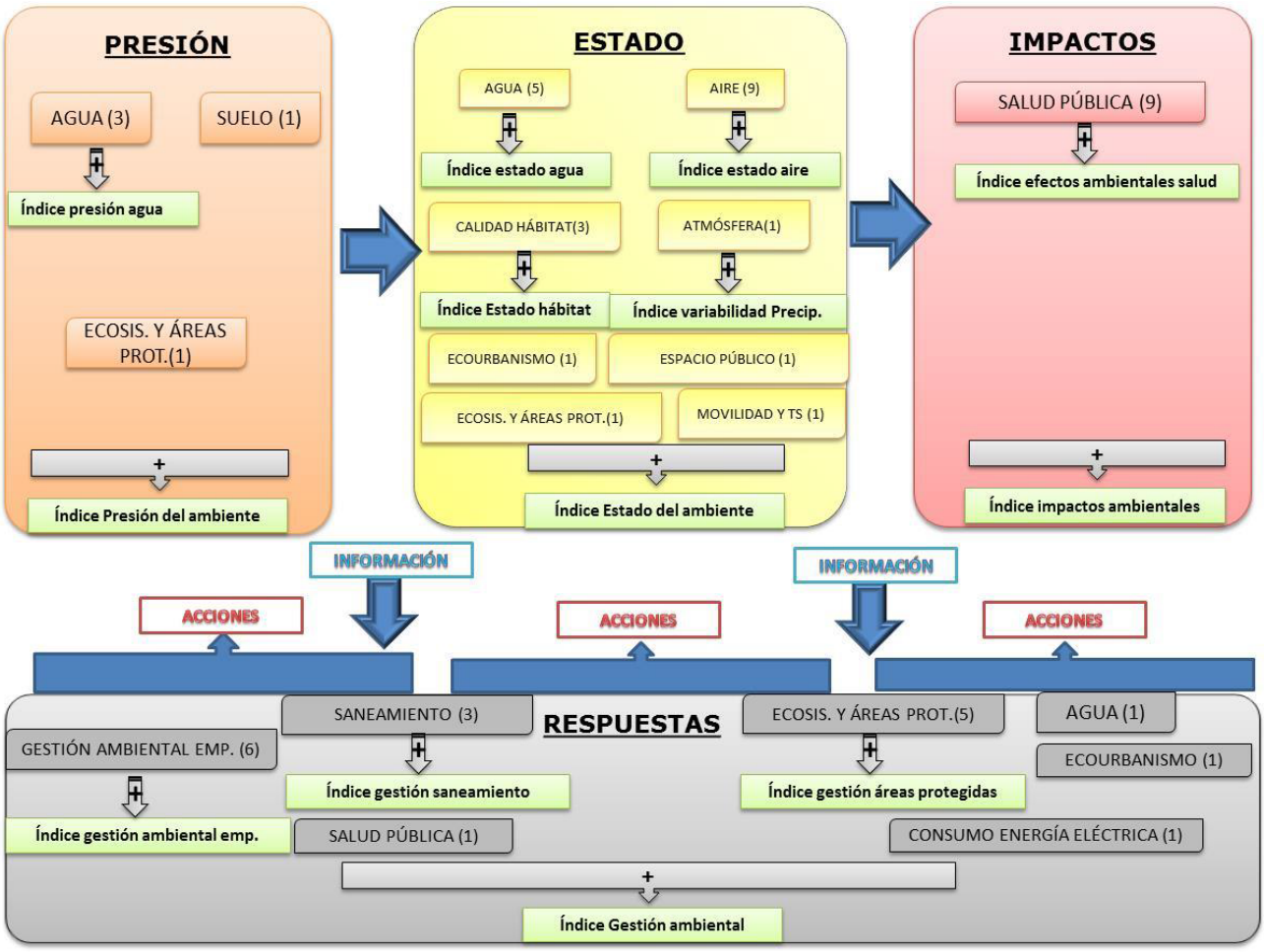


Tabla 39 indicadores del OAB y Observatorio Rural, candidatos a sintéticos, según PEIR

PRESIÓN	
ESTADO	
IMPACTO	
RESPUESTAS	

Dimensión Ambiental	Componente Ambiental	Elemento Ambiental	Indicador	P-E-I-R	Cantidad de indicadores
Medio Ambiente	Recursos Naturales	Agua	PIGA, Consumo per Cápita de Agua en Las Entidades Distritales		1
			Índice de Riesgo Para el Consumo de Agua Potable EAAB		5
			Agua Superficial Indicadores en Corrientes, Canal Torca		
			Agua Superficial Indicadores en Corrientes, Rio Fucha		
			Agua Superficial Indicadores en Corrientes, Rio Salitre		
			Agua Superficial Indicadores en Corrientes, Rio Tunjuelo		
			Carga de Sólidos Suspendidos Totales Transportados al Río Bogotá		3
			Carga Contaminante de Materia Orgánica {DBO5, Demanda Biológica de Oxigeno} del Sector Industrial Controlado		
			Carga de Materia Orgánica {DBO Demanda Biológica de Oxígeno} Aportada al Río Bogotá		
		Aire	Material Particulado Inferior a 10 Micras {μ} Promedio mensual		9
			Contenido de Azufre en el Diesel Mensual		
			Material Particulado Inferior a 10 Micras {μ} Promedio Anual		
			Dióxido de Azufre Promedio Anual		
			Dióxido de Nitrógeno Promedio Anual		
			Monóxido de Carbono por 1hora Promedio Anual		
			Ozono Promedio 8 horas Anual		

Dimensión Ambiental	Componente Ambiental	Elemento Ambiental	Indicador	P-E-I-R	Cantidad de indicadores
Medio Ambiente	Recursos Naturales	Aire	Contenido de Azufre en el Diesel Anual		9
			Numero de Días que se Excede la Norma de Material Particulado, Mensual		
		Suelo	Disposición de Residuos en el Relleno Sanitario Doña Juana Per Cápita		1
	Clima	Atmósfera	Precipitacion Mensual		2
			Precipitación Anual		
	Saneamiento	Manejo de residuos Sólidos	Aceites Usados Movilizados		1
		Control de la Calidad del agua	Kilómetros de Río con Calidad Mejorada para los Ríos Torca, Salitre, Fucha y Tunjuelo		2
			Agua Residual Tratada		
	Biodiversidad	Ecosistemas Y Areas Protegidas	Acciones de Restauración, Recuperación y Rehabilitación Ecológica en Áreas de la Estructura Ecológica Principal del Distrito Capital.		5
			Ordenamiento Predial Ambiental (OPRA)		
			Certificados de Conservación Ambiental Expedidos		
			Áreas en Proceso de Restauración Ecológica (APRE)		
			Intervención de la Secretaría Distrital de Ambiente en el Aula Parque Ecológico Distrital de Montaña Entrenubes		
			Área de Ecosistemas Naturales Rurales (ENRU)		1

Dimensión Ambiental	Componente Ambiental	Elemento Ambiental	Indicador	P-E-I-R	Cantidad de indicadores
Medio Ambiente	Biodiversidad	Ecosistemas Y Areas Protegidas	Áreas con Conflicto de Uso no Permitido por el Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental en el Aula Parque Ecológico Distrital de Montaña Entrenubes		1
	Medio Ambiente Construido	Ecourbanismo	Número de Arboles Jóvenes Mantenidos por Año		1
			Árboles por Hectárea		1
	Eficiencia energética	Consumo energía Eléctrica	PIGA, Consumo de Energía en las Entidades Distritales		1
		Movilidad y Transporte	Edad Vehículos Particulares		1
Social	Equidad	Sostenible Calidad Hábitat	Cobertura del Sistema de Alcantarillado Pluvial		3
			Cobertura del Servicio de Alcantarillado		
			Cobertura del Servicio de Acueducto Residencial		
	Bienestar	Salud pública Ambiental	Tasa de Mortalidad por Enfermedad Diarreica Aguda {EDA} en Niños Menores de 5 Años		9
			Casos Notificados de Intoxicación con Plaguicidas, Solventes, Metales Pesados y Otras		
			Casos de Accidentes en Menores de 5 Años por Intoxicación con Plaguicidas, Solventes, Metales Pesados y Otras		
			Prevalencia de Sibilancias {silbidos en el pecho} en Menores de 5 años Debido al Material Particulado		
			Casos Atendidos en Salas de Enfermedades Respiratorias Agudas {ERA}		
			Tasa Mortalidad Infantil		

Dimensión Ambiental	Componente Ambiental	Elemento Ambiental	Indicador	P-E-I-R	Cantidad de indicadores
Social	Bienestar	Salud pública Ambiental	Casos Notificados de Hepatitis A		9
			Casos de Intoxicaciones Intramural por Monóxido de Carbono		
		Espacio Público	Cobertura de Vacunación Canina Antirrábica		1
			Zonas Verdes Efectivas Per Cápita		1
Económica	Producción Limpia	Gestión Ambiental Empresarial	Reducción Acumulada Anual de Vertimientos, Programa de Excelencia Ambiental Distrital, PREAD		6
			Reducción Acumulada de Generación de Residuos Peligrosos, Programa de Excelencia Ambiental Distrital, PREAD		
			Empresas en Proceso de Autogestión Ambiental.		
			Ahorro Acumulado en el Consumo de Agua Programa de Excelencia Ambiental Distrital, PREAD		
			Ahorro Acumulado en el Consumo de Energía Programa de Excelencia Ambiental Distrital, PREAD		
			Radicación de Trámites Ambientales		

8. Metodología para el desarrollo de indicadores sintéticos

La construcción de índices sintéticos requiere, en primera instancia, la identificación y selección de variables, que satisfagan las condiciones para ser consideradas indicadores; algunas de estas condiciones son: la existencia de una meta u objetivo, una suficiente periodicidad de la información y sensibilidad para detectar cambios a través del tiempo.

Los indicadores simples que son candidatos a ser insumos para la construcción de índices sintéticos deben satisfacer también ciertas propiedades, además de estar enmarcados conceptualmente en la dimensión que se pretende sintetizar. En las secciones siguientes se detalla el proceso llevado a cabo para la construcción de los índices sintéticos del Observatorio.

La construcción de índices sintéticos incluyó los siguientes pasos metodológicos:

- Identificación y selección de las variables e indicadores relevantes, esta selección pasa por una selección a priori de los indicadores basado en criterios conceptuales

y de pertinencia del indicador pero también tiene una etapa de análisis basada en la correlación observada entre los indicadores y el objeto de medida y la varianza explicada por los mismos.

- Normalización: este proceso involucra eliminar el problema derivado de disponer de unidades diferentes en los indicadores que son insumos para la construcción del índice sintético. Las métricas y distancias no funcionan de manera adecuada si las variables que alimentan la construcción del índice sintético conservan sus unidades de medida. En este caso un simple cambio de unidades puede afectar las relaciones observadas entre las unidades de interés.
- Ponderación: es crucial tener la importancia relativa que tiene cada uno de los índices sintéticos en la construcción del índice compuesto. Pueden utilizarse como ponderaciones para los indicadores criterios de experto, o criterios estadísticos resultantes de la aplicación de una técnica estadística o un modelo como por ejemplo las componentes principales.
- Agregación y cálculo.
- Interpretación y evaluación.

8.1 Depuración de indicadores candidatos a sintéticos

Este proceso se llevó a cabo en tres etapas diferentes, las cuales se describen a continuación.

8.1.1 Primera etapa de depuración de indicadores candidatos a sintéticos

Posterior a la revisión de los 145 indicadores que constituyen el Observatorio Ambiental de Bogotá de la Secretaría Distrital de Ambiente – SDA, para los cuales se revisaron 12 criterios que cuantificaron la calidad del indicador en términos de la validez conceptual, la relevancia, diferentes criterios de viabilidad técnica y otros criterios formales relacionados con los metadatos del indicador; se seleccionaron 55 indicadores candidatos a la agregación para sintéticos. Los indicadores que obtuvieron, en su mayoría, una alta calificación, en términos de los anteriores criterios y que además disponen de una serie constituida de al menos cinco registros, se tendrán en cuenta como insumos para la construcción de los indicadores sintéticos.

Los principales inconvenientes encontrados al hacer la depuración de los indicadores candidatos a sintéticos fueron:

- Inexistencia de un valor de referencia. Este es uno de los principales problemas que presentaron los indicadores del observatorio, la inexistencia de un valor de referencia, el cual puede definirse en términos de una meta o un estándar normativo o internacional, lo cual dificulta en varios casos la consideración de los valores como indicadores.
- Ausencia de estimación del tamaño de muestra de las unidades experimentales con las cuales se estiman algunos valores o indicadores, por ejemplo en los indicadores del cumplimiento de la normatividad de ruido, el número de operativos realizados no dispone de una metodología estadística para la determinación del tamaño de muestra y varía, cada año, según la gestión de la entidad responsable y los sitios seleccionados para la observación.
- Cambios en la definición del valor o indicador, por ejemplo en temas de contaminación visual se evidenció que en diferentes períodos, distintos elementos fueron considerados generadores de contaminación

visual, haciendo que el objeto de medición fluctúe año tras año, lo cual es obstáculo para generar un indicador confiable.

- Valores o indicadores descritos en el observatorio pero no publicados, por ejemplo el índice del aire, el cual está descrito pero no publicado para una serie de años.
- Diseño muestral ausente para la estimación de algunos valores o indicadores. Por ejemplo para los indicadores de carga contaminante de los ríos y/o afluentes no se evidencia una estrategia muestral para el cálculo del indicador.
- En algunos indicadores y valores no existe relación con la temática ambiental, o esta relación es muy débil y poco sustentada. Por ejemplo en algunos indicadores clasificados como indicadores de salud varios de los casos presentes están asociados con accidentes, predisposición genética y no es contundente que lo ambiental explique en su mayoría el valor o el indicador.
- Algunos valores no se encuentran relativizados por una medida de tamaño. Por ejemplo las áreas de recuperación con respecto a un área objetivo.
- Algunos indicadores se encuentran en etapa de reformulación o su publicación no será sostenible en el futuro. Por ejemplo varios de los indicadores relacionados con la disposición de residuos sólidos no seguirán siendo sostenibles debido a la existencia de nuevos programas de reciclaje o de nuevas estrategias de re-uso de escombros.
- Algunos indicadores son normativos y no varían por lo tanto en el tiempo. Por ejemplo algunos indicadores de áreas protegidas cuantifican un valor normativo el cual eventualmente cambiaría si hay cambio en la normatividad, pero no permite visualizar el estado real de los fenómenos de transformación a los cuales son susceptibles esas áreas.

8.1.2 Segunda etapa de depuración de indicadores candidatos a sintéticos

En una segunda etapa se consideran aquellos indicadores que permiten elaborar una modelización de un sistema de indicadores agregados y que por sus características pueden considerarse para dicha agregación. Los siguientes cinco criterios definidos por Bergh and Verbrüggen (1999), fueron usados para la evaluación:

- Ser su procedimiento de cálculo objetivo y científico (incluye los criterios muestrales necesarios para su cálculo) - (a)
- Estar relacionados con unos objetivos claros y científicos – que cumpla un objetivo o meta (b).
- Tener una interpretación clara y entendible para los no científicos (c).
- Han de cubrir el funcionamiento, la dinámica y la estructura como un todo - (d).
- Han de estar basados en unos parámetros cuyos valores sean estables en un número suficiente de tiempo (e).

En la Tabla 40 se presentan los indicadores candidatos con una calificación de uno (1)- cumple el criterio y cero (no cumple). La columna de “calificación indicador simple” corresponde a la obtenida por el indicador simple en la anterior fase de “revisión, depuración y complementación” de los indicadores del observatorio ambiental y rural.

Tabla 40 Criterios de evaluación de indicadores simples para la construcción de indicadores sintéticos

Componente Ambiental	Elemento Ambiental	Indicador	a	b	c	d	e	Calificación indicador simple
Recursos Naturales	Agua	Índice de Riesgo para el consumo de agua potable EAAB	1	1	1	1	1	88.0
		Carga de sólidos suspendidos totales transportados al río Bogotá	0	0	1	1	1	83.3
		Carga contaminante de materia orgánica-DBO5, demanda biológica de oxigeno del sector industrial controlado	0	0	0	1	1	79.5
		Agua superficial indicadores en corrientes, canal Torca	1	1	1	1	1	74.3
		Agua superficial indicadores en corrientes, río Fucha	1	1	1	1	1	74.3
		Agua superficial indicadores en corrientes, rio Salitre	1	1	1	1	1	74.3
		Agua superficial indicadores en corrientes, río Tunjuelo	1	1	1	1	1	74.3
		Carga de materia orgánica {DBO Demanda Biológica de Oxígeno} aportada al río Bogotá	0	0	0	1	1	74.3
		PIGA, consumo per cápita de agua en las entidades distritales	1	0	1	1	1	63.0
	Aire	Material particulado inferior a 10 micras {M} promedio mensual	1	0	1	1	1	89.0
		Contenido de azufre en el diésel mensual	1	1	1	1	1	85.8
		Material particulado inferior a 10 micras {M} promedio anual	1	0	1	1	1	83.0

Componente Ambiental	Elemento Ambiental	Indicador	a	b	c	d	e	Calificación indicador simple
Recursos Naturales	Aire	Dióxido de azufre promedio anual	1	1	1	1	1	81.0
		Dióxido de nitrógeno promedio anual	1	1	1	1	1	80.3
		Monóxido de carbono por 1 hora promedio anual	1	0	1	1	1	79.5
		Ozono promedio 8 horas anual	1	0	1	1	1	79.5
		Contenido de azufre en el diésel anual	1	0	1	1	1	68.5
		Número de días que se excede la norma de material particulado, mensual	1	1	1	1	1	61.0
	Suelo	Disposición de residuos en el relleno sanitario Doña Juana per cápita	1	0	1	1	1	77.3
Clima	Atmósfera	Precipitación mensual	1	0	1	1	1	84.3
		Precipitación anual	1	0	1	1	1	77.5
Eficiencia Energética	Consumo Energía Eléctrica	PIGA, consumo de energía en las entidades distritales	1	0	1	1	1	61.8
	Movilidad y Transporte Sostenible	Edad vehículos particulares	1	0	1	1	1	40.0
Saneamiento	Control de la Calidad Del Agua	Kilómetros de río con calidad mejorada para los ríos Torca, Salitre, Fucha y Tunjuelo	0	0	1	1	1	66.8
		Agua residual tratada	1	0	1	1	1	61.0
	Manejo de Residuos Sólidos	Aceites usados movilizados	1	0	1	1	1	58.3
Biodiversidad	Ecosistemas y Areas Protegidas	Acciones de restauración, recuperación y rehabilitación ecológica en áreas de la Estructura Ecológica Principal del Distrito Capital.	1	1	1	1	1	79.0

Componente Ambiental	Elemento Ambiental	Indicador	a	b	c	d	e	Calificación indicador simple
Biodiversidad	Ecosistemas y Areas Protegidas	Ordenamiento predial ambiental (OPRA)	1	1	1	1	1	78.3
		Área de ecosistemas naturales rurales (ENRU)	1	0	1	1	1	67.3
		Certificados de conservación ambiental expedidos	1	0	1	1	1	66.0
		Áreas en proceso de restauración ecológica (APRE)	1	0	1	1	1	63.8
		Áreas con conflicto de uso no permitido por el Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental en el Aula Parque Ecológico Distrital de Montaña Entrenubes	1	0	1	1	1	63.3
		Intervención de la Secretaría Distrital de Ambiente en el Aula Parque Ecológico Distrital de Montaña Entrenubes	1	0	1	1	1	58.3
Medio Ambiente Construido	Ecourbanismo	Número de árboles jóvenes mantenidos por año	1	0	1	1	1	65.0
		Árboles por hectárea	1	0	1	1	1	47.5
Equidad	Calidad Hábitat	Cobertura del sistema de alcantarillado pluvial	1	1	1	1	1	88.8
		Cobertura del servicio de alcantarillado	1	1	1	1	1	84.8
		Cobertura del servicio de acueducto residencial	1	1	1	1	1	80.3
Bienestar	Salud Pública Ambiental	Tasa de mortalidad por enfermedad diarreica aguda {EDA} en niños menores de 5 años	1	1	1	1	1	79.8
		Tasa de Mortalidad por neumonía en menores de 5 años	1	1	1	1	1	79.8
		Cobertura de vacunación canina antirrábica	1	1	1	1	1	77.5
		Casos notificados de intoxicación con plaguicidas, solventes, metales pesados y otras	1	0	1	1	1	72.5

Componente Ambiental	Elemento Ambiental	Indicador	a	b	c	d	e	Calificación indicador simple
Bienestar	Salud Pública Ambiental	Casos de accidentes en menores de 5 años por intoxicación con plaguicidas, solventes, metales pesados y otras	1	0	1	1	0	71.8
		Prevalencia de sibilancias (silbidos en el pecho) en menores de 5 años Debido al material particulado	1	0	1	1	1	71.5
	Espacio público	Zonas verdes efectivas per cápita	1	1	1	1	1	71.3
	Salud Pública Ambiental	Casos atendidos en salas de enfermedades respiratorias agudas (ERA)	1	0	1	1	1	71.0
		Tasa mortalidad infantil	1	1	1	1	1	67.8
		Casos notificados de Hepatitis A	1	0	1	1	1	67.0
		Casos de intoxicaciones intramural por monóxido de carbono	1	0	1	1	1	65.8
Producción Limpia	Gestión Ambiental Empresarial	Reducción acumulada anual de vertimientos, Programa de Excelencia Ambiental Distrital, PREAD	1	0	1	1	1	70.5
		Reducción acumulada de generación de residuos peligrosos, Programa de Excelencia Ambiental Distrital, PREAD	1	0	1	1	1	70.5
		Empresas en proceso de autogestión ambiental.	1	0	1	1	1	55.0
		Ahorro acumulado en el consumo de agua Programa de Excelencia Ambiental Distrital, PREAD	1	0	1	1	1	54.8

Componente Ambiental	Elemento Ambiental	Indicador	a	b	c	d	e	Calificación indicador simple
Producción Limpia	Gestión Ambiental Empresarial	Ahorro acumulado en el consumo de energía Programa de Excelencia Ambiental Distrital, PREAD	1	0	1	1	1	54.8
		Radicación de trámites ambientales	1	0	1	1	1	43.8

Para los indicadores simples que cumplen parcialmente los criterios establecidos se considera que no deberían ser candidatos a sintéticos aquellos que no satisfacen los criterios a, d y e. Aquellos que no cumplen con el criterio b, podrían ser usados, solo si, se establece para los indicadores que estén enmarcados en una misma dimensión ambiental una línea base común. Los indicadores que no cumplen el criterio C, deberán mejorar su hoja metodológica en cuanto a comunicabilidad y contextualización.

Los indicadores del grupo de candidatos que se considera no cumplen con los criterios establecidos se presentan en la Tabla 41.

Con base en las consideraciones presentadas anteriormente, los indicadores que propone el IDEA, como candidatos adecuados para construir índices sintéticos se presentan en la Tabla 41.

Los indicadores simples deberían cumplir adicional a cada uno de los criterios descritos anteriormente, la propiedad de completitud, la cual consiste en que en ellos estén representadas las propiedades más importantes relacionadas con el objeto buscado por el índice global (Pena, 1977).

Una vez seleccionados los indicadores simples que servirán de insumo para la construcción de los índices sintéticos será necesario realizar un proceso de estandarización que permite agregar los indicadores.

Tabla 41 Indicadores simples que no cumplen uno o más de los criterios fundamentales para la construcción de un índice sintético

Componente Ambiental	Elemento Ambiental	Indicador	a	b	c	d	e	Calificación indicador simple
Recursos Naturales	Agua	Carga de sólidos suspendidos totales transportados al río Bogotá	0	0	1	1	1	83.3
		Carga contaminante de materia orgánica {DBO5, Demanda Biológica de Oxigeno} del sector industrial controlado	0	0	0	1	1	79.5

Componente Ambiental	Elemento Ambiental	Indicador	a	b	c	d	e	Calificación indicador simple
Recursos Naturales	Agua	Carga de materia orgánica {DBO Demanda Biológica de Oxígeno} aportada al río Bogotá	0	0	0	1	1	74.3
Saneamiento	Control De La Calidad Del Agua	Kilómetros de río con calidad mejorada para los ríos Torca, Salitre, Fucha y Tunjuel	0	0	1	1	1	66.8
Bienestar	Salud Pública Ambiental	Casos de accidentes en menores de 5 años por intoxicación con plagui-cidas, solventes, metales pesados y otras	1	0	1	1	0	71.8

Tabla 42 Indicadores simples propuestos para la construcción de los índices sintéticos

Componente Ambiental	Elemento Ambiental	Indicador
Recursos Naturales	Agua	Índice de riesgo para el consumo de agua potable EAAB
		Agua superficial indicadores en corrientes, canal Torca
		Agua superficial indicadores en corrientes, río Fucha
		Agua superficial indicadores en corrientes, río Salitre
		Agua superficial indicadores en corrientes, río Tunjuelo
		PIGA, consumo per cápita de agua en las entidades distritales
	Aire	Material particulado inferior a 10 micras {M} promedio mensual
		Contenido de azufre en el diésel mensual
		Material particulado inferior a 10 micras {M} promedio anual
		Dióxido de azufre promedio anual
		Dióxido de nitrógeno promedio anual
		Monóxido de carbono por 1 hora promedio anual
		Ozono promedio 8 horas anual
		Contenido de azufre en el diésel anual
		Número de días que se excede la norma de material particulado, mensual
	Suelo	Disposición de residuos en el relleno sanitario Doña Juana per cápita

Componente Ambiental	Elemento Ambiental	Indicador
Clima	Atmósfera	Precipitación mensual
		Precipitación anual
Eficiencia Energética	Consumo Energía Eléctrica	PIGA, consumo de energía en las entidades distritales
Biodiversidad	Ecosistemas y Areas Protegidas	Acciones de restauración, recuperación y rehabilitación ecológica en áreas de la Estructura Ecológica Principal del Distrito Capital.
		Ordenamiento predial ambiental (OPRA)
		Área de ecosistemas naturales rurales (ENRU)
		Certificados de conservación ambiental expedidos
		Áreas en proceso de restauración ecológica (APRE)
		Áreas con conflicto de uso no permitido por el Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental en el Aula Parque Ecológico Distrital de Montaña Entrenubes
		Intervención de la Secretaría Distrital de Ambiente en el Aula Parque Ecológico Distrital de Montaña Entrenubes
Medio Ambiente Construido	Ecourbanismo	Número de árboles jóvenes mantenidos por año
		Árboles por hectárea
Saneamiento	Manejo de residuos sólidos	Aceites usados movilizados
Eficiencia Energética	Movilidad y transporte sostenible	Edad vehículos particulares
Equidad	Calidad hábitat	Cobertura del sistema de alcantarillado pluvial
		Cobertura del servicio de alcantarillado
		Cobertura del servicio de acueducto residencial
Bienestar	Salud pública ambiental	Tasa de mortalidad por enfermedad diarreica aguda {EDA} en niños menores de 5 años
		Tasa de mortalidad por neumonía en menores de 5 años
		Cobertura de vacunación canina antirrábica
		Casos notificados de intoxicación con plaguicidas, solventes, metales pesados y otras
		Prevalencia de sibilancias {silbidos en el pecho} en menores de 5 años debido al material particulado

Componente Ambiental	Elemento Ambiental	Indicador
Bienestar	Espacio Público	Zonas verdes efectivas per cápita
	Salud Pública Ambiental	Casos atendidos en salas de enfermedades respiratorias agudas (ERA)
		Tasa mortalidad infantil
		Casos notificados de Hepatitis A
		Casos de intoxicaciones intramural por monóxido de carbono
Producción limpia	Gestión ambiental empresarial	reducción acumulada anual de vertimientos, Programa de Excelencia Ambiental Distrital, PREAD
		Reducción acumulada de generación de residuos peligrosos, Programa de Excelencia Ambiental Distrital, PREAD
		Empresas en proceso de autogestión ambiental
		Ahorro acumulado en el consumo de agua Programa de Excelencia Ambiental Distrital, PREAD
		Ahorro acumulado en el consumo de energía Programa de Excelencia Ambiental Distrital, PREAD
		Radicación de trámites ambientales

A continuación se detallan los diferentes procedimientos de estandarización para cada uno de los indicadores.

8.2 Propuestas de estandarización de indicadores simples

Cada uno de los indicadores candidatos a sintéticos tiene diferentes escalas de medida y adicionalmente tienen un comportamiento diferente en términos de sus valores centrales y su dispersión. Construir índices sintéticos utilizando los valores sin ningún tratamiento estadístico, no solamente no es deseable sino que los indicadores resultantes de una agregación directa no tienen ningún significado. Para la construcción de esta clase de indicadores se hace necesario estandarizar cada uno de los indicadores simples que participarán en la construcción de los índices compuestos.

La estandarización permite eliminar las unidades de medición de cada una de las variables, sin afectar la distribución que tiene una serie de datos.

Se proponen dos clases de estandarización para los indicadores candidatos, pues se considera son las que más se ajustan a la estructura de información disponible: la estandarización clásica y la relativización con respecto a un valor normativo:

8.2.1 Estandarización clásica

Permite eliminar unidades a las variables o índices simples que se utilizarán para la construcción de los índices compuestos, adicio-

nalmente centra las variables a cero y las deja en escalas comparables (varianza igual a uno), se utiliza antes de realizar un análisis multivariado:

$$I_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s_x}$$

X: Valor de la variable i.

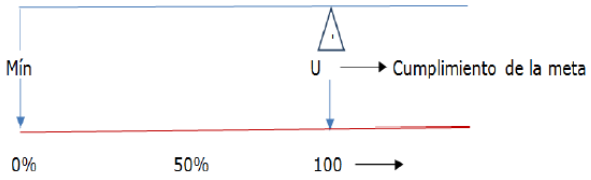
$\underline{X}$: Promedio del indicador simple

S_x: Desviación estándar del indicador simple

8.2.2 Re escalamiento con respecto a un valor normativo y una cota inferior

Transformación con respecto a un umbral: un indicador puede estar acotado por un límite inferior (Mín) y un límite superior (U) que cuantifica el cumplimiento de una meta u objetivo, de tal manera que si el indicador toma valores por debajo de este umbral se viola la normatividad y por lo tanto el indicador debe generar una alerta. Los valores que estén por encima de la normatividad toman un valor igual a cien (100) que indica que hay un cumplimiento de la meta, por otro lado los valores que están por debajo de la normatividad serán penalizados de tal forma que el valor del índice vaya disminuyendo de forma gradual hasta obtener un valor igual a cero, en el caso de que el indicador tome el valor mínimo. Esta estandarización puede utilizarse por ejemplo para el material particulado inferior a 10 micras {µ} promedio mensual.

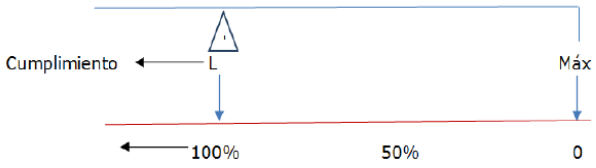
Ilustración 9 Re escalamiento con respecto a un valor normativo (U) y una cota inferior (Mín)



8.2.3 Re escalamiento con respecto a un valor normativo y una cota superior

Por otro lado, el indicador puede estar acotado por un límite superior (Máx) y un límite inferior (L) normativo que cuantifica el cumplimiento de una meta u objetivo de tal manera que si el indicador toma valores por debajo de este umbral se viola la normatividad y por lo tanto el indicador generará una alerta. Los valores que estén por debajo de la normatividad tomarán un valor igual a cien (100) que indicará que hay un cumplimiento de la meta; de otro lado los valores que están por encima de la normatividad serán penalizados de tal forma que el valor vaya disminuyendo de forma gradual hasta obtener un valor igual a cero, en el caso que tome el valor mínimo que puede adoptar el valor.

Ilustración 10 Re escalamiento con respecto a un valor normativo (L) y una cota superior (Máx)



8.2.4 Re escalamiento con respecto a un valor mínimo y máximo (no normativos)

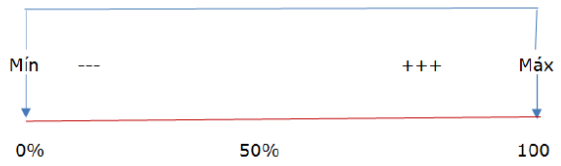
Este re escalamiento permite transformar cualquier indicador entre cero y uno, de tal forma que en 100 estén los valores deseables y en cero los valores negativos o no deseables.

- Caso 1: cuando el indicador candidato a sintético tenga sus valores deseables o adecuados en los valores positivos de la variable se puede calcular la estandarización como se presenta a continuación:

$$I = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$

El siguiente esquema ilustra cómo funciona la transformación, los valores deseables de la variable se encuentran hacia la derecha del indicador simple, la transformación asigna al indicador el valor de 100 para el máximo y de 0 para el mínimo.

Ilustración 11 Re escalamiento con respecto al rango (valores deseables de la variable hacia los valores positivos)

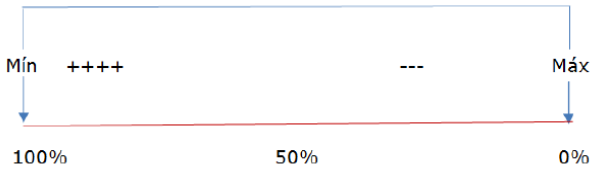


- Caso 2: cuando el indicador candidato a sintético tenga sus valores deseables o adecuados en los valores negativos de la variable se puede calcular la estandarización como se presenta a continuación:

$$I = \frac{\max(x) - x}{\max(x) - \min(x)}$$

El siguiente esquema ilustra cómo funciona la transformación, los valores deseables de la variable se encuentran hacia la izquierda del indicador simple, la transformación asigna al indicador el valor de 100 para el mínimo y de 0 para el máximo. De tal manera que se garantiza el poder ver la evolución en el cumplimento de una meta.

Ilustración 12 Re escalamiento con respecto al rango (valores deseables de la variable hacia los valores negativos)



8.2.5 Ordenamiento de indicadores entre unidades de análisis

El método más simple de normalizar variables y hacerlas compatibles entre sí consiste en establecer un ordenamiento entre sus valores. De esta manera los indicadores simples que son insumo para la construcción del indicador sintético no son afectados por la existencia de valores atípicos. Este método tiene varios inconvenientes entre los que se destaca la pérdida de información y la imposibilidad de cuantificar las magnitudes de los fenómenos que miden los indicadores simples ya que el indicador se ve reducido a una escala ordinal.

8.3 Ponderación de los índices estandarizados

En esta etapa, se componen los múltiples indicadores y variables seleccionados en el índice compuesto, ello supone la necesidad de agregar información de manera uniforme o considerando diferentes pesos de cada uno de los

indicadores simples que muestre la su importancia dentro del índice compuesto. Es importante destacar que independientemente de la metodología adoptada, ponderar un conjunto de variables para agregarlas es en esencia un juicio de valores que debería permitir cumplir el objetivo del índice. Por esta razón, suele recurrirse a la opinión de expertos y la búsqueda de consensos con grupos de interés. En ocasiones se le asigna mayor ponderación a aquellas variables cuya calidad sea más confiable, en términos por ejemplo de pocos valores perdidos, series suficientemente largas entre otros criterios. En la construcción de indicadores compuestos globales, en ocasiones, se considera que cada uno de los indicadores que componen el indicador tiene la misma importancia, por ello el peso será el mismo para todos.

Finalmente, es importante destacar que al momento de determinar los ponderadores de las variables se debe tener claro conocimiento acerca de las posibles correlaciones entre estas, con el fin de no trabajar con un información redundante, en un caso extremo dos variables que tengan una correlación cercana a uno estarían proporcionando la misma información. Se sugiere por lo tanto realizar un análisis de correlaciones y preservar aquellas variables que tengan la menor correlación posible entre ellas o atenuar el peso de aquellas variables que están correlacionadas. Las metodologías que se utilizarán para establecer los pesos se basan en Shuschny (2009), y se resumen a continuación:

- **Establecimiento de pesos equiproporcionales:** índices reconocidos como el índice de desarrollo humano utiliza esta ponderación, este criterio funciona bien cuando las dimensiones del tema de análisis son igualmente prioritarias y están equilibradas, por ejemplo las dimensiones están representadas por una cantidad similar de subindicadores.
- **Métodos participativos de ponderación:** paralelamente a las técnicas de ponderación basadas en criterios estadísticos y/o matemáticos, existe la posibilidad de establecer el peso relativo de cada variable en el indicador sintético a partir de metodologías de índole participativa en las que se consulta la opinión de expertos que contribuyen con su conocimiento, priorizando algunas variables por sobre otras. Estas metodologías eluden la acusación de manipulación que suelen imputárseles a las técnicas sofisticadas, a la vez que le otorgan legitimidad. A cada experto se le asigna un determinado "presupuesto" a ser distribuido entre las variables que compondrán el indicador compuesto. La asignación que cada uno realice dará cuenta de la importancia relativa que cada uno le asigna a cada variable. Una vez realizado esto se puede compilar la información procesada por los expertos y calcular, luego, los factores de ponderación de cada variable respectivamente. Hecho esto, es posible comunicar a los expertos los resultados obtenidos para iterar el proceso hasta converger a una solución de compromiso más o menos acordada por todos ellos. La principal desventaja que puede surgir es que los expertos prioricen las variables más sobre la base de las urgencias políticas que a partir de la importancia relativa de cada una, adicionalmente diferentes expertos pueden llegar a ponderaciones muy diferentes.
- **Ponderación a través del cálculo a la distancia a objetivos planteados:** otra forma de seleccionar los factores de peso consiste en computar las necesidades de intervenciones de política y la urgencia por resolver los problemas a través del cálculo de la distancia a objetivos a ser alcanzados. Para cada variable a considerarse, cuanto más lejos

del objetivo se esté, mayor será la prioridad para alcanzarlo.

- **Ponderación mediante métodos de regresión:** si se dispone de información histórica de un índice sintético y se tiene acceso a los índices simples que lo componen se puede utilizar como ponderadores los coeficientes de regresión resultantes de elaborar un modelo de regresión lineal múltiple o algunas de sus variables.

- **Ponderación mediante componentes principales:** la técnica de componentes principales proporciona como resultado unos ponderados que le dan mayor importancia a ciertas variables, que tendrán un mayor peso en la construcción del índice sintético el cual puede corresponder al primer y segundo componente principal.

8.4 Métodos de agregación

Existen diferentes formas de agregar cada uno de los indicadores previamente definidos. Shuschny (2009) y Myatt (2007) describen en detalle varios de los métodos utilizados, de los cuales se mencionarán los que más se podrían ajustar a la construcción de los índices sintéticos del observatorio ambiental

- **Promedio aritmético ponderado:** esta es la forma más común de agregar. Una vez normalizadas las variables y calculado sus pesos, se procede a calcular un promedio ponderado.

$$I^t{}_i = \sum_{j=1}^{p} w_j x_{ij}{}^t = w_1 x_{i1}{}^t + w_2 x_{i2}{}^t + \cdots w_p x_{ip}{}^t$$

Con $\sum_{j=1}^{p} w_j = 1$, y en donde todos los pesos están entre cero y uno

Promedio geométrico ponderado: esta ponderación es apropiada para tasas de crecimientos, por ejemplo si se dispone de información histórica de un fenómeno en el tiempo y año a año se ha calculado el cambio porcentual de un año a otro esta forma de ponderación es la recomendada, pues permite calcular el promedio adecuadamente. La historia más reciente puede tener una mayor relevancia por lo que no siempre la ponderación de todos los índices simples tienen un mismo peso o importancia.

$$I^t{}_i = (x_{i1}{}^t)^{w_1}(x_{i2}{}^t)^{w_2} \ldots (x_{ip}{}^t)^{w_p} = \prod_{j=1}^{p}(x_{ij}{}^t)^{w_j} \text{ Con } \sum_{j=1}^{p} w_j = 1,$$

Con $\sum_{j=1}^{p} w_j = 1$, y en donde todos los pesos están entre cero y uno

Los mismos autores mencionan, otras técnicas de agregación como suma de rankings, y los conteos de variables que superan o exceden una referencia dada. En estas técnicas se pierde información, en la primera solamente se logra resumir la posición relativa promedio que tiene el indicador con respecto a un conjunto de indicadores y en los conteos sólo se obtiene información acerca de cuantos umbrales normativos son incumplidos pero sin precisar en las magnitudes del incumplimiento y sin tener una medida resumen que cuantifique como están las unidades de interés con respecto una dimensión ambiental.

Los procesos detallados anteriormente: estandarización, ponderación y agregación requieren del uso de información estadística fiable y del tratamiento de los valores atípicos. Previo a la realización de cada uno de los procesos se requiere un análisis de datos que se detallan de manera exhaustiva en Shuschny (2009) y Medina y Galván (2007).

Los procesos de ponderación y agregación pueden realizarse a través de métodos multivariados cuando se dispone de información para diferentes individuos o en series temporales suficientemente largas para dar robustez a dichos análisis multivariados.

A continuación se presentan dos de las técnicas multivariadas más utilizadas para el cálculo de índices sintéticos: el análisis de componentes principales y el cálculo de indicadores a través del uso de distancias.

8.5 Técnicas de reducción de datos multivariadas

La literatura estadística describe ampliamente el uso de técnicas multivariadas para la construcción de índices sintéticos, se mostrará brevemente la utilización de tres familias de técnicas estadísticas ampliamente usadas (Peña 2002, Schusny y Soto 2009, Castro 2002):

- Análisis de componentes principales
- Análisis de distancia
- Agregación de conjuntos difusos.

Las técnicas anteriores se basan en esencia en estimar un valor sintético a partir de una combinación lineal de unos indicadores simples previamente seleccionados; el índice sintético resultante logra capturar la mayor parte de la información disponible en los indicadores simples y está altamente correlacionado con éstos:

$$I_i = w_1 x_{1i} + w_2 x_{2i} + \cdots w_p x_{pi}$$

En la anterior formulación del indicador, se calcula el valor del índice sintético para un individuo genérico i, realizando una combinación lineal de los valores de la variable para el individuo en términos de unos pesos obtenidos a través de la técnica estadística.

El análisis de componentes principales recibe como insumos una tabla de datos (Tabla 43) en la cual la información recolectada para diferentes individuos consta de diferentes variables.

Tabla 43 Tabla de datos insumo del análisis de componentes principales

Individuos/Variables	X_1	X_2	...	X_n
1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1p}
2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2p}
◦		◦		◦
◦		◦		◦
◦		◦		◦
n	X_{n1}	X_{n2}		X_{np}

Tabla 44 Componentes principales calculados

Individuos/Componentes	Z_1	Z_2	...	Z_n
1	Z_{11}	Z_{12}	...	Z_{1p}
2	Z_{21}	Z_{22}	...	X_{2p}
◦		◦		◦
◦		◦		◦
◦		◦		◦
n	Z_{n1}	Z_{n2}		Z_{np}

El análisis genera como resultados unas variables artificiales que son combinación lineal de las variables originales llamadas componentes principales o ejes (Tabla 44).

Las componentes principales buscan explicar en el menor número de componentes posibles la mayor parte de la variabilidad que tienen un conjunto de variables. No siempre una componente principal logra sintetizar de manera adecuada toda la información, esto puede ocurrir debido a que la componente no explica una buena proporción de la variabilidad generada por el conjunto de datos o también porque no tienen una interpretación razonable y evidente en términos de las variables originales lo cual no permite conocer cuál es la dimensión subyacente que está midiendo la componente.

No se sugiere utilizar un número muy grande de variables en el análisis de componentes principales ya que esto puede conducir a malos resultados, se debe utilizar las variables más relevantes de tal forma que las componentes resultantes expliquen una proporción considerable de la varianza del conjunto de datos. La técnica requiere que se trabaje con un conjunto de datos completos ya que la existencia de faltantes en una o más de las variables genera que se descarte todo el individuo, lo cual produciría sesgos en el análisis. Antes de realizar un análisis de componentes principales se debe realizar el tratamiento de imputación de la información faltante a través de técnicas estadísticas.

Las diferentes consideraciones técnicas que tiene un análisis de componentes principales se detallan de manera exhaustiva en Peña (2012), Castro (2002), Schuschny (2009) entre otros.

Las técnicas de reducción de datos con mayor difusión son el análisis factorial, el análisis de componentes principales y el análisis de correspondencias múltiples, todas estas técnicas parten de una tabla de datos compuesta por varios individuos y variables y generan unos componentes o variables artificiales que permiten resumir con un número reducido de estos toda la información contenida en la tabla de datos. Cuando las variables son continuas se puede utilizar el análisis de componentes principales - ACP y el análisis factorial, en el caso de variables categóricas el análisis de correspondencias múltiples – ACM es una de las técnicas de reducción de datos más populares.

Algunas de las características de estas técnicas se resumen en la Ilustración 13 que se presenta a continuación.

8.5.1 Problemas de los indicadores del observatorio ambiental y rural que impiden el uso de métodos multivariados

Diferentes autores como Jolliffe (2002) y Peña (2005) mencionan los requerimientos de las técnicas multivariadas concretamente el uso de técnicas de reducción de datos. Varios problemas, dentro de los cuales se destaca la ausencia de series periódicas lo suficientemente largas, impiden el uso de técnicas multivariadas para el cálculo de los índices sintéticos del observatorio.

Ilustración 13 Métodos de reducción de datos

- La mayoría de los indicadores y datos del Observatorio no disponen de datos por localidad lo cual no hace posible establecer relaciones entre las variables y utilizar métodos multivariados, sólo se disponen valores por localidad para los siguientes indicadores:

- Cobertura residencial y legal servicio de acueducto
- Número de árboles jóvenes mantenidos por año
- Árboles por hectárea
- Cobertura del sistema de alcantarillado pluvial
- Cobertura del servicio de alcantarillado

- En otros estudios se construyen índices sintéticos para el ámbito regional, lo anterior no es posible de realizar para el caso de Bogotá, ya que no se dispone de información análoga como la que existiría, por ejemplo, para un número suficiente de municipios de una región.
- Otra técnica multivariada útil para la construcción de índices sintéticos es el uso de componentes principales en el tiempo. Para implementar la técnica se requiere un número suficiente de datos en las variables de análisis, esta cantidad de datos no se dispone en la mayoría de los indicadores (en la mayor parte de las casos se disponen de series temporales de menos de 10 datos).

8.6 Índices a través de distancias

Las medidas de distancia constituyen un enfoque muy habitual para el diseño de índices sintéticos, una medida de distancia debe satisfacer las siguientes propiedades:

- **No negatividad:** la distancia es un número real no negativo, tomando únicamente el valor de cero cuando los dos puntos con los cuales se están calculando las distancias son el mismo.
- **Conmutatividad:** La distancia entre el punto X y Y es el mismo que la distancia entre el punto Y y X.
- **Desigualdad triangular:** si se tienen tres vectores (puntos) definidos en el mismo espacio vectorial, tales como X,Y y Z, se debe verificar que la suma de distancia de dos de ellos a un tercero ha de ser mayor o igual que la distancia existente entre ambos.

En el caso univariado, la distancia entre dos valores es la diferencia en valor absoluto entre esos dos valores. La distancia más conocida, es la distancia euclidiana, la cual para dos puntos i e i* se definen como la raíz cuadrada de la suma de las distancias cuadráticas entre cada una de las coordenadas de los dos puntos:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{j=1}^{p} (x_{ij} - x_{i^*j})^2}$$

X_{ij} representa la medición de la variable j para el individuo i, por otro lado X_{i^*j} es la medición de la variable j en otro individuo i*.

Cuando las variables están en diferentes unidades, la distancia euclidiana clásica no es recomendada puesto que ésta es muy sensible a los cambios en las unidades de medición; en ese caso se sugiere la utilización de la distancia euclidiana estandarizada.

En aquellos casos en los cuales no exista información suficiente para utilizar el método de componentes principales se propone la utilización del cálculo de indicadores a través de distancias.

El cálculo de los indicadores será pertinente llevarla a cabo en gran medida utilizando la distancia de los valores estandarizados, con respecto a ciertos valores normativos. Para de-

sarrollar este trabajo se presenta en el Anexo 4 el listado con los indicadores candidatos a sintéticos que posiblemente disponen de un valor normativo. El disponer de este valor permitirá cuantificar los avances de los indicadores simples pero también servirá como insumo para la construcción de los indicadores sintéticos.

9. Noción conceptual de índices y subíndices propuestos

9.1 Calidad ambiental

En el marco de la presente construcción de índices, la calidad ambiental se acota a las siguientes consideraciones:

- Calidad ambiental es el grado en que el estado actual o previsible de los componentes básicos del ambiente, permiten que éste desempeñe adecuadamente sus funciones de sistema que rige y condiciona las posibilidades de vida en la tierra.[7]
- Son las características cualitativas y cuantitativas del ambiente en general, que son susceptibles de ser modificadas y su relación con la capacidad relativa de éste para satisfacer las necesidades del hombre y/o de los ecosistemas.
- Es el estado de los recursos naturales el cual determina que se reciban sus invaluables beneficios o en caso contrario, sus efectos que se reflejarán en un impacto nocivo para la salud especialmente sobre la niñez y la tercera edad
- Ese estado se determina para los recursos naturales receptores de los vertimientos, residuos y emisiones de las actividades humanas (presión), a saber, el agua, el suelo y el aire.[8]
- Es el conjunto de características (ambientales, sociales, culturales y económicas) que califican el estado, disponibilidad y acceso a componentes de la naturaleza y la presencia de posibles alteraciones en el ambiente, que estén afectando sus derechos o puedan alterar sus condiciones y los de la población de una determinada zona o región. [9]
- Desde el enfoque ecológico, un ecosistema tiene calidad ambiental cuando muestra una coincidencia plena entre la calidad que presenta en el momento del análisis y la calidad que se considera propia de cada ecosistema en términos ecológicos llamados estados de clímax. Derivado de ello, cualquier intervención humana modifica ese equilibrio y no es aceptable (presión).
- Desde el enfoque antropológico, un ecosistema tiene calidad ambiental cuando satisface las expectativas que genera sobre habitantes y visitantes de ese espacio desde el punto de vista de disponibilidad y facilidad de acceso a los recursos naturales y la

7. ECOLYMA: Ecología y medio ambiente en Chile (http://www.ecolyma.cl/oikosprofesor_01_conceptos.htm). Consultado en junio de 2013.
8. Corporación Autónoma Regional Para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga - CDMB (http://www.cdmb.gov.co/web/index.php/calidad-ambiental.html). Consultado en julio de 2013.
9. Proyecto CEPF FUNDESNAP (http://fundesnap.org/files/comites_locales_cepf.pdf). Consultado en mayo de 2013. Fundación para el Desarrollo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (la Paz, Bolivia)

presencia o ausencia de agentes nocivos[10] (abarca aspectos de estado y presión).

Con base en las definiciones de calidad ambiental presentadas, se puede observar que el concepto abarca tanto aspectos del estado del ambiente, como aquellos de presión debidos a procesos sociales y económicos subyacentes que originan los problemas ambientales. De allí que el índice global de calidad ambiental de Bogotá abarcará ambos componentes (estado y presión).

Otro aspecto a considerar será el del impacto ambiental sobre la salud pública.

9.2 Impacto ambiental sobre la salud pública

La degradación y la contaminación ambiental tienen un impacto enorme en la vida de las personas. Cada año, cientos de millones de personas sufren de enfermedades respiratorias asociadas con la contaminación externa y de interiores del aire. Centenares de millones de personas se exponen a peligros físicos y químicos innecesarios en el lugar de trabajo y el ambiente general. Millones de niños mueren cada año de enfermedades diarreicas, en su mayor parte como resultado de agua o alimentos contaminados. Centenares de millones de personas sufren morbilidad por parásitos intestinales (Annalee Yassiet al., 2002).

En el contexto del presente ejercicio, estos impactos serán referidos a la cuantificación de los efectos que provoca el estado del medioambiente alterado sobre la salud de las personas. En este sentido, existirá una causa - X que produce un cambio de comportamiento del medio natural, que conlleva un efecto sobre la salud humana, cuya cuantificación dará origen al indicador de impacto sobre la salud - Y.

En el OAB se cuenta con un grupo de indicadores simples que miden esos efectos nocivos sobre la salud humana, de allí que su agregación podrá dar origen a un índice compuesto de impacto ambiental sobre la salud pública.

9.3 Gestión ambiental

La gestión ambiental propende por que el ambiente conserve unas condiciones de cantidad y calidad, que le permitan recibir determinado nivel de contaminantes y tener la capacidad de auto depurarlos de tal forma que se mantenga un medio ambiente adecuado para la vida tanto de las personas como de las diferentes especies de fauna y flora que conforman los ecosistemas.

Es fundamental estimular una actividad más planificada y tomar una actitud proactiva con respecto al uso y aprovechamiento de los recursos y servicios ambientales. La generación de escenarios con planificación, en los cuales esté claro que se busca el desarrollo, pero dentro de ciertos parámetros y criterios establecidos por las características y la capacidad de carga y resiliencia de los ecosistemas es fundamental, pues de otra manera se continuarán presionando el medio ambiente y los recursos naturales siguiendo estrategias de desarrollo agotadoras y por lo tanto insostenibles (Guhl-Nannetti E, 2002).

Se impone pues, la necesidad de contar con unas formas de planificación prospectiva que permitan el manejo controlado e inteligente de un me-

10. Grupo TECOPY (http://www.grupotecopy.es/es/servicios/analisis-geoespacial-y-medio-ambiente/consultoria-ambiental/calidad-ambiental.html). Consultado en junio de 2013. España.

dio ambiente rico, pero no inagotable, que hagan compatibles las necesidades del desarrollo y la búsqueda legítima de una mejor calidad de vida, con los requerimientos de la conservación de la capacidad de los sistemas de soporte vital y, que por lo tanto, sean sostenibles (Ibíd., pág. 115)

Ésta deberá ser una acción cooperativa, coordinada en la que participen todos los actores localizados en el Distrito Capital. Igualmente, en la medida en que la comunidad se encuentre debidamente informada, podrá participar de una mejor forma y desempeñar un papel activo para que conjuntamente se puedan alcanzar los objetivos ambientales propuestos.

En la construcción de índices sintéticos, éste será un aspecto de relevancia a ser considerado, principalmente en relación con la gestión ambiental empresarial, enfocada hacia la producción limpia y la reducción de vertimientos y residuos peligrosos. Será también importante considerar la gestión que la SDA realiza en relación con las áreas protegidas y de importancia ambiental. Esa gestión actúa, además, sobre el mejoramiento de la calidad del agua y del aire.

10. Batería De Índices Y Subíndices Sintéticos Propuestos

10.1 Contexto de políticas y premisas para el desarrollo de índices sintéticos

Uno de los objetivos del Observatorio Ambiental de Bogotá es informar a los ciudadanos sobre el estado del ambiente natural que les ofrece los servicios ecosistémicos que demanda, el estado del ambiente en el cual viven y desarrollan sus actividades y la gestión que realizan tanto instituciones como los mismos ciudadanos para mantener en buenas condiciones su ambiente.

Los índices sintéticos o compuestos, condensan conceptos, cifras y cálculos complejos en información de fácil comprensión para el ciudadano, y uno de los requisitos para que sean efectivos es que reflejen la calidad actual del ambiente y la gestión que se ha realizado para mantener el ambiente sano.

Para orientar las acciones de las instituciones del Estado y de los ciudadanos hacia el mejoramiento del ambiente, la prevención, el cumplimiento de compromisos internacionales, la definición y el logro de metas nacionales, regionales y locales, entre otros, la gestión se debe sincronizar con las Políticas Públicas que definen para los diferentes temas el deber ser de la gestión pública y ciudadana. Por ello, durante el proceso de construcción de los índices sintéticos para el OAB, se tuvieron en cuenta las políticas ambientales nacionales y locales para evaluar su pertinencia y contribución al cumplimiento de lineamientos y metas que se fijó el distrito.

La Tabla 45 señala las políticas públicas que contienen lineamientos, directrices y metas en cada uno de los temas que se incluyen en la batería de índices sintéticos para el OAB.

En la generación de índices sintéticos urbanos, será importante tomar en cuenta varias premisas, las cuales no se cumplen en su totalidad para el OAB, sin embargo la presente propuesta de batería, se trató de ajustar, lo mejor posible, a las condiciones actuales existentes y usando los indicadores simples que mejor se ciñeron a los criterios fijados para hacer parte de índices sintéticos con significados dentro la noción ambiental.

La primera premisa que habría que tener en cuenta en el diseño de índices de calidad ambiental urbana es la desigualdad de condiciones ambientales del territorio urbano en la ciudad de Bogotá. La mayoríade indicadores

simples publicados, se miden para el nivel ciudad, sin considerar la heterogeneidad espacial ambiental de la información de Bogotá.

Otra premisa es la de completitud, consistente en que los indicadores seleccionados para construir los diversos índices compuestos son todos los que explican el objetivo a medir. En algunos casos la noción conceptual que se quiere caracterizar no posee para el OAB los indicadores simples representativos, que expliquen el fenómeno a evaluar. Esto hace necesario acotar el concepto de acuerdo con los indicadores que existen en línea actualmente. Otros aspectos que cabe mencionar son:

- Los indicadores simples seleccionados deben medir adecuadamente los atributos que se describan en relación con el índice a estimar, tanto en el espacio como en el tiempo. Esto no sucede para la parte espacial. En relación con la serie de tiempo de valores a considerar, ésta se llevó a un número de años común a todos los indicadores considerados.
- Debe existir un valor de referencia. Para algunos indicadores publicados no está explícito en el OAB un valor de referencia, el cual debería definirse en términos de una meta o un estándar normativo o internacional. Al respecto el Plan de desarrollo de normas sería un posible referente, que debería adoptarse y presentarse en la ficha metodológica del indicador en línea.
- Para la validez científica, los indicadores deben documentar la estimación del tamaño de muestra de las unidades experimentales. Esto está ausente en la documentación de algunos indicadores.
- No deben haber cambios en la definición del valor o indicador. En algunos casos el objeto de medición fluctúa (por ejemplo unas industrias son muestreadas un año y al siguiente se toma una muestra diferente a las del año anterior) y varía año tras año, lo cual es obstáculo para generar un indicador confiable.

Tabla 45 Políticas públicas relacionadas con los índices y Subíndices propuestos

Nombre del Índice	Nombre del Subíndice		Elemento Ambiental	Políticas Públicas Relacionadas
Índice de calidad ambiental de Bogotá	Subíndice de presión ambiental	Subíndice de presión del agua	Agua	Metas del milenio, Plan Nacional de Desarrollo 2011-2014, Objetivos del MADS, PGA SDA 2008, Plan de Desarrollo G. Petro, POT Propuesta 2011, Políticas Distritales: Ruralidad, Humedales, Suelo de Protección, Salud, Producción Sostenible, Educación Ambiental. Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado. Metas de calidad del agua
			Suelo	Política de Gestión Ambiental Urbana, MADS, Plan de Desarrollo G. Petro, Políticas Distritales: Salud, Producción sostenible, Plan Maestro de Residuos Sólidos.

Nombre del Índice	Nombre del Subíndice		Elemento Ambiental	Políticas Públicas Relacionadas
Índice de calidad ambiental de Bogotá	Subíndice del estado ambiental	Subíndice estado del agua	Agua	Metas del milenio, Plan Nacional de Desarrollo 2011-2014, Objetivos del MADS, PGA SDA 2008, Plan de Desarrollo G. Petro, POT Propuesta 2011, Políticas Distritales: Ruralidad, Humedales, Suelo de Protección, Salud, Producción Sostenible, Educación Ambiental . Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado.
		Subíndice estado del aire	Aire	Metas del milenio, Plan Nacional de Desarrollo 2011-2014, Objetivos del MADS, PGA SDA 2008, Políticas distritales: Salud, Producción sostenible, Plan Maestro de Residuos Sólidos, Plan decenal de descontaminación del aire. Plan Maestro de Movilidad.
			Arbolado Urbano	Objetivos del MADS. POT Propuesta 2011, Políticas distritales: Suelo de protección, Salud, Biodiversidad, humedales.
			Espacio Público	
			Movilidad	Plan Maestro de Movilidad del distrito.
Índice de riesgo para el consumo de agua potable	Está publicado actualmente en el oab			Metas del milenio, Plan Nacional de Desarrollo 2011-2014, Objetivos del MADS, PGA SDA 2008, Plan de Desarrollo G. Petro, POT Propuesta 2011, Políticas Distritales: Humedales, Suelo de Protección, Salud, Producción Sostenible, Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado. Norma Nacional de consumo de agua potable
Índice impacto ambiental sobre la salud pública			Salud pública	Metas del milenio, Política de Gestión Ambiental Urbana, Objetivos del MADS, Plan de Desarrollo G. Petro, Políticas Distritales: Salud. Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado. PM de Espacio Público, PM de Residuos Sólidos, Plan decenal de descontaminación del aire. Política pública de calidad ambiental

Nombre del Índice	Nombre del Subíndice	Elemento Ambiental	Políticas Públicas Relacionadas
Índice de gestión ambiental	Subíndice de gestión ambiental empresarial	Gestión ambiental empresarial	Política de Gestión Ambiental Urbana, Objetivos del MADS, PGA SDA 2008, Políticas Distritales: Educación Ambiental, Producción Sostenible. Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado. PM de Espacio Público, PM de Residuos Sólidos, Plan decenal de descontaminación del aire.
		Manejo de residuos peligrosos	Objetivos MADS. PM de Residuos Sólidos
		Control de la calidad del agua	Metas del milenio, Plan Nacional de Desarrollo 2011-2014, Objetivos del MADS, PGA SDA 2008, Plan de Desarrollo G. Petro, POT Propuesta 2011, Políticas Distritales: Ruralidad, Humedales, Suelo de Protección, Salud, Producción Sostenible, Educación Ambiental . Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado. Metas ambientales de calidad del agua
	Subíndice de gestión de áreas protegidas	Ecosistemas y áreas protegidas	Objetivos del MADS, Política de Gestión Ambiental Urbana. PGA SDA 2008, Políticas Distritales: Humedales, Suelo de Protección. POT 364 de 2013.
		Consumo de energía eléctrica	PGA SDA 2008. Políticas Distritales: Producción sostenible.
	Subíndice de gestión arbolado urbano	Arbolado	Objetivos del MADS. POT Propuesta 2011, Políticas distritales: Suelo de protección, Salud, Biodiversidad, humedales.
	Subíndice de saneamiento, acueducto y alcantarillado	Saneamiento	Metas del Milenio. Plan Nacional de Desarrollo 2011-2014. Políticas distritales: Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado, Salud.

Las observaciones puntuales para algunos de los indicadores simples, candidatos a conformar los índices compuestos se presentan en la Tabla 46. A excepción del tercero y último indicador ellos fueron agregados, atendiendo estas observaciones.

Tabla 46 Observaciones puntuales de indicadores simples candidatos a índices compuestos

DEPENDENCIA	Nombre del indicador simple	Observación para sintético
JBB	Árboles por hectárea	Se descartan los valores anteriores al censo de árboles de 2007, pues no sería posible su comparación año a año, debido al método de cálculo variable
SDS	Prevalencia de sibilancias {silbidos en el pecho} en menores de 5 años debido al material particulado	Las sibilancias pueden ser de otro origen, no solamente a la presencia de material particulado en el aire
SDS	Casos atendidos en salas de enfermedades respiratorias agudas {ERA}.	La ERA puede ser de otro origen, no solamente debida a la presencia de material particulado en el aire.
SDS	Tasa mortalidad infantil	No hay vínculos directos con lo ambiental.
SEGAE	Radicación de trámites ambientales	Se presenta como porcentaje, pero no es un %. Se requeriría el total de empresas vinculadas al programa para sacar el porcentaje.
SRHS	Agua superficial indicadores en corrientes - Fucha, Salitre, Torca, Tunjuelo	Se requeriría un indicador agregado para ciudad, pues los demás indicadores tienen cobertura total. Individualmente, medirían parcialmente la calidad del agua (no escala ciudad). Se agregaron en un solo índice (ver numeral 5.2).
SCAAV	Reducción de días con contaminación de material particulado PM10	La meta trazada y la medición del indicador por año, son iguales (ver indicador publicado en el OAB). Este indicador se descartó finalmente.

10.2 Descripción metodológica para la definición de índices compuestos

La definición de los índices compuestos o sintéticos requirió de varias etapas, las primeras de las cuales fueron descritas en detalle en el documento de "Estado del arte conceptualización y metodología", presentado en la fase anterior. A continuación y, como síntesis, ellas se enumeran:

1. Desarrollo del modelo conceptual para la construcción de índices sintéticos del OAB. Requirió la revisión de nociones conceptuales sobre ambiente urbano, sus ámbitos y de la ilustración de elementos estructurantes, ajustados a los que actualmente tiene establecidos el OAB.

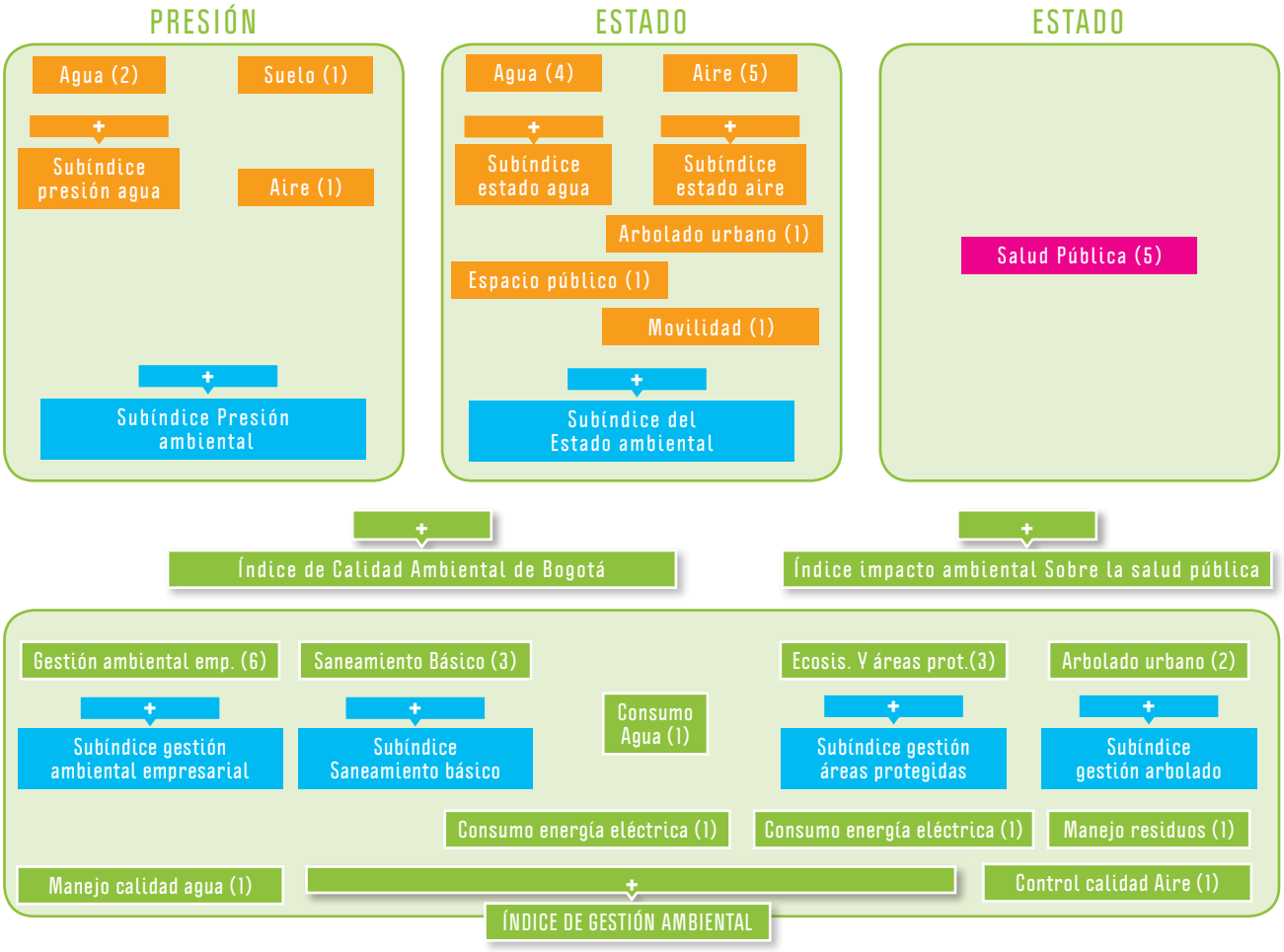
2. Depuración de indicadores candidatos a

sintéticos: para esa depuración fueron establecidos cinco criterios de evaluación, los cuales se aplicaron a los candidatos previamente seleccionados por ser los mejores evaluados en la primera fase de depuración de indicadores del observatorio y por presentar series de tiempo constituidas, de al menos, cinco registros.

3. Clasificación de los indicadores simples obtenidos según la estructura conceptual del modelo para la construcción de índices sintéticos presentada en el numeral 3.4, del documento de "Estado del arte conceptualización y metodología". Cada indicador simple seleccionado como candidato a sintético, se clasificó según marco ordenador PEIR. Posteriormente fueron organizados dentro de esta estructura, en grupos de indicadores de Presión, Estado, Impacto y Respuesta (gestión), conservando la clasificación en elementos ambientales que había sido propuesta en la primera fase del trabajo.

En la Ilustración 14 se presenta la estructura PEIR para los indicadores simples seleccionados, en forma definitiva, para ser agregados en índices compuestos.

Ilustración 14 Estructura de índices sintéticos a partir de indicadores simples de elementos ambientales ordenados en el marco P-E-I-R



Para concretar los índices compuestos, fue necesario abordar aspectos conceptuales y definiciones de diversos índices que, para el presente ejercicio, se acotaron con base en las condiciones actuales de los indicadores del OAB.

Ya conceptualizados los índices sintéticos, estos fueron jerarquizados y, dentro de ellos, agrupados los indicadores simples que se ajustaban a dicha conceptualización y que permitieran construirlos a partir de su agregación.

Tratamiento estadístico de los indicadores simples para su estandarización y conversión a una escala común.

Ponderación de los indicadores estandarizados

4. Agregación de indicadores en subíndices e índices sintéticos
5. Análisis de sensibilidad
6. Desarrollo de programas de cálculo de índices sintéticos
7. Diseño e implementación de hojas metodológicas de subíndices e índices sintéticos

10.3 Esquema jerárquico de índices y subíndices sintéticos

En la Ilustración 15 se presenta el esquema jerárquico general de índices y subíndices sintéticos a ser construidos y los indicadores simples, publicados actualmente en el OAB, que será necesario agregar para la construcción de cada uno de ellos. A este esquema se añaden los indicadores nuevos propuestos por las diversas dependencias y entidades con las que se interactuó en los talleres[11].

Los indicadores nuevos propuestos por las diversas dependencias de la SDA y las entidades externas, se incorporaron al modelo conceptual, planteado para la construcción de índices sintéticos, agrupados en subíndices e índices según el caso.

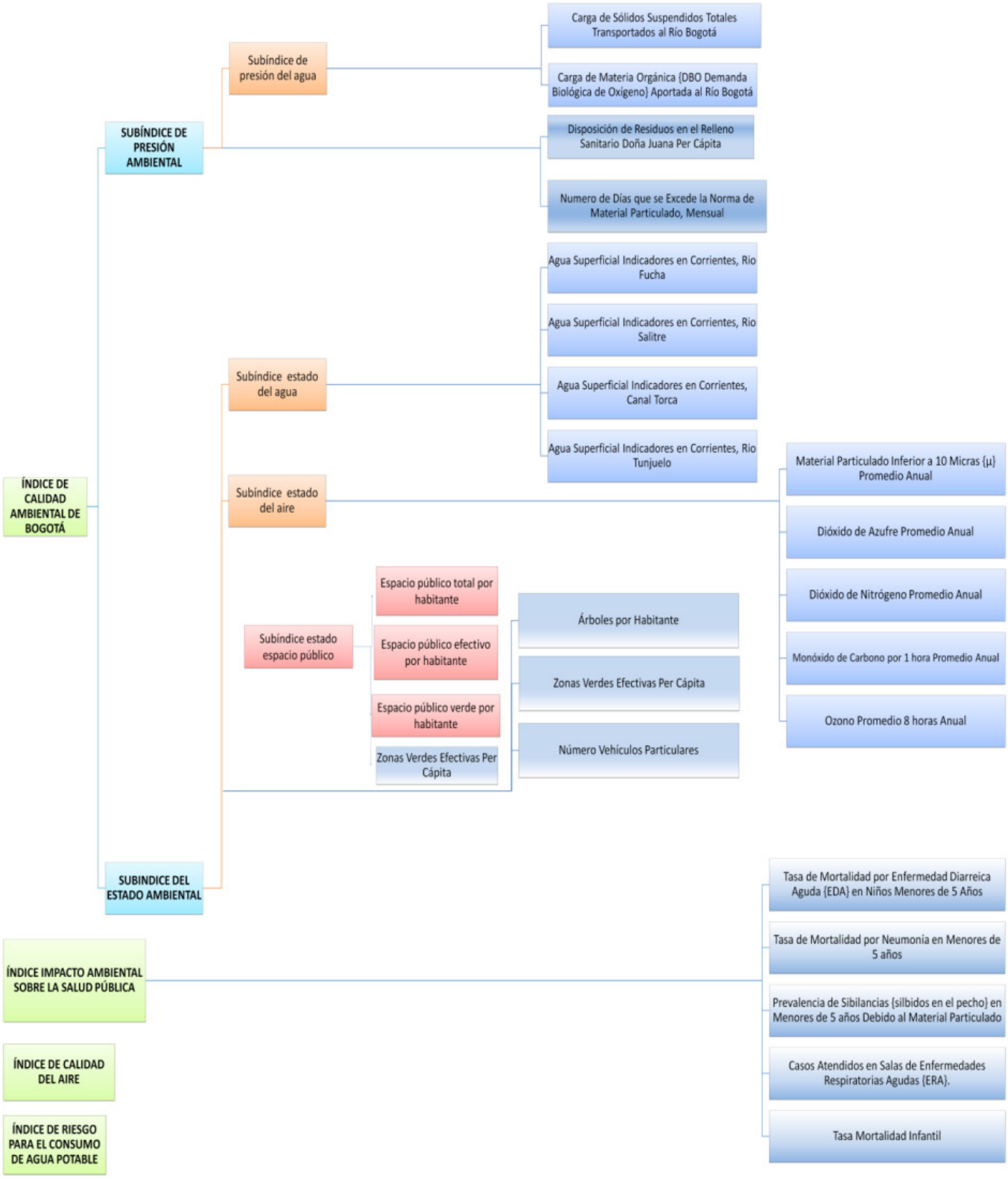
Esos indicadores propuestos se presentan en color rosado en la ilustración. Ellos se plantean como una posibilidad de ser usados a futuro para hacer parte de los índices y subíndices sintéticos existente o para la construcción de nuevos.

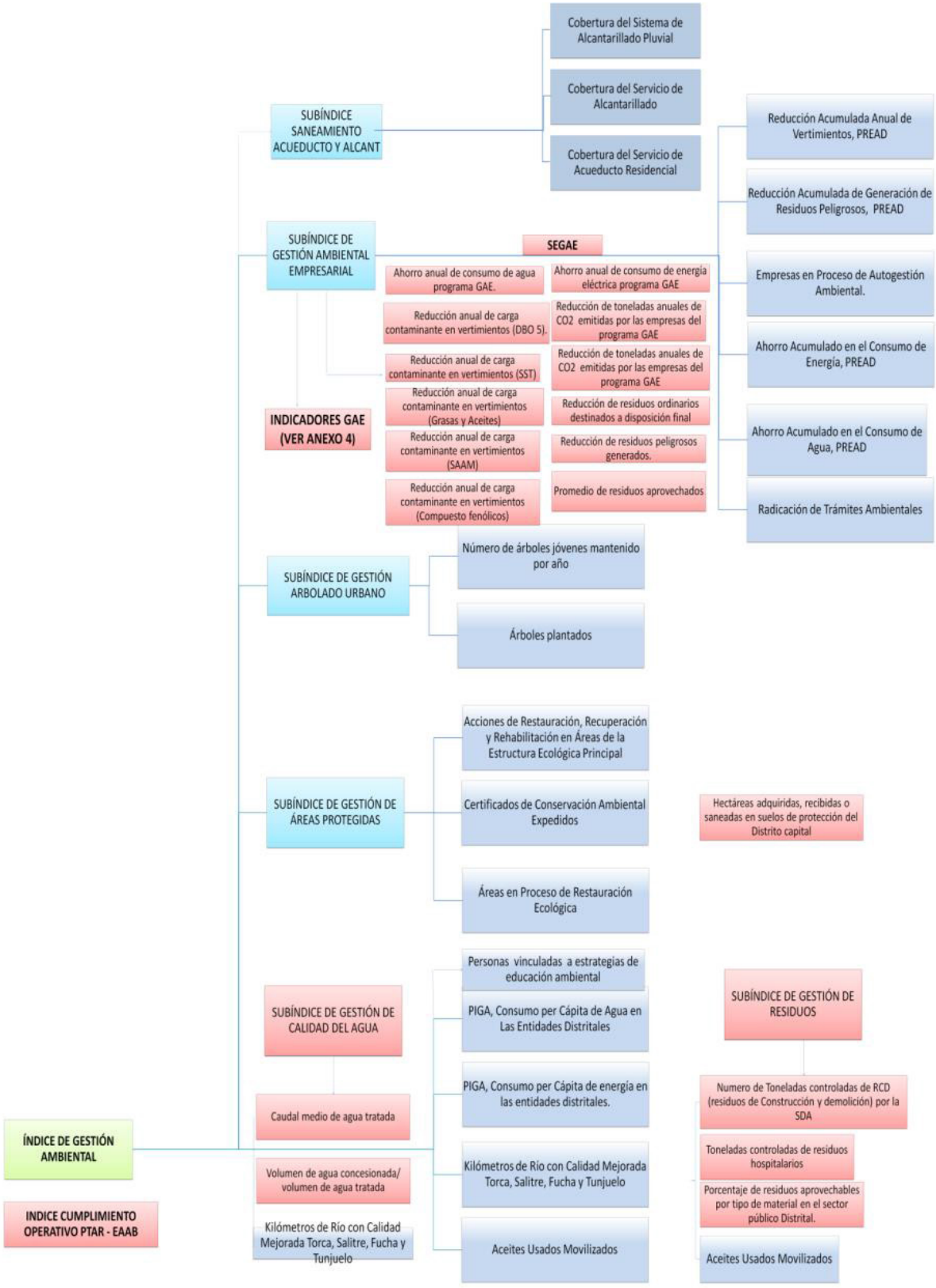
Los indicadores nuevos propuestos, fueron consolidados por el IDEA, quien anotó las respectivas observaciones y recomendaciones para cada uno de ellos. Los indicadores de espacio público y GAE, fueron consultados en documentos enviados por la SDA en el mes de julio.

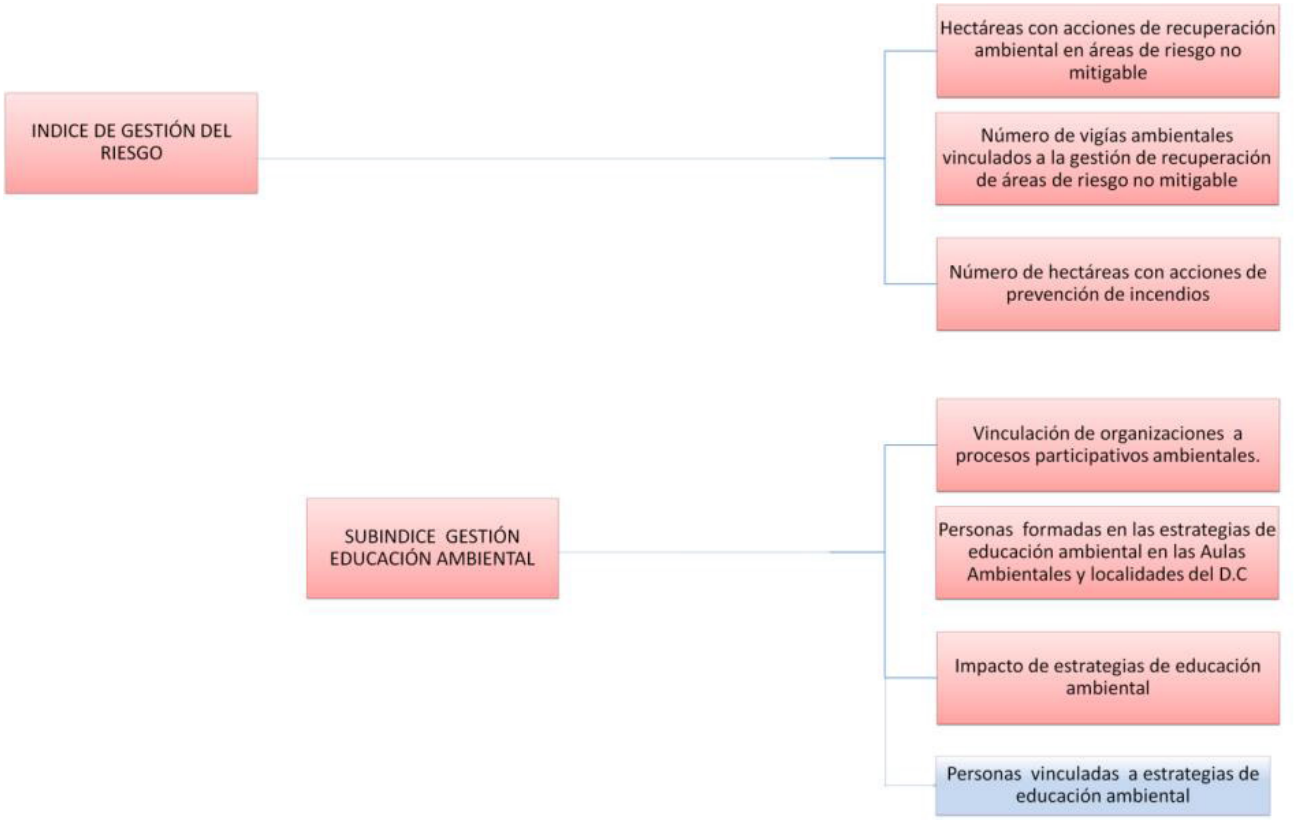
A continuación se describen los índices y sus jerarquías, con los grupos de indicadores simples correspondientes, para los elementos ambientales considerados.

11. Se aclara que estos indicadores propuestos tienen observaciones por parte del IDEA, que pueden consultarse en la matriz del ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.; ellos se dejan como una opción para completar los indicadores simples de cada índice sintético propuesto, pero no se ha realizado con ellos un proceso de evaluación y depuración como el que se llevó a cabo con los indicadores ya publicados. Algunos tampoco se han construido aún, a excepción de los de espacio público y GAE. Para incorporarlos en los índices sintéticos formulados, deberán pasar por las etapas metodológicas que se aplicaron a los indicadores actuales y que fueron descritas en los documentos presentados a la SDA, en el marco de este convenio. Se recomienda verificar su pertinencia y concordancia con el concepto de indicador, acorde con los criterios que para ello se establecieron

Ilustración 15 Esquema jerárquico general para la construcción de índices y subíndices sintéticos




ÍNDICE DE GESTIÓN AMBIENTAL
INDICE CUMPLIMIENTO OPERATIVO PTAR - EAAB
SUBÍNDICE SANEAMIENTO ACUEDUCTO Y ALCANT
Cobertura del Sistema de Alcantarillado Pluvial
Cobertura del Servicio de Alcantarillado
Cobertura del Servicio de Acueducto Residencial
SUBÍNDICE DE GESTIÓN AMBIENTAL EMPRESARIAL
INDICADORES GAE (VER ANEXO 4)
SEGAE
Ahorro anual de consumo de agua programa GAE.
Ahorro anual de consumo de energía eléctrica programa GAE
Reducción anual de carga contaminante en vertimientos (DBO 5).
Reducción de toneladas anuales de CO2 emitidas por las empresas del programa GAE
Reducción anual de carga contaminante en vertimientos (SST)
Reducción de toneladas anuales de CO2 emitidas por las empresas del programa GAE
Reducción anual de carga contaminante en vertimientos (Grasas y Aceites)
Reducción de residuos ordinarios destinados a disposición final
Reducción anual de carga contaminante en vertimientos (SAAM)
Reducción de residuos peligrosos generados.
Reducción anual de carga contaminante en vertimientos (Compuesto fenólicos)
Promedio de residuos aprovechados
Reducción Acumulada Anual de Vertimientos, PREAD
Reducción Acumulada de Generación de Residuos Peligrosos, PREAD
Empresas en Proceso de Autogestión Ambiental.
Ahorro Acumulado en el Consumo de Energía, PREAD
Ahorro Acumulado en el Consumo de Agua, PREAD
Radicación de Trámites Ambientales
SUBÍNDICE DE GESTIÓN ARBOLADO URBANO
Número de árboles jóvenes mantenido por año
Árboles plantados
SUBÍNDICE DE GESTIÓN DE ÁREAS PROTEGIDAS
Acciones de Restauración, Recuperación y Rehabilitación en Áreas de la Estructura Ecológica Principal
Certificados de Conservación Ambiental Expedidos
Áreas en Proceso de Restauración Ecológica
Hectáreas adquiridas, recibidas o saneadas en suelos de protección del Distrito capital
SUBÍNDICE DE GESTIÓN DE CALIDAD DEL AGUA
Caudal medio de agua tratada
Volumen de agua concesionada/ volumen de agua tratada
Kilómetros de Río con Calidad Mejorada Torca, Salitre, Fucha y Tunjuelo
Personas vinculadas a estrategias de educación ambiental
PIGA, Consumo per Cápita de Agua en Las Entidades Distritales
PIGA, Consumo per Cápita de energía en las entidades distritales.
Kilómetros de Río con Calidad Mejorada Torca, Salitre, Fucha y Tunjuelo
Aceites Usados Movilizados
SUBÍNDICE DE GESTIÓN DE RESIDUOS
Numero de Toneladas controladas de RCD (residuos de Construcción y demolición) por la SDA
Toneladas controladas de residuos hospitalarios
Porcentaje de residuos aprovechables por tipo de material en el sector público Distrital.
Aceites Usados Movilizados



Indicadores simples propuestos por dependencias de la SDA y otras entidades y su agrupación en futuros índices y subíndices

10.3.1 Índice de calidad ambiental de Bogotá

Con base en el concepto de calidad ambiental presentado en el numeral ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. este índice agrega dos subíndices el de presión ambiental y el del estado ambiental. Ver Tabla 47.

Subíndice de presión ambiental

Comprende el subíndice de presión del agua por carga de contaminantes y la presión sobre el suelo por disposición de residuos. También abarca la presión sobre el aire, expresada a través del número de días, que se incumple la norma de material particulado (PM10) mensual.

Subíndice del estado ambiental

Comprende tres subíndices: subíndice estado del agua, conformado por indicadores que dan cuenta de la calidad del agua de las principales corrientes de Bogotá; el subíndice estado del aire, conformado por indicadores que miden concentración de contaminantes en el aire; abarca además tres indicadores de arbolado (árboles por hectárea), de espacio público (zonas verdes) y de movilidad, en relación con la contaminación producida por vehículos. A estos indicadores presentados se podrán agregar los de espacio público, construidos por el Departamento Administrativo de la Defensoría del Espacio Público.

10.3.2 Índice impacto ambiental sobre la salud pública

En la Tabla 47 puede apreciarse este índice y los indicadores simples que lo conforman, incluidos los elementos ambientales a los cuales pertenece cada uno de ellos. Este índice abarca indicadores relacionados con enfermedades de vías respiratorias y diarreicas; además de las tasas de mortalidad infantil.

Tabla 47 índice y subíndices de calidad ambiental de Bogotá

Nombre del Índice	Nombre del subíndiceíndice		Elemento ambiental	Dependencia
ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL DE BOGOTÁ SUBÍNDICE	SUBÍNDICE DE PRESIÓN AMBIENTAL	SUBÍNDICE DE PRESIÓN DEL AGUA	AGUA	SRHS
				SRHS
			SUELO	UAESP
			AIRE	SCAAV
	SUBINDICE DEL ESTADO AMBIENTAL	SUBÍNDICE DEL ESTADO DEL AGUA	AGUA	SRHS
				SRHS
				SRHS
				SRHS
		SUBÍNDICE DEL ESTADO DEL AIRE	AIRE	SCAAV
				SCAAV
				SCAAV
				SCAAV
				SCAAV
			URBANO	JBB
			ESPACIO PÚBLICO	SDP
			MOVILIDAD	SDM

	Nombre del indicador	Grupo	Recurso	Tema
	Carga de Sólidos Suspendidos Totales Transportados al Río Bogotá	General	Agua	Control para la Calidad Ambiental
	Carga de Materia Orgánica (DBO Demanda Biológica de Oxígeno) Aportada al Río Bogotá	General	Agua	Control para la Calidad Ambiental
	Disposición de Residuos en el Relleno Sanitario Doña Juana Per Capita	General	Suelo	
	Numero de Días que se Excede la Norma de Material Particulado, Mensual	General	Aire	Control para la Calidad Ambiental
	Agua Superficial Indicadores en Corrientes - Rio Fucha	General	Agua	Control para la Calidad Ambiental
	Agua Superficial Indicadores en Corrientes - Rio Salitre	General	Agua	Control para la Calidad Ambiental
	Agua Superficial Indicadores en Corrientes - Canal Torca	General	Agua	Control para la Calidad Ambiental
	Agua Superficial Indicadores en Corrientes - Rio Tunjuelo	General	Agua	Control para la Calidad Ambiental
	Material Particulado Inferior a 10 Micras (M) Promedio Anual	General	Aire	Control para la Calidad Ambiental
	Dióxido de Azufre Promedio Anual	General	Aire	Control para la Calidad Ambiental
	Dióxido de Nitrógeno	General	Aire	Control para la Calidad Ambiental
	Monóxido de Carbono por 1 hora	General	Aire	Control para la Calidad Ambiental
	Ozono Promedio 8 horas	General	Aire	Control para la Calidad Ambiental
	Árboles por habitante	General	Vegetaciòn	Estructuras
	Zonas Verdes Efectivas Per Cápita	General	Suelo	Espacio
	Número de Vehículos Particulares	General		Movilidad Sostenible

Tabla 48 Índice de impacto ambiental sobre la salud pública e indicadores simples que lo conforman

Nombre del Índice	Nombre del subíndiceíndice		Elemento ambiental	Dependencia	Nombre del indicador
ÍNDICE IMPACTO AMBIENTAL SOBRE LA SALUD PÚBLICA			SALUD PÚBLICA AMBIENTAL	SDS	Tasa de Mortalidad por Enfermedad Diarreica Aguda (EDA) en Niños Menores de 5 Años
				SDS	Tasa de Mortalidad por Neumonía en Menores de 5 años
				SDS	Prevalencia de Sibilancias (silbidos en el pecho en niños lactantes) en Menores de 5 años Debido al Material Particulado
				SDS	Casos Atendidos en Salas de Enfermedades Respiratorias Agudas (ERA)
				SDS	Tasa Mortalidad Infantil

Tabla 49 Índice de gestión ambiental, subíndices e índices que lo conforman

Nombre del Índice	Nombre del subíndiceíndice		Elemento ambiental	Dependencia	Nombre del indicador
ÍNDICE DE GESTIÓN AMBIENTAL	SUBÍNDICE DE GESTIÓN AMBIENTAL EMPRESARIAL		GESTIÓN AMBIENTAL EMPRESARIAL	SEGAE	Reducción Acumulada Anual de Vertimientos, Programa de Excelencia Ambiental Distrital -PREAD-
				SEGAE	Reducción Acumulada de Generación de Residuos Peligrosos, Programa de Excelencia Ambiental Distrital - PREAD
				SEGAE	Empresas en Proceso de Autogestión Ambiental
				SEGAE	Ahorro Acumulado en el Consumo de Energía Programa de Excelencia Ambient Distrital - PREAD
				SEGAE	Ahorro Acumulado en el Consumo de Agu Programa de Excelencia Ambiental Distr tal - PREAD
				SEGAE	Radicación de Trámites Ambientales

	Grupo	Recurso	Tema
			Salud Ambiental
		Aire	Salud Ambiental
			Salud Ambiental
		Aire	Salud Ambiental
			Salud Ambiental

10.3.3 Índice de gestión ambiental

Este índice y los subíndices que lo conforman pueden apreciarse en la Tabla .

10.3.4 Subíndice de gestión ambiental empresarial.

Está conformado por seis indicadores simples, relacionados con la gestión que se lleva a cabo en el Distrito para la reducción de vertimientos y residuos peligrosos; así como el ahorro en el consumo de los recursos naturales. Muestra también la gestión para la concientización de empresas en el desarrollo de programas de autogestión ambiental.

	Grupo	Recurso	Tema
	General	Agua	Gestión Ambiental Empresarial
	General	Suelo	Gestión Ambiental Empresarial
	General		Gestión Ambiental Empresarial
tal	General	Aire	Gestión Ambiental Empresarial
ua i-	General	Agua	Gestión Ambiental Empresarial
	General		Gestión Ambiental Empresarial

Tiene que ver con las acciones de restauración, recuperación y rehabilitación que el Distrito emprende en los ecosistemas y las áreas protegidas

Subíndice de gestión arbolado urbano

Está constituido por dos indicadores que muestran la gestión en relación con el número de árboles jóvenes mantenidos al año de la siembra y el número de árboles plantados al año.

Subíndice de saneamiento básico de acueducto y alcantarillado

Conformado por tres indicadores que muestran la cobertura de servicios públicos esenciales y del sistema de alcantarillado pluvial.

El índice de gestión ambiental será construido

Nombre del Índice	Nombre del subíndiceíndice		Elemento ambiental	Dependencia	Nombre del indicador
ÍNDICE DE GESTIÓN AMBIENTAL	SUBÍNDICE DE SANEAMIENTO, ACUEDUCTO Y ALCANTARI-LLADO		SANEAMIENTO	EAAB	Cobertura del Sistema de Alcantarillado Pluvial
				EAAB	Cobertura del Servicio de Alcantarillado
				EAAB	Cobertura del Servicio de Acueducto Residencial
			MANEJO DE RESIDUOS	SRHS	Aceites Usados Movilizados
			CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUAS	SRHS	Kilómetros de Río con Calidad Mejorada para los Ríos Torca, Salitre, Fucha y Tunjuelo
	SUBÍNDICE DE GESTIÓN DE ÁREAS PROTE-GIDAS		ECOSISTEMAS Y ÁREAS PRO-TEGIDAS	SER	Acciones de Restauración, Recuperación y Rehabilitación Ecológica en Áreas de la Estructura Ecológica Principal del Distrito Capital.
				SER	Certificados de Conservación Ambiental Expedidos
				SER	Áreas en Proceso de Restauración Ecológica
			CONSUMO AGUA	SPPA	PIGA, Consumo per Cápita de agua en Las Entidades Públicas Distritales
			CONSUMO DE DENERGÍA ELÉCTRICAS	SPPA	PIGA, Consumo per Cápita de energía (kWh/ persona) en las entidades públicas distritale
	SUBÍNDICE DE GESTIÓN ARBOLADO URBANO		ÁRBOLADO URBANO	JBB	Número de Arboles Jóvenes Mantenidos al Año de la Siembra
				JBB	Árboles plantados AP
			EDUCACIÓN AMBIENTAL	OPEL	Personas vinculadas a estrategias de educa-ción ambiental
			CONTROL DE LA CALIDAD DEL AIRE	SCAAV	Reducción de los días con contaminación de material particulado en el aire - PM10

también a partir de otros indicadores simples como el de manejo de residuos (aceites usados) y de la gestión para el mejoramiento de la calidad del agua, para los principales cuerpos de agua del Distrito. Además abarca indicadores de gestión para el ahorro en el consumo de agua y de energía eléctrica; así como de la gestión en educación ambiental y en el control de la calidad del aire.

En la Ilustración 16 puede observarse que existen propuestas de nuevos indicadores simples para completar el subíndice de ges-

	Grupo	Recurso	Tema
	General		Ordenamiento y Ecourbanismo
	de	Acueducto	Residencial
	General	Agua	Ordenamiento y Ecourbanismo
	General		Control para la Calidad Ambiental
a	General	Agua	Control para la Calidad Ambiental
	General		Ecosistemas
	General		Ecosistemas
	General		Ecosistemas
	General		Control para la Calidad Ambiental
es.	General		Control para la Calidad Ambiental
	General	Vegetación	Estructuras
	General	Vegetación	Estructuras
		Educación	
	General	Aire	

tión ambiental empresarial. Estos indicadores son los de la SEGAE y GAE. Se plantea desarrollar también nuevos indicadores para la gestión de áreas protegidas, para la gestión de la calidad del agua, por parte de la EAAB y la gestión de residuos sólidos. La EAAB propuso un nuevo índice de cumplimiento operativo PTAR, que podrá agregarse a esta lista de índices compuestos (consultar en el mismo anexo).

10.3.5 Índice de riesgo para el consumo de agua potable

Este índice se encuentra publicado actualmente en el OAB junto con los indicadores simples. Se propone hacerlo parte de la batería de índices sintéticos. Como hace alusión a una temática específica que es agua para el consumo humano, no se vio la pertinencia de agregarlo con otros índices o subíndices, para construir otro más global.

10.3.6 Índice de calidad del aire

La metodología para este índice y los intervalos de calidad que emplea, están publicados en la página del OAB. Sus valores por estación, pueden ser consultados en la red de calidad del aire del D.C., existe también reporte anual con el ICA. Se dispone de un índice global de calidad de aire a nivel de Bogotá, calculado anualmente, el cual deberá publicarse.

Se propone mantenerlo al aire, tal como está diseñado, pero en el módulo de índices compuestos o sintéticos.

Para la construcción de los índices compuestos, la definición de cuánto va a contribuir cada indicador simple y cómo se puede transformar cada uno de ellos para poderse agregar, con base en la noción conceptual definida previamente, son dos de los aspectos fundamentales a resolver.

Las variables que se utilizarán para la construcción de los índices sintéticos están en diferentes unidades de medición y tienen una dinámica distinta en cuanto a su variabilidad, también disponen de una región específica en

la recta de los reales, en donde se encuentran los valores deseados; por lo tanto, se considerará para cada caso una transformación de los indicadores entre cero y cien que permitirá en un paso posterior agregarlos y así obtener un índice sintético que resuma el conjunto de indicadores que agrupa.

Una buena parte de los indicadores seleccionados se encuentran disponibles solamente desde el año 2008, por lo tanto se tomaron los valores de los indicadores simples del observatorio entre el período 2008 al 2012 como valores de referencia y basados en estos datos se calcula para los diferentes casos particulares una ecuación matemática que permite transformar o estandarizar cada indicador simple entre cero y cien. Cada uno de los métodos de estandarización que se presentan a continuación podrá ser consultado con el cálculo detallado en la hoja de Excel del ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.; los resultados gráficos y tabulares pueden consultarse en el Anexo7.

11. Estandarización de indicadores simples

11.1 Estandarización directa

Varios de los indicadores que se encuentran en el observatorio y que se utilizarán para la construcción del índice sintético se encuentran estandarizados o su estandarización es casi inmediata y requieren únicamente un re escalamiento o trasladar los valores asociados a atributos positivos hacia valores cercanos a 100. A continuación se presentan los indicadores con su formulación respectiva para estandarizarlos entre cero y cien y de esta manera disponer de ellos para su uso directo en la construcción del índice sintético (Tabla):

Tabla 50 Estandarización directa

Nombre del indicador	Fórmula estandarización
Numero de Días que se Excede la Norma de Material Particulado, Mensual	I = 100-(x/365)*100
Agua Superficial Indicadores en Corrientes - Rio Fucha	I = x
Agua Superficial Indicadores en Corrientes - Rio Salitre	I = x
Agua Superficial Indicadores en Corrientes - Canal Torca	I = x
Agua Superficial Indicadores en Corrientes - Rio Tunjuelo	I = x
Cobertura del Sistema de Alcantarillado Pluvial	I = x
Cobertura del Servicio de Alcantarillado	I = x
Cobertura del Servicio de Acueducto Residencial	I = x

**En la tabla anterior I representa cada indicador y x la variable original.

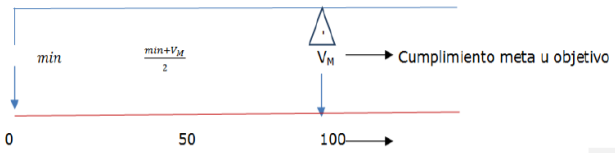
11.2 Estandarización del indicador con respecto a un valor meta u objetivo (valores altos deseables de la variable)

Los indicadores simples que disponen a la fecha de una meta u objetivo, se transformarán a nuevas variables que estén entre cero y 100, de tal manera que los valores que alcancen o superen un valor objetivo o meta (VM) se les asignará una puntuación cercana a 100 en el nuevo índice sintético. Por otro lado, los valores que se encuentren por debajo de la meta u objetivo obtendrán una puntuación que de-

crecerá en la medida en que estos se alejen de la meta. Ver Ilustración 16.

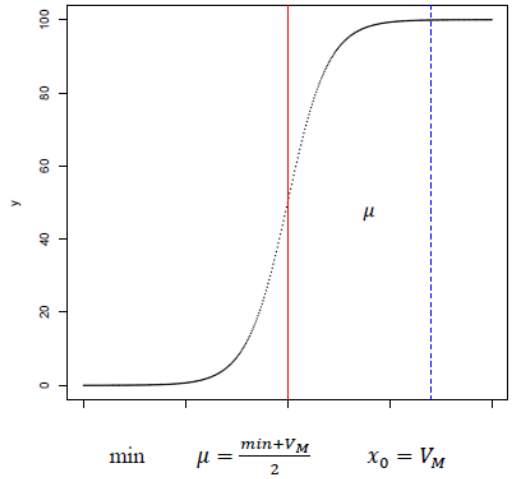
El indicador podría estar acotado por un mínimo conceptual pero se utilizará como mínimo valor de referencia el valor mínimo observado entre los años 2008 y 2012.

Ilustración 16 Estandarización con respecto a un valor meta u objetivo (VM) y valor alto deseable de la variable



La transformación que se utilizará para estandarizar este tipo de indicadores es la logit inversa. Esta función transformará los valores cercanos al valor normativo hacia valores cercanos a 100, por otro lado, se considerará como punto de inflexión de la curva el punto medio (μ) entre el valor mínimo observado en el período y el valor objetivo o meta (VM); en el punto de inflexión la variable transformada tomará el valor de cincuenta. Ver Ilustración 17.

Ilustración 17 Curva logística con un valor meta u objetivo (VM) y valores altos deseables de la variable



La formulación matemática de la función logit inversa cuando los valores deseados se encuentran en magnitudes altas de la variable, se presenta a continuación.

$$I = 100 \times \frac{exp\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)}{1 + exp\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)}$$

Para el caso particular de esta transformación, el punto de inflexión μ es el punto medio entre el mínimo de la variable en el período 2008 y 2012 y el valor meta u objetivo de la variable. En ese valor de inflexión el valor que toma la curva será igual a 50.

El otro parámetro σ es un parámetro de escala que se configura de tal manera que la curva se acerque a cien en el valor meta u objetivo (VM). La siguiente expresión de s permite que conocidos los puntos de inflexión y un punto cualquiera de la curva la variable transformada tome respectivamente en la variable transformada los valores de 50 y 99.

$$\sigma = \frac{\mu - x_0}{log\left(\frac{100}{y_0} - 1\right)}$$

Para este caso particular, $\mu = \frac{min+V_M}{2}$, $x_0 = V_N$ y $y_0 = 99$

La transformación logit inversa además de tener un comportamiento suavizado también permitirá discriminar adecuadamente aquellos valores que aún no han alcanzado la meta, lo cual la hace una transformación muy útil para la estandarización de indicadores simples a valores acotados, en este caso entre cero y cien. A continuación se presentan los indicadores

simples a los que se les aplicará este método de transformación (ver Tabla).

Tabla 51 Estandarización con respecto a un valor objetivo o meta (valores altos deseables de la variable)

Nombre del Indicador	Valor Meta/ Objetivo	μ	σ
Árboles por habitante	0.18	0.2	0.0
Zonas verdes efectivas per cápita	5 m²/hab	4.6	0.1
Acciones de restauración, recuperación y rehabilitación ecológica en áreas de la Estructura Ecológica Principal del Distrito Capital	100 Ha.	57.6	20.9
Árboles plantados	100 árboles/año	53567.5	6722.8
Personas vinculadas a estrategias de educación ambiental	1.200.000 personas (cuatrienio 2012-2016)	0.5	0.1

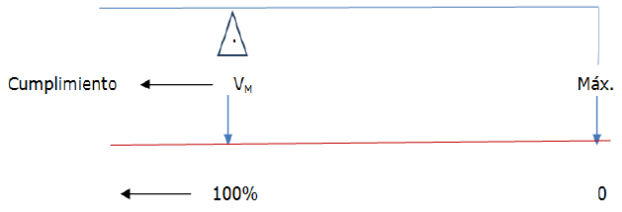
El indicador simple de personas vinculadas a estrategias de educación ambiental tiene una meta que varía año a año con lo cual no existe un único valor objetivo o meta para el período 2008-2012. Para solucionar lo anterior, se calcula una nueva variable realizando el cociente entre el número de personas vinculadas a estrategias de educación ambiental y el valor programado para esta variable en cada año respectivo, de tal forma que si la variable toma exactamente el mismo valor programado, la variable transformada tomaría el valor de uno, que se convierte en el valor de referencia de la nueva variable sobre la cual se realiza la estandarización.

11.3 Estandarización del indicador con respecto a un valor meta u objetivo (valores bajos deseables de la variable)

Los indicadores simples que disponen a la fecha de una meta u objetivo se transformarán a nuevas variables que estén entre cero y 100, de tal manera que los valores que tomen valores menores o iguales a un valor objetivo o meta (VM) se les asignará como puntuación en el nuevo índice sintético un valor cercano (convergente) a 100. Por otro lado, los valores que se encuentren alejados de la meta u objetivo obtendrán una puntuación que decrecerá en la medida en que se van alejando de alcanzarla. Ver Ilustración 18

El indicador podría estar acotado por un máximo conceptual pero se utilizará como máximo valor de referencia el valor máximo observado entre los años 2008 y 2012.

Ilustración 18 Estandarización con respecto a un valor meta u objetivo (VM) y valor bajo deseable de la variable



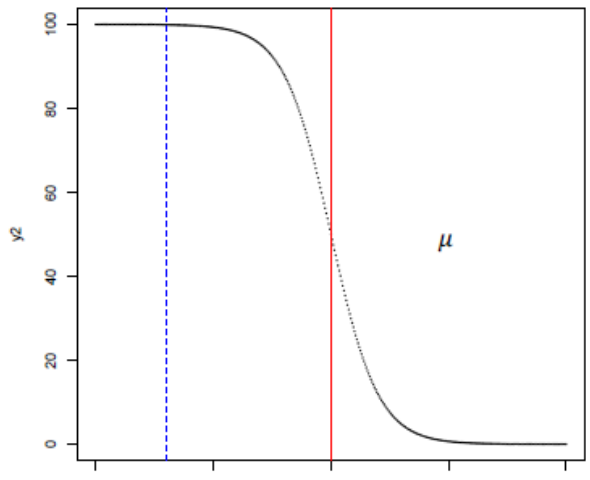
La transformación que se utilizará será una variación de la curva logit inversa. Esta función transformará los valores cercanos al valor meta u objetivo hacia valores cercanos a 100, por otro

lado, se considerará como punto de inflexión de la curva el punto medio entre el valor objetivo (meta) y el valor máximo observado en el período; en el punto de inflexión la variable transformada tomará el valor de cincuenta. Ver Ilustración 19.

La formulación matemática de la curva logit cuando los valores deseables de la variable se encuentran en magnitudes bajas se presenta a continuación.

$$I = 100 \times \frac{exp\left(\frac{\mu - x}{\sigma}\right)}{1 + exp\left(\frac{\mu - x}{\sigma}\right)}$$

Para el caso particular de esta transformación el punto de inflexión μ es el punto medio entre el máximo de la variable en el período 2008 y 2012 y el valor meta u objetivo de la variable. En ese valor de inflexión el valor que toma la curva será igual a 50.



$x_0 = V_M$ $\mu = \frac{max + V_M}{2}$ max

Ilustración 19 Curva logística con un valor meta u objetivo (V_M) y valores bajos deseables de la variable

El otro parámetro σ es un parámetro de escala y se configura de tal manera que la curva se acerque a uno en el valor meta u objetivo (V_M). La siguiente expresión de σ permite lograr esto, conocidos los puntos de inflexión, un punto cualquiera de la curva y su respectivo valor en la variable transformada:

$$\sigma = \frac{x_0 - \mu}{log\left(\frac{100}{y_0} - 1\right)}$$

Para este caso particular, $\mu = \frac{max + V_N}{2}$, $x_0 = V_M$ y $y_0 = 99$

Tabla 52 Estandarización con respecto a un valor objetivo (valores bajos deseables de la variable)

Nombre del Indicador	Valor Meta/ Objetivo	μ	σ
Tasa de mortalidad por enfermedad diarreica aguda (EDA) en niños menores de 5 años	1 (por 100.000 habitantes)	1.35	0.05
Tasa de mortalidad por neumonía en menores de 5 años	9 (por cada 100.000 niños)	15.00	0.87
Tasa mortalidad infantil	8 (nacidos vivos por 1000)	10.65	0.38

11.4 Estandarización del indicador con respecto a un valor normativo (valores bajos deseables de la variable)

Algunos indicadores simples disponen de una normatividad cuyo incumplimiento debe señalarse, asignándole a la variable transformada o estandarizada una magnitud que de alertas sobre el incumplimiento de la norma. Los indicadores que tienen normatividad y adicionalmente sus valores deseables son bajos (por ejemplo los indicadores de aire) tomarán el valor de cincuenta sobre 100 si cumplen la normatividad, tomando como valor exacto el valor normativo. En la medida que la variable tome valores por encima de la normatividad (sobrepase la norma), el valor transformado decrecerá acercándose a cero, si es al contrario, se acercará a 100. Ver Ilustración 20.

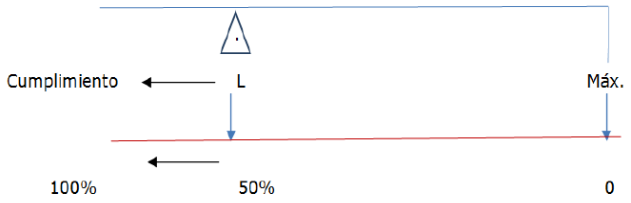
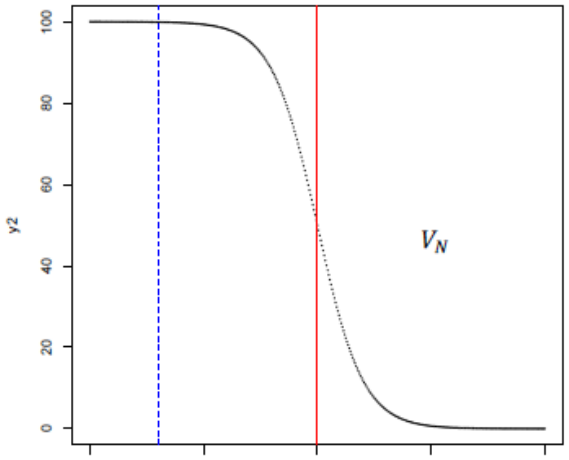


Ilustración 20 Estandarización con respecto a un valor normativo y valores bajos deseables de la variable

Se considerará la función logit inversa para estandarizar los valores de la variable, el punto de inflexión de la curva será el valor normativo en donde la variable transformada tomará el valor de 50, se considerará el valor cero como el mínimo de la variable, de tal manera que hacia la izquierda la variable transformada tomará el valor de 100. Ver Ilustración 21.



$x_0 = 0$ V_N max

Ilustración 21 Curva logística con un valor normativo y valores bajos deseables de la variable

Nuevamente se plantea la función logit inversa:

$$I = 100 \times \frac{exp\left(\frac{\mu - x}{\sigma}\right)}{1 + exp\left(\frac{\mu - x}{\sigma}\right)}$$

Para el caso particular de esta transformación el punto de inflexión μ es el valor normativo. El parámetro de escala σ se configura de tal manera que la curva se acerque a uno en los valores cercanos a cero y a 50 en el punto de inflexión (V_N)

$$\sigma = \frac{x_0 - \mu}{log\left(\frac{100}{y_0} - 1\right)}$$

Para este caso particular, $\mu = V_N$, $x_0 = 0$ y $y_0 = 99$

A continuación se presentan los indicadores simples a los que se les aplicará este método de transformación (ver Tabla 53)

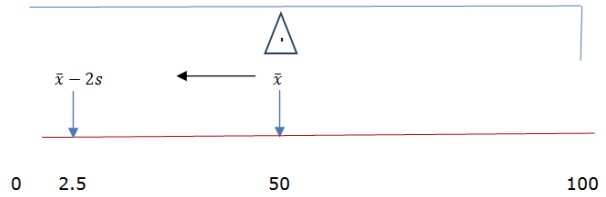
Tabla 53 Estandarización con respecto a un valor normativo (valores bajos deseables de la variable)

Nombre del Indicador	Valor normativo	μ	σ
Material particulado inferior a 10 micras (M) promedio anual	50 μ g/m³	50	4.3
Dióxido de azufre promedio anual	31 ppb	31	2.7
Dióxido de nitrógeno	53 ppb	53	4.6
Monóxido de carbono por 1 hora	34,93 ppm	35	3.0
Ozono promedio 8 horas	41 ppb	41	3.6

11.5 Estandarización de una serie histórica sin valores normativos ni valores meta u objetivo (valores altos deseables de la variable)

Si un indicador simple no tiene un valor normativo ni tampoco un valor objetivo o meta su estandarización a valores entre cero y cien depende de los valores que adopte en unos años de referencia. Para estandarizar este tipo de indicadores se considerará que el promedio observado durante el período (2008-2012) tendrá un valor estandarizado igual a 50. Si el indicador, por otro lado, obtiene valores menores al promedio, el valor estandarizado del indicador irá decreciendo. El indicador tomará un valor igual a 2.5, si es menor en dos desviaciones estándares al promedio. Ver Ilustración 22.

Ilustración 22 Estandarización con respecto a al promedio y valores altos deseables de la variable



La justificación de lo anterior se basa en el supuesto que el proceso aleatorio asociado al índice sintético en el período tiene una distribución normal, con una media $\bar{x}$ y una desviación estándar s.

La transformación que se utilizará será la curva logit inversa. Se considerará como punto de inflexión de la curva el promedio de la variable en el período 2008-2012; los valores que se encuentren alejados en dos desviaciones estándares a la izquierda del promedio se transformarán en un valor de 2.5 (sobre un máximo de 100 que puede tomar la variable estandarizada). Ver Ilustración 23.

Se utiliza la función logit inversa para convertir los valores entre cero y cien:

$$I = 100 \times \frac{exp\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)}{1 + exp\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)}$$

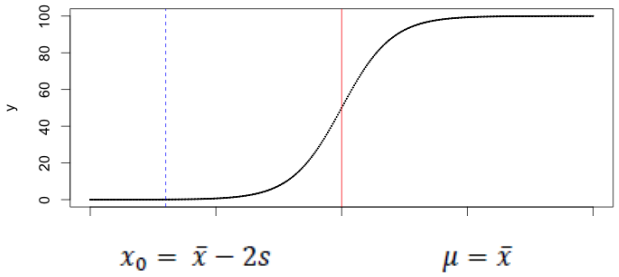


Ilustración 23 Curva logística con un valor promedio y valores altos deseables de la variable

El punto de inflexión μ considerado para la curva es el promedio en el período 2008 al 2012, el parámetro de escala se configura de tal forma que el indicador estandarizado tome un valor de 2.5 en $\bar{x}$ - 2s. El valor del parámetro de escala será:

$$\sigma = \frac{x_0 - \mu}{log\left(\frac{100}{y_0} - 1\right)}$$

Para este caso particular, $\mu = \bar{x}$, $x_0 = \bar{x} - 2s$ y $y_0 = 2.5$

A continuación se presentan los indicadores simples a los que aplica este método de transformación (ver Tabla 54).

Tabla 54 Estandarización con respecto a un valor promedio (valores altos deseables de la variable)

Nombre del Indicador	Unidades	μ	σ
Reducción acumulada anual de vertimientos, Programa de Excelencia Ambiental Distrital -PREAD-	M^3	1058405	358539.9914
Reducción acumulada de generación de residuos peligrosos, Programa de Excelencia Ambiental Distrital - PREAD	Tn/año	33481.8	3172.143354
Ahorro acumulado en el consumo de energía Programa de Excelencia Ambiental Distrital - PREAD	GJ	1776749.4	550784.2149
Ahorro acumulado en el consumo de agua Programa de Excelencia Ambiental Distrital - PREAD	M^3	1477946	249244
Radicación de trámites ambientales	%	434	147.2331748
Aceites usados movilizados	Galones	3221689.4	295135.1941
Kilómetros de río con calidad mejorada para los ríos Torca, Salitre, Fucha y Tunjuelo	Km	8.114	0.993655633
Certificados de conservación ambiental expedidos	Certificados/año	287.8421458	30.91045497
Número de árboles jóvenes mantenidos al año de la siembra	Unidades	227.8872	14.82893282
Empresas en proceso de autogestión ambiental	Número de empresas	525.0	177.1
Áreas en proceso de restauración ecológica	Ha.	57.61	20.94

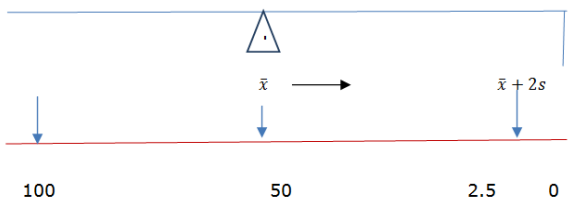
11.6 Estandarización de una serie histórica sin valores normativos ni valores meta u objetivo (valores bajos deseables de la variable)

Si un indicador simple no tiene un valor normativo ni tampoco un valor objetivo o meta su estandarización a valores entre cero y cien depende de los valores que tome en unos años de referencia. Para estandarizar este tipo de indicadores se considera que el promedio observado durante el período (2008-2012) tendrá un valor estandarizado igual a 50. Si el indicador adopta valores menores al promedio, tendrá un valor de estandarización igual a 2.5,

si es menor en dos desviaciones estándares al promedio. Ver Ilustración 24.

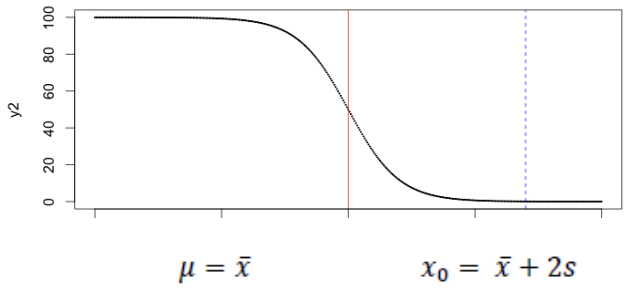
La justificación de lo anterior se basa en el supuesto que el proceso aleatorio asociado al índice sintético en el período tiene una distribución normal, con una media $\overline{x}$ y una desviación estándar s.

Ilustración 24 Estandarización con respecto a al promedio y valores bajos deseables de la variable



La transformación que se utilizará será la curva logit inversa. Se considerará como punto de inflexión de la curva el promedio de la variable en el período 2008-2012; los valores que se encuentren alejados en dos desviaciones estándares a la derecha del promedio se transformarán en un valor de 2.5 (sobre un máximo de 100 que puede adoptar la variable estandarizada). Ver Ilustración 25.

Ilustración 25 Curva logística con un valor promedio y valores bajos deseables de la variable



Se utiliza la función logit inversa para convertir los valores entre cero y cien:

$$I = 100 \times \frac{exp\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)}{1 + exp\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)}$$

El punto de inflexión μ considerado para la curva es el promedio en el período 2008 al 2012, el parámetro de escala se configura de tal forma que el indicador estandarizado tome un valor de 2.5 en $\overline{x}$-2s. El valor del parámetro de escala será:

$$\sigma = \frac{x_0 - \mu}{log\left(\frac{100}{y_0} - 1\right)}$$

Para este caso particular, $\mu = \bar{x}$, $x_0 = \bar{x} - 2s$ y $y_0 = 2.5$

A continuación se presentan los indicadores simples que se les aplica este método de transformación (Tabla).

Tabla 55 Estandarización con respecto a un valor promedio (valores bajos deseables de la variable)

Nombre del Indicador	Unidades	μ	σ
Carga de sólidos suspendidos totales transportados al río Bogotá	Tn/año	83395	13329.6
Carga de materia orgánica (DBO Demanda Biológica de Oxígeno) aportada al río Bogotá	Tn/año	70203	9013.1
Disposición de residuos en el relleno sanitario Doña Juana per cápita	Tn/habitantes	0.3	0.00386
Número de vehículos particulares	Unidades	1087743	82731.7
Prevalencia de sibilancias (silbidos en el pecho en niños lactantes) en menores de 5 años, debido al material particulado	%	52	12.8
Casos atendidos en salas de enfermedades respiratorias agudas (ERA)	Casos/año	31448	3324.3
PIGA, consumo per cápita de agua en las entidades públicas distritales	M^3/persona	2	0.3
PIGA, consumo per cápita de energía en las entidades públicas distritales.	kWh/ persona	83	2.6

12 Ponderación de los indicadores estandarizados

El método de ponderación empleó cuatro criterios para hallar el peso relativo de cada indicador simple dentro de los diversos subíndices e índices a ser construidos.

12.1 Métodos de ponderación

Para obtener la ponderación de indicadores al interior de cada uno de los índices y subíndices que conformarán la batería, se utilizó el siguiente procedimiento de asignación de pesos:

1. Se realizó una calificación del indicador a través de cuatro criterios:

   a. Juicios de experto

   b. Sostenibilidad de los datos

   c. Calidad de los datos en términos de funcionalidad y credibilidad

   d. Importancia social e información útil, relacionada también con la pertinencia y relevancia para políticas y objetivos ambientales del Distrito.

Los anteriores criterios se evaluaron en una escala de uno a cinco y se describen más adelante.

2. Para tratar adecuadamente la importancia diferenciada que tiene cada uno de los cuatro criterios en términos de sus medidas de tendencia central y de variabilidad, se procedió a estandarizar las puntuaciones, al interior de cada uno de los índices y subíndices que conformarán la batería. De esta manera se garantizará que se tenga en cuenta la importancia relativa de cada indicador simple, dentro de la agregación a ser efectuada.

La fórmula de estandarización usada fue:

$$z = \frac{x - \bar{x}}{s_x}$$

Donde $\bar{x}$ es el promedio de las calificaciones de los cuatro criterios considerados; X: es la calificación del criterio considerado; s_x es la desviación estándar de cada uno de los indicadores simples al interior de los índices considerados.

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Los valores se estandarizaron al interior de cada uno de los índices propuestos (índice de calidad ambiental, índice de gestión ambiental e índice de impacto ambiental sobre la salud pública).

3. Los valores estandarizados correspondientes a cada una de las puntuaciones de los cuatro criterios considerados para cada uno de los índices en el paso dos, se transforman a una escala entre cero y 100.

$$z_{esc} = 100 \times \frac{z - \min(z)}{máx(z) - \min(z)}$$

Donde min(z) y max(z) son respectivamente el mínimo y el máximo de los valores estandarizados al interior de cada uno de los subíndices mencionados en el numeral 3.

4. Los valores estandarizados correspondientes a cada uno de los cuatro criterios, se promedian al interior de cada uno de los índices.

$$z_{esc} = \frac{z_{esc_1} + z_{esc_2} + z_{esc_3} + z_{esc_4}}{4}$$

5. Finalmente, los valores obtenidos en el paso 4, son re escalados de tal forma que la suma de los pesos resultantes en cada uno de los índices sea 100. Nuevamente se utiliza la misma fórmula descrita en el paso dos, pero usando en lugar de los valores estandarizados (z), el valor promedio calculado en el paso anterior.

6. La contribución de cada uno de los subíndices al interior del índice sintético se calcula realizando el cociente de la suma de los indicadores simples que componen el subíndice dividido por la suma de los indicadores simples que conforma el índice sintético, según esquema jerárquico de índices y subíndices.

Este ejercicio para los indicadores simples propuestos, se presenta en el Anexo 4.

Las columnas a, b, c y d corresponden a las calificaciones de los criterios: juicios de experto, sostenibilidad de los datos, calidad de los datos e importancia social respectivamente; las columnas z1 a z4 corresponden a las estandarizaciones de las puntuaciones de cada uno de los anteriores criterios al interior de cada uno de los índices, las columnas z_{1esc} a z_{4esc} corresponden los valores estandarizados transformados entre cero y cien al interior de cada uno de los índices. La columna promedio corresponde el promedio de z1esc a z4esc. Finalmente la columna Pesos corresponde al promedio transformado entre cero y cien.

Tabla 56 Ponderación de indicadores simples dentro de los subíndices e índices sintéticos

Nombre del indicador	Grupo	Recurso	Tema	Juicios de experto	Sosteni-bilidad de los datos	Calidad de los datos sub-yacentes	Importan-cia socia e informa ción útil
Carga de Sólidos Suspendidos Totales Transportados al Río Bogotá	General	Agua	Control para la Calidad Ambiental	5	5	4,5	5
Carga de Materia Orgánica (DBO Demanda Biológica de Oxígeno) Aportada al Río Bogotá	General	Agua	Control para la Calidad Ambiental	5	5	3,5	5
Disposic ión de Residuos en el Relleno Sanitario Doña Juana Per Cápita	General	Suelo		4	5	4	4
Numero de Días que se Exc ede la Norma de Material Particulado, Mensual	General	Aire	Control para la Calidad Ambiental	5	3	3,5	5
Agua Superficial Indicadores en Corrientes - Rio Fucha	General	Agua	Control para la Calidad Ambiental	4	3	4	4
Agua Superficial Indicadores en Corrientes - Rio Salitre	General	Agua	Control para la Calidad Ambiental	4	3	4	4
Agua Superficial Indicadores en Corrientes - Canal Torca	General	Agua	Control para la Calidad Ambiental	4	3	4	4
Agua Superficial Indicadores en Corrientes - Rio Tunjuelo	General	Agua	Control para la Calidad Ambiental	4	3	4	4
Material Particulado Inferior a 10 Micras (M) Promedio Anual	General	Aire	Control para la Calidad Ambiental	5	5	4	5
Dióxido de Azufre Promedio Anual	General	Aire	Control para la Calidad Ambiental	4	5	4	3
Dióxido de Nitrógeno	General	Aire	Control para la Calidad Ambiental	4	4	3	3

z1	z2	z3	z4	z1escalado	z2escalado	z3escalado	z4escalado	Promedio
0,968246	0,9139	1,098	1	100	100	75	100	93,75
0,968246	0,9139	-0,854	1	100	100	25	100	81,25
-0,32275	0,9139	0,122	-0	66,667	100	50	66,667	70,833333
0,968246	-1,175	-0,854	1	100	0	25	100	56,25
-0,32275	-1,175	0,122	-0	66,667	0	50	66,667	45,833333
-0,32275	-1,175	0,122	-0	66,667	0	50	66,667	45,833333
-0,32275	-1,175	0,122	-0	66,667	0	50	66,667	45,833333
-0,32275	-1,175	0,122	-0	66,667	0	50	66,667	45,833333
0,968246	0,9139	0,122	1	100	100	50	100	87,5
-0,32275	0,9139	0,122	-1	66,667	100	50	33,333	62,5
-0,32275	-0,131	-1,83	-1	66,667	50	0	33,333	37,5

Nombre del indicador	Grupo	Recurso	Tema	Juicios de experto	Sosteni-bilidad de los datos	Calidad de los datos sub-yacentes	Importan-cia socia e informa ción útil
Monóxido de Carbono por 1 hora	General	Aire	Control para la Calidad Ambiental	4	5	3	3
Ozono Promedio 8 horas	General	Aire	Control para la Calidad Ambiental	5	4	4	4
Árboles por habitante	General	Vegeta-ciòn	Estructuras	4	5	4,5	5
Zonas Verdes Efec tivas Per Cápita	General	Suelo	Espacio público	5	5	4	5
Número de Vehículos Particulares	General		Movilidad Sostenible	2	3	2	5
Tasa de Mortalidad por Enfer-medad Diarreica Aguda (EDA) en Niños Menores de 5 Años			Salud Ambiental	5	3	4	5
Tasa de Mortalidad por Neu-monía en Menores de 5 años		Aire	Salud Ambiental	5	5	4	5
Prevalencia de Sibilancias (silbidos en el pecho en niños lac tantes) en Menores de 5 años Debido al Material Particulado			Salud Ambiental	4	3	3	4
Casos Atendidos en Salas de Enfermedades Respiratorias Agudas (ERA)		Aire	Salud Ambiental	3	3	4	4
Tasa Mortalidad Infantil			Salud Ambiental	5	5	4	5
Reducción Acumulada Anual de Vertimientos, Programa de Excelencia Ambiental Distrital - PREAD-	General	Aire	Gestión Ambiental Empresarial	5	5	3,5	4
Reducción Acumulada de Ge-neración de Residuos Peligro-sos, Programa de Excelencia Ambiental Distrital - PREAD	General	Suelo	Gestión Ambiental Empresarial	5	5	3,5	4

z1	z2	z3	z4	z1escalado	z2escalado	z3escalado	z4escalado	Promedio
-0,32275	0,9139	-1,83	-1	66,667	100	0	33,333	50
0,968246	-0,131	0,122	-0	100	50	50	66,667	66,666667
-0,32275	0,9139	1,098	1	66,667	100	75	100	85,416667
0,968246	0,9139	0,122	1	100	100	50	100	87,5
-2,90474	-1,175	2,074	-2	0	0	100	0	25
0,67082	-0,73	0,447	0,7	100	0	100	100	75
0,67082	1,0954	0,447	0,7	100	100	100	100	100
-0,44721	-0,73	-1,789	-1	50	0	0	0	12,5
-1,56525	-0,73	0,447	-1	0	0	100	0	25
0,67082	1,0954	0,447	0,7	100	100	100	100	100
0,860309	0,8603	-0,774	-0	100	92,04	16,808	66,667	68,878529
0,860309	0,8603	-0,774	-0	100	92,04	16,808	66,667	68,878529

Nombre del indicador	Grupo	Recurso	Tema	Juicios de experto	Sosteni-bilidad de los datos	Calidad de los datos sub-yacentes	Importan-cia socia e informa ción útil
Empresas en Proceso de Autogestión Ambiental.	General		Gestión Ambiental Empresarial	3	3	3,5	4
Ahorro Acumulado en el Consumo de Energía Progra-ma de Excelenc ia Ambiental Distrital - PREAD	General	Agua	Gestión Ambiental Empresarial	5	5	4	4
Ahorro Acumulado en el Con-sumo de Agua Programa de Excelencia Ambiental Distrital - PREAD	General	Agua	Gestión Ambiental Empresarial	5	5	4	4
Radic ac ión de Trámites Ambientales	General		Gestión Ambiental Empresarial	4	5	5	4
Cobertura del Sistema de Alcantarillado Pluvial	General		Ordenamieto y Ecourbanismo	4	5	5	3
Cobertura del Servicio de Alcantarillado	de	Acue-ducto	Residencial	4	5	5	3
Cobertura del Servicio de Acueducto Residencial	General	Agua	Ordenamieto y Ecourbanismo	4	5	5	3
Aceites Usados Movilizados	General		Control para la Calidad Ambiental	2	4	3	2
Kilómetros de Río c on Ca-lidad Mejorada para los Ríos Torc a, Salitre, Fuc ha y Tunjuelo	General	Agua	Control para la Calidad Ambiental	5	4	4	5
Acc iones de Restauración, Rec uperac ión y Rehabili-tación Ec ológic a en Áreas de la Estruc tura Ec ológic a Principal del Distrito Capital.	General		Ecosistemas	5	3	4,5	5
Certific ados de Conservac ión Ambiental Expedidos	General		Ecosistemas	3	3	3,5	3
Áreas en Proc eso de Restau-rac ión Ec ológic a	General		Ecosistemas	5	3	3	5

z1	z2	z3	z4	z1escalado	z2escalado	z3escalado	z4escalado	Promedio
-1,31914	-1,319	-0,774	-0	33,333	0	16,808	66,667	29,20198
0,860309	0,8603	-0,229	-0	100	92,04	33,616	66,667	73,080509
0,860309	0,8603	-0,229	-0	-100	92,04	33,616	66,667	73,080509
-1,31914	-1,319	-0,229	-1	33,333	0	33,616	33,333	25,070626
-0,10509	1,0488	1,923	-1	72,287	106,46	96,126	41,231	79,025312
-0,10509	1,0488	1,923	-1	72,287	106,46	96,126	41,231	79,025312
-0,10509	1,0488	1,923	-1	72,287	106,46	96,126	41,231	79,025312
-2,40887	-0,229	-1,319	-2	0	46,02	0	0	11,504942
0,860309	-0,229	-0,229	0,9	100	46,02	33,616	100	69,908901
0,860309	-1,319	0,315	0,9	100	0	50,424	100	62,605939
-1,31914	-1,319	-0,774	-1	33,333	0	16,808	33,333	20,868646
0,860309	-1,319	-1,319	0,9	100	0	0	100	50

Nombre del indicador	Grupo	Recurso	Tema	Juicios de experto	Sostenibilidad de los datos	Calidad de los datos subyacentes	Importancia social e información útil
PIGA, Consumo per Cápita de agua en Las Entidades Públicas Distritales	General		Control para la Calidad Ambiental	4	3	4	4
PIGA, Consumo per Cápita de energía (kWh/persona) en las entidades públic as distritales.	General		Control para la Calidad Ambiental	4	3	4	4
Número de Arboles Jóvenes Mantenidos al Año de la Siembra	General	Vegetaciòn	Estructuras	5	5	4	5
Árboles plantados AP	General	Vegetaciòn	Estructuras	5	5	4	5
Personas vinculadas a estrategias de educación ambiental	General		Educación	4	3	4	4

Los siguientes son los criterios utilizados para realizar las ponderaciones de los indicadores simples al interior de cada uno de los índices y subíndices que conforman la batería de sintéticos (ver calificaciones en la matriz del Anexo 4 y en la Tabla)

12.1.1 Criterio de ponderación juicio de expertos

Este criterio empleó el juicio de expertos para sopesar la importancia de un indicador en la temática abordada por cada subíndice e índice propuesto. Con base en el significado ambiental implícito en cada índice compuesto, se indagó a expertos de la Universidad Nacional, para que señalaran aquellos indicadores simples que fueran centrales y representativos de la característica ambiental que se estaba abordando. El resultado de esta calificación puede ser observado en la columna "juicio de expertos".

12.1.2 Criterio de ponderación sostenibilidad de los datos

Este criterio evaluó que tan sostenible han sido cada uno de los indicadores simples utilizados para la agregación del índice sintético. En una escala de uno a cinco se calificó este criterio. Los indicadores que fueron publicados en los últimos siete años se les otorga una calificación de tres, los indicadores que tengan valores publicados entre ocho y diez años se califican con cuatro y finalmente aquellos indicadores que se encuentran disponibles hace más de diez años reciben una calificación de cinco. Es de resaltar que a los indicadores que tuvieran una historia de menos de cinco años se les asignó calificación de dos, puesto que ésta fue la serie de tiempo mínima que se consideró común y pertinente para los indicadores analizados.

z1	z2	z3	z4	z1escalado	z2escalado	z3escalado	z4escalado	Promedio
-0,22942	-1,319	-0,229	-0	66,667	0	33,616	66,667	41,737293
-0,22942	-1,319	-0,229	-0	66,667	0	33,616	66,667	41,737293
0,860309	0,8603	-0,229	0,9	100	92,04	33,616	100	81,413842
0,860309	0,8603	-0,229	0,9	100	92,04	33,616	100	81,413842
-0,22942	-1,319	-0,229	-0	66,667	0	33,616	66,667	41,737293

12.1.3 Criterio de ponderación calidad de los datos subyacentes

En este criterio se cuantifica la calidad del indicador en términos de su funcionalidad, es decir que el indicador sea medible, operable y sensible a los cambios registrados en la situación inicial; otro criterio de calidad que se tuvo en cuenta, es la credibilidad del indicador, es decir si el indicador está basado en estándares estadísticos apropiados.

12.1.4 Criterio de ponderación importancia social e información útil que brinda cada indicador

Este criterio tuvo en cuenta la importancia social del indicador, es decir, la utilidad que ofrece al ciudadano que lo consulta, está relacionada también con la pertinencia y relevancia de éste para demostrar coherencia y relación con las políticas públicas y con los objetivos ambientales del Distrito en sus procesos de planeación.

Las calificaciones asignadas, fueron puestas a disposición de las dependencias y entidades encargadas de la publicación de los indicadores simples, para que ellas participaran en este proceso. Algunas de ellas proporcionaron calificaciones que fueron actualizadas en la matriz de calificación.

Estas no dejan de ser asignaciones subjetivas, de allí que si se tomara la decisión de realizar modificaciones a las valoraciones de los criterios, se podrá usar la matriz del Anexo 4 que tiene las fórmulas para el cálculo de nuevos pesos.

La calificación de los diversos criterios de ponderación y el procesamiento para obtener los diferentes pesos se presentaron en la Tabla 12.

12.2 Resultados de la ponderación de indicadores simples para los índices y subíndices sintéticos

Para los índices sintéticos se consideraron los pesos de cada uno de los indicadores simples que lo componen. Es casi inmediato poder establecer los pesos de los subíndices que conforman cada índice sintético.

En la Tabla 57 y el Anexo 4 se presenta el resultado de esas ponderaciones por cada indicador simple y para los subíndices e índices propuestos.

13. Agregación de indicadores simples en índices y subíndices sintéticos

13.1 Método de agregación utilizado

Una vez estandarizados los indicadores simples de tal forma que las mejores condiciones para el ambiente adopten un valor de 100 y el peor desempeño un valor de cero (0), se procedió a agregar los indicadores estandarizados al interior de cada una las jerarquías definidas.

Los indicadores se agregaron usando una combinación lineal, utilizando como coeficientes de ésta, los pesos resultantes en la fase de ponderación.

La fórmula general de agregación usada fue:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^{p} w_i \, x_i}{\sum_{i=1}^{p} w_i}$$

Donde cada valor w_i representa la ponderación de cada indicador simple dentro de la jerarquía definida para la construcción del índice sintético x_i. Los pesos w_i de cada indicador simple para cada subíndice e índices sintéticos pueden observarse en él.

13.2 Caso particular WQI de agua

Para los indicadores del subíndice de estado del agua, fue tomado en consideración que ellos tienen un significado agregado para la calidad de agua superficial en una escala de ciudad. Los indicadores WQI se presentan discriminados por corrientes principales del Distrito, pero los demás indicadores trabajados tienen una escala de cubrimiento para el total de la ciudad. De allí que se propuso agregar estos tres indicadores, para generar un solo índice de calidad del agua superficial para Bogotá.

Tabla 57 Resultado de ponderaciones de índices simples, subíndices e índices sintéticos

Tabla 57 Resultado de ponderaciones de índices simples, subíndices e índices sintéticos

Nombre del indicador	Peso indicador	Subíndice sintético de primera jerarquía	Contribución (%) indicador simple a subindice de primera jerarquia
Carga de Sólidos Suspendidos Totales Transportados al Río Bogotá	9,49	SUBÍNDICE DE PRESIÓN DEL AGUASUBÍNDICE	53,6
Carga de Materia Orgánica (DBO Demanda Biológica de Oxígeno) Aportada al Río Bogotá	8,23		46,4
Disposición de Residuos en el Relleno Sanitario Doña Juana Per Cápita	7,17		
Numero de Días que se Excede la Norma de Material Particulado, Mensual	5,70		
Agua Superficial Indicadores en Corrientes Fucha	4,64	SUBÍNDICE DEL ESTADO DEL AGUA	25
Agua Superficial Indicadores en Corrientes Salitre	4,64		25
Agua Superficial Indicadores en Corrientes Torca	4,64		25
Agua Superficial Indicadores en Corrientes Tunjuelo	4,64		25
Material Particulado Inferior a 10 Micras (M) Promedio Anual	8,86	SUBÍNDICE DEL ESTADO DEL AIRE	28,8
Dióxido de Azufre Promedio Anual	6,33		20,5
Dióxido de Nitrógeno	3,80		12,3
Monóxido de Carbono por 1 hora	5,06		16,4
Ozono Promedio 8 horas	6,75		21,9
Árboles por habitante	8,65		
Zonas Verdes Efectivas Per Cápita	8,86		
Número de Vehículos Particulares	2,53		
Tasa de Mortalidad por Enfermedad Diarreica Aguda (EDA) en Niños Menores de 5años	24,00		
Tasa de Mortalidad por Neumonía en Menores de 5 años	32,00		
Prevalencia de Sibilancias (silbidos en el pecho en niños lactantes) en Menores de 5 años Debido al Material Particulado	4,00		

Peso subíndice sintético de primera jerarquía	Subíndice sintético de segunda jerarquía	Contribución (%) indicador simple a subindice de segunda jerarquía	Peso subíndice sintético de segunda jerarquía	ÍNDICE SINTÉTICO
17,7	SUBÍNDICE DE PRESIÓN AMBIENTAL	31,0	30,6	INDICE DE CALIDAD AMBIENTAL
		26,9		
7,2		23,4		
5,7		18,6		
18,6	SUBINDICE DEL ESTADO AMBIENTAL	6,69	69,4	
		6,69		
		6,69		
		6,69		
30,8		12,77		
		9,12		
		5,47		
		7,29		
		9,73		
8,6		12,46		
8,9		12,77		
2,5		3,65		
			24	INDICE DE IMPACTO A LA SALUD PÚBLICA
			32	
			4	

Nombre del indicador	Peso indicador	Subíndice sintético de primera jerarquía	Contribución (%) indicador simple a subindice de primera jerarquia
Casos Atendidos en Salas de Enfermedades Respiratorias Agudas (ERA)	8,00		
Tasa Mortalidad Infantil	32,00		
Reducción Acumulada Anual de Vertimientos, Programa de Excelencia Ambiental Distrital -PREAD-	6,39		
Reducción Acumulada de Generación de Residuos Peligrosos, Programa de Excelencia Ambiental Distrital – PREAD	6,39		
Empresas en Proceso de Autogestión Ambiental.	2,71		
Ahorro Acumulado en el Consumo de Energía Programa de Excelencia Ambiental Distrital – PREAD	6,78		
Ahorro Acumulado en el Consumo de Agua Programa de Excelencia Ambiental Distrital – PREAD	6,78		
Radicación de Trámites Ambientales	2,33		
Cobertura del Sistema de Alcantarillado Pluvial	7,33		
Cobertura del Servicio de Alcantarillado	7,33		
Cobertura del Servicio de Acueducto Residencial	7,33		
Aceites Usados Movilizados	1,07		
Kilómetros de Río con Calidad Mejorada para los Ríos Torca, Salitre, Fucha y Tunjuelo	6,48		
Acciones de Restauración, Recuperación y Rehabilitación Ecológica en Áreas de la Estructura Ecológica Principal del Distrito Capital.	5,81		
Certificados de Conservación Ambiental Expedidos	1,94		
Áreas en Proceso de Restauración Ecológica	4,64		

Peso subíndice sintético de primera jerarquía	Subíndice sintético de segunda jerarquía	Contribución (%) indicador simple a subindice de segunda jerarquía	Peso subíndice sintético de segunda jerarquía	ÍNDICE SINTÉTICO
			8	INDICE DE IMPACTO A LA SALUD PÚBLICA
			32	
	SUBÍNDICE DE GESTIÓN AMBIENTAL EMPRESARIAL	20,4	31,4	ÍNDICE DE GESTIÓN AMBIENTAL
		20,4		
		8,6		
		21,6		
		21,6		
		7,4		
	SUBÍNDICE DE SANEAMIENTO, ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO		22,0	
			1,1	
			6,5	
	SUBÍNDICE DE GESTIÓN DE ÁREAS PROTEGIDAS	46,9	12,4	
		15,6		
		37,5		

Nombre del indicador	Peso indicador	Subíndice sintético de primera jerarquía	Contribución (%) indicador simple a subindice de primera jerarquia
PIGA, Consumo per Cápita de agua en Las Entidades Públicas Distritales	3,87		
PIGA, Consumo per Cápita de energía (kWh/persona) en las entidades públicas distritales.	3,87		
Número de Arboles Jóvenes Mantenidos al Año de la Siembra	7,55		
Árboles plantados AP	7,55		
Personas vinculadas a estrategias de educación ambiental	3,87		

El cálculo del WQI agregado se realizó a través de un promedio ponderado de la calidad del agua para cada uno de los tramos de los ríos Fucha, Salitre, Tunjuelo y Torca. Los pesos se definieron con base en la longitud en kilómetros de cada tramo. La fórmula empleada fue:

$$I = \frac{\sum_{i=1}^{p} L_i x_i}{\sum_{i=1}^{p} L_i}$$

L_i representa la longitud del tramo i

X_i representa la puntuación entre cero y 100 de la calidad del agua para el tramo i en un año específico

El cálculo efectuado fue:

WQI= (1.98*Tramo_Fucha[1] + 7.56*Tramo_Fucha[2]+2.74*Tramo_Fucha[3]+ 5.03*Tramo_Fucha[4]+ 1.31*Tramo_Salitre[1]+2.31*-Tramo_Salitre[2]+2.70*Tramo_Salitre[3]+ 13.45*Tramo_Salitre[4]+ 5.96*Tramo_Torca[1]+7.10*Tramo_Torca[2]+ 1.46*Tramo_Tunjuelo[1]+4.1*Tramo_Tunjuelo[2]+14.16*Tramo_Tunjuelo[3]+ 14.39*Tramo_Tunjuelo[4])/84.25

Este mismo procedimiento se llevó a cabo para el WQI de cada año.

14. Resultados de índices sintéticos

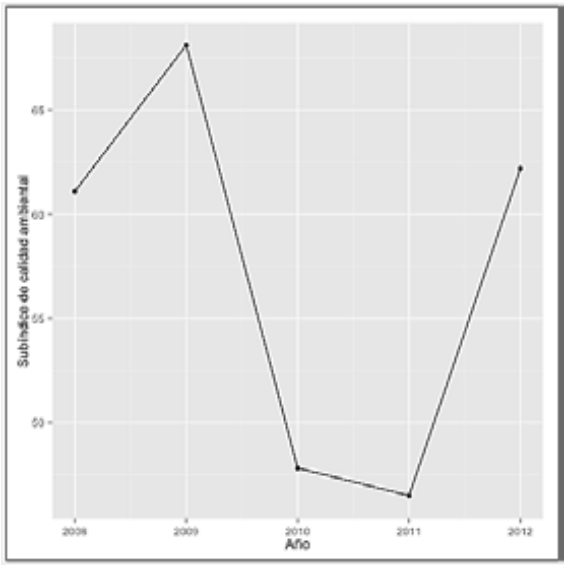
Los cálculos detallados de los índices y subíndices presentados y las agregaciones ponderadas empleadas para su obtención, pueden ser consultados en el ANEXO 6.

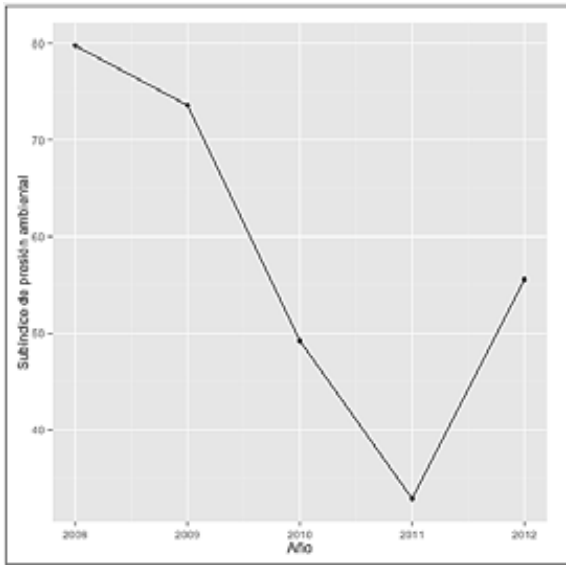
14.1 Índice de calidad ambiental de Bogotá

A continuación se presentan los resultados de este índice para el intervalo de tiempo 2008 – 2012.

Año	Calidad ambiental
2008	61,1
2009	68,1
2010	47,8
2011	46,5
2012	62,2

Peso subíndice sintético de primera jerarquía	Subíndice sintético de segunda jerarquía	Contribución (%) indicador simple a subindice de segunda jerarquía	Peso subíndice sintético de segunda jerarquía	ÍNDICE SINTÉTICO
			3,9	ÍNDICE DE GESTIÓN AMBIENTAL
			3,9	
	SUBÍNDICE DE GESTIÓN ARBOLADO URBANO	50,0	15,1	
		50,0		
			3,9	



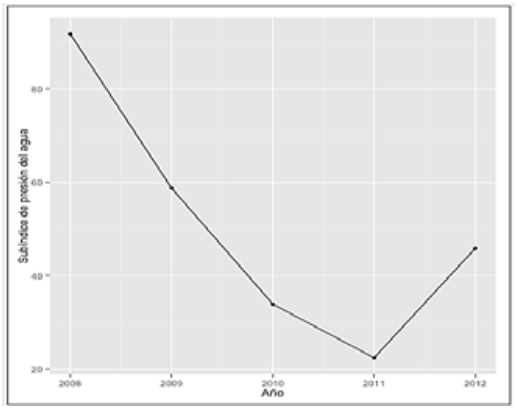


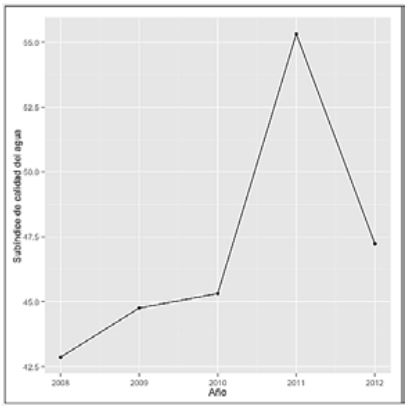
14.1.1 Subíndice de presión ambiental

Año	Presión ambiental
2008	79,8
2009	73,6
2010	49,2
2011	32,9
2012	55,5

14.1.1.1 Subíndice de presión del agua

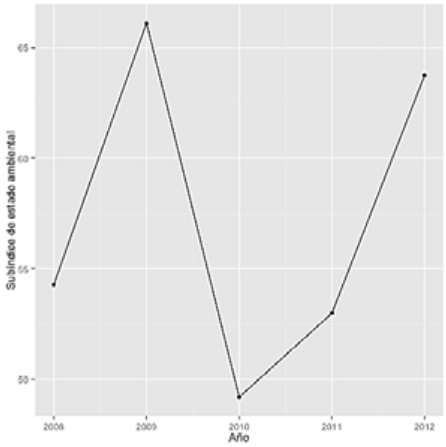
Año	Presión del Agua
2008	91,7
2009	58,7
2010	33,9
2011	22,4
2012	45,9





14.1.2 Subíndice del estado ambiental

Año	Estado ambiental
2008	52,8
2009	65,7
2010	47,2
2011	52,5
2012	65,1

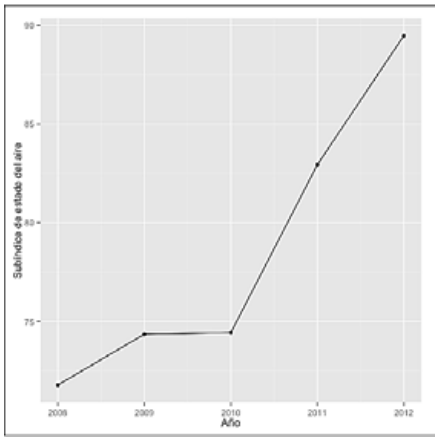


14.1.2.1 Subíndice del estado del agua

Fecha	WQI
2008	42,9
2009	44,8
2010	45,3
2011	55,3
2012	47,2

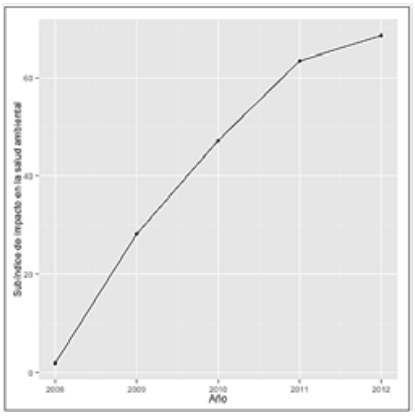
14.1.2.2 Subíndice del estado del aire

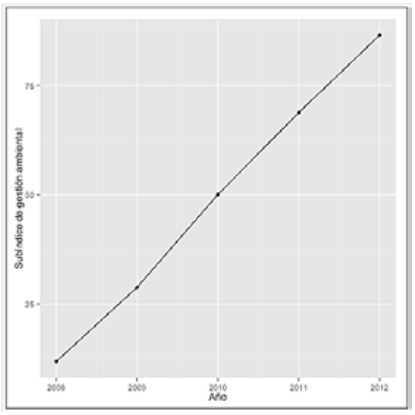
Año	Estado del aire
2008	71,8
2009	74,4
2010	74,4
2011	82,9
2012	89,5



14.2 Índice impacto ambiental sobre la salud pública

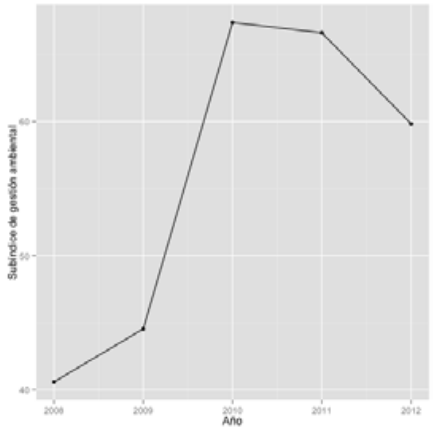
Año	Impacto sobre la salud pública
2008	1,9
2009	28,2
2010	47,2
2011	63,4
2012	68,6





14.3 Índice de gestión ambiental

Año	Gestión ambiental
2008	40,59
2009	44,54
2010	67,39
2011	66,62
2012	59,83

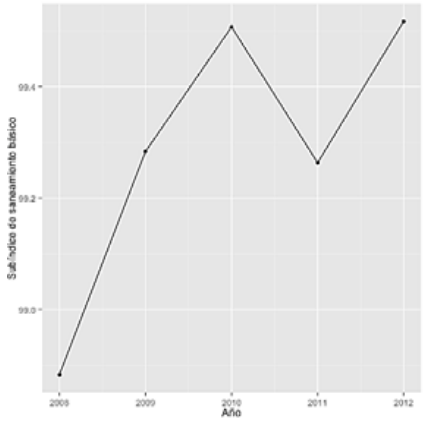


14.3.1 Subíndice de gestión ambiental empresarial

Año	Gestión ambiental empresarial
2008	11,8
2009	28,8
2010	50,0
2011	68,7
2012	86,5

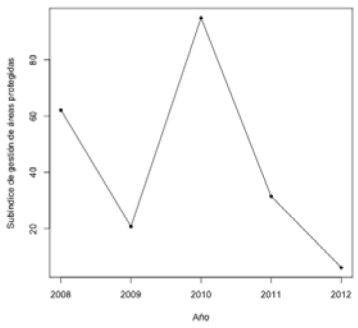
14.3.2 Subíndice de saneamiento, acueducto y alcantarillado

Año	Subíndice
2008	98.88
2009	99.28
2010	99.51
2011	99.26
2012	99.52



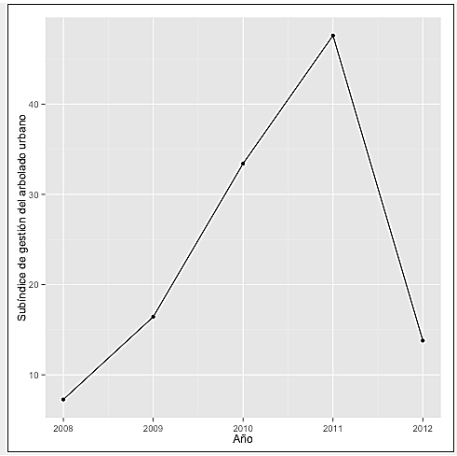
14.3.3 Subíndice de gestión de áreas protegidas

Año	Ecosistemas áreas protegidas
2008	62,11
2009	20,72
2010	94,80
2011	31,45
2012	6,19



14.3.4 Subíndice de gestión arbolado urbano

Arbolado Urbano	Arbolado urbano
2008	7,3
2009	16,4
2010	33,4
2011	47,6
2012	13,8



14.4 Análisis de tendencias de índices y subíndices ambientales

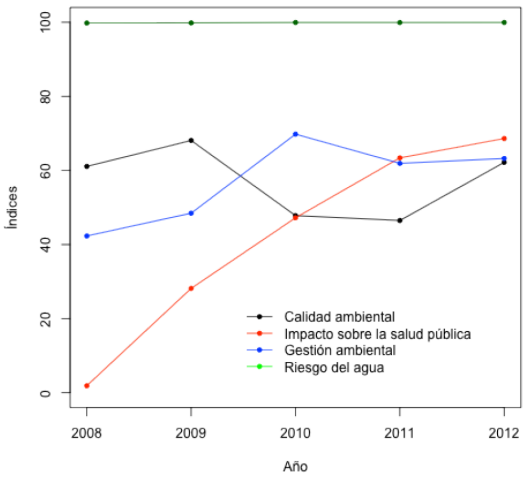
En la Ilustración 26 se presentan las gráficas consolidadas de los índices y subíndices ambientales construidos. El índice de calidad ambiental presenta una tendencia a mejorar en el último año; mientras que la gestión ambiental presentó mejores resultados en el 2010, que en la última fecha (2012). El impacto ambiental en la salud pública ha tendido a disminuir, manteniendo esta tendencia en el 2012.

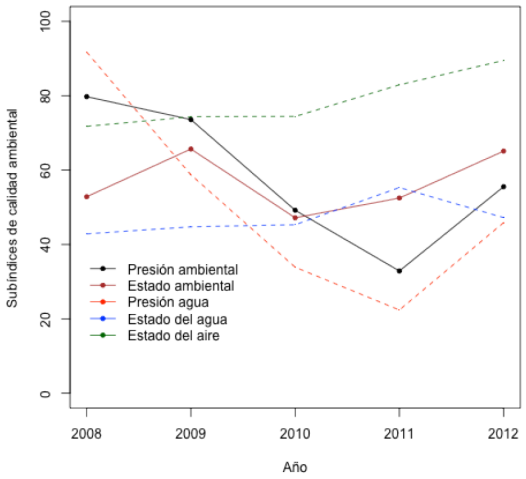
En relación con los subíndices, el de presión ambiental traía una tendencia al aumento de esa presión, hasta el 2011. Ya en el último año esa tendencia cambió hacia un mejoramiento de este aspecto. Lo mismo sucedió, aunque con variaciones menos notorias, con el subíndice de estado ambiental, que se ha mantenido en niveles intermedios.

El subíndice de presión sobre el agua, tuvo una tendencia a aumentar dicha presión hasta el año 2011, a partir de esa fecha, la presión presenta una tendencia a la disminución, aunque la presión se ubica aún en niveles intermedios.

El subíndice de estado del agua se ha mantenido casi constante, con una calidad media, en la serie de tiempo analizada; mientras que el del aire, presenta una tendencia a mejorar en el tiempo, manteniendo siempre niveles relativamente bajos de contaminación.

En cuanto a la gestión ambiental, la empresarial muestra una fuerte tendencia a mejorar en el tiempo; mientras que el saneamiento de acueducto y alcantarillado ha permanecido constante, con una buena respuesta a satisfacer la cobertura solicitada. La gestión de áreas protegidas tuvo unos niveles altos al 2010, pero a partir de esa fecha, ha tenido una fuerte disminución, llegando a niveles bajos de respuesta. La gestión del arbolado urbano llegó a su máximo nivel en el 2010, alcanzando valores intermedios; y presenta hacia el último año una tendencia a desmejorar la respuesta.





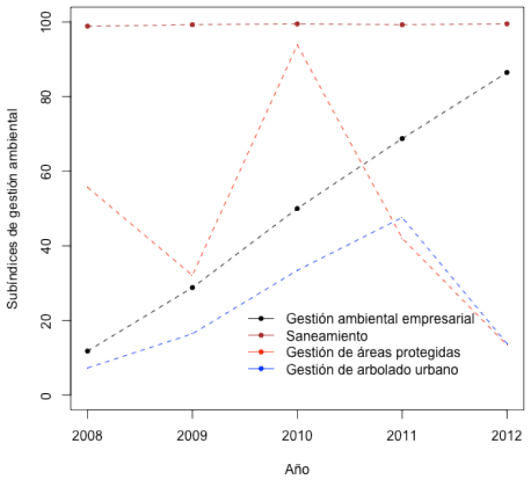


Ilustración 26 Comportamiento en el tiempo de los índices y subíndices ambientales del OAB

15. Análisis de sensibilidad de índices simples con los índices sintéticos

Para cada uno de los índices y subíndices se evaluó su sensibilidad a cambios en el valor de las variables originales que lo componen. Para ver cuál es el efecto de una variable sobre el índice sintético se realizan los siguientes procesos.

1. Se utiliza el valor del indicador sintético en el año 2012. Este valor se denominará I_0

2. Se evalúa el índice sintético en el año 2012 modificando una de las variables que alimenta dicho índice. Esto se realiza sumándole o restándole al valor de ese año una desviación estándar de los valores observados en el período 2008-2012 y manteniendo constante las demás variables. A la variable que se modifica en el año 2012, se le suma una desviación estándar, si los valores deseables de ésta, están hacia valores grandes y se restará una desviación estándar si la variable tiene sus valores deseables hacia las magnitudes pequeñas. El índice así calculado se denominará $I_1^{(p)}$.

   Por ejemplo si se quiere calcular la sensibilidad de la tercera variable en un índice compuesto alimentado por cinco indicadores simples y esta variable tiene sus valores deseados hacia valores altos, se calculan los indicadores estandarizados para las otras cuatro variables, usando las observaciones del año 2012 y la tercera variable es evaluada usando el valor del año 2012 más una desviación estándar, a esta variable se le denominará $I_1^{(3)}$.

3. Para el valor del año 2012 se realiza la diferencia entre $I_1^{(p)}$ e I_0. Esta diferencia entre estas dos cantidades permite ver cuánto mejoraría el índice compuesto por cada desviación estándar en que mejore el indicador simple de interés, manteniendo constantes las otras variables. Esta diferencia se denominará la sensibilidad de la variable p-esima en el índice compuesto, se denotará $\Delta^{(p)}$. Para cada variable p que compone el índice compuesto se calculará su sensibilidad.

4. Finalmente conociendo la sensibilidad de cada variable en cada índice compuesto se puede establecer cuáles son los indicadores simples que siendo mejorados pueden incrementar en mayor medida el desempeño del índice compuesto y en qué magnitud.

A continuación se lleva a cabo el análisis de sensibilidad, utilizando la metodología anteriormente descrita, para cada uno de los subíndices e índices construidos.

15.1 Índice de calidad ambiental de Bogotá

En el análisis se observa cómo se incrementa el índice de calidad ambiental por cada desviación estándar en que mejora el desempeño de cada variable que compone dicho índice, manteniendo fijas las variables restantes. Las variables de presión del agua (carga de sólidos suspendidos totales y carga de materia orgánica), la disposición de residuos, la calidad de las corrientes y en menor medida la cantidad de vehículos, las zonas verdes efectivas per cápita y el número de días que se excede la norma de material particulado, son las variables que tienen mayor efecto sobre el índice de calidad ambiental. Las mejoras que se dan en las demás variables no contribuyen a un incremento en el índice, puesto que presentan valores muy altos. En la Tabla 14 se observan las variables y su sensibilidad dentro del índice de calidad ambiental.

En la Ilustración 27 se presenta en forma gráfica esta contribución de indicadores simples al índice de calidad ambiental

Tabla 58 Sensibilidad de variables, dentro del índice de calidad ambiental

Indicador simple	Desviación estándar	Sensibilidad	% de contribución
Carga de sólidos suspendidos totales	16510.0	3.4	24.1
Carga de materia orgánica	24416.9	3.3	23.4
Disposición de residuos	0.0	2.6	18.3
Material particulado inferior a 10 micras (M) promedio anual	7.5	2.4	17.0
Agua superficial indicadores en corrientes del distrito	4.9	0.9	6.3
Número de vehículos particulares	151546.3	0.7	4.9
Zonas verdes efectivas per cápita	0.3	0.5	3.2

Indicador simple	Desviación estándar	Sensibilidad	% de contribución
Número de días que se excede la norma de material particulado	26.3	0.4	2.9
Ozono promedio 8 horas	1.6	0.0	0.0
Dióxido de nitrógeno	2.6	0.0	0.0
Dióxido de azufre promedio anual	3.2	0.0	0.0
Monóxido de carbono por 1 hora	0.2	0.0	0.0
Árboles por habitante	0.0	0.0	0.0

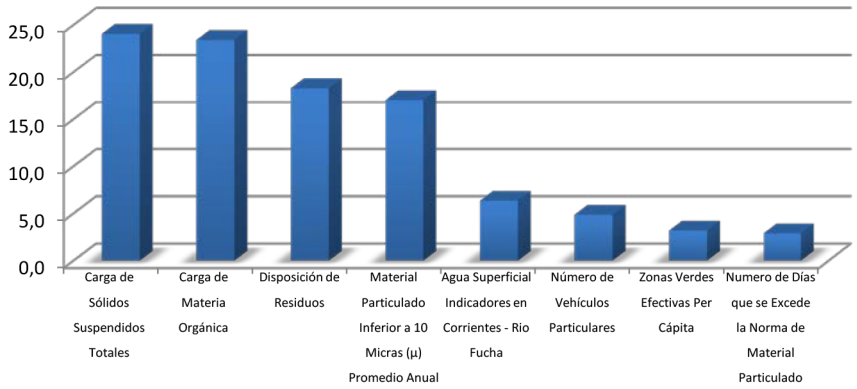


Ilustración 27 Contribución indicadores simples a índice de calidad ambiental

Un análisis de sensibilidad se llevó a cabo, utilizando la metodología anteriormente descrita, para cada uno de los subíndices enmarcados dentro del índice de calidad ambiental de Bogotá: el subíndice de presión ambiental, y el subíndice del estado ambiental.

15.1.1 Subíndice de presión ambiental

En el análisis de sensibilidad se observa como mejora el subíndice de presión ambiental por cada desviación estándar en que mejora el desempeño de las variables que componen dicho índice y manteniendo fijas las restantes. Para todas las variables que componen el subíndice, los mejores resultados se encuentran en valores bajos de éstas; se observa que el índice mejora en 11.2 puntos si se decrece la carga de solidos suspendidos totales al río Bogotá en 16.510 toneladas (1 desviación estándar); se da una mejora similar en el índice si se disminuye la carga orgánica en una desviación estándar.

La disminución de residuos sólidos en una desviación estándar al relleno sanitario de Doña Juana también mejora significativamente el índice (10.9 sobre el valor del subíndice), en contraste una mejora en el número de días que se excede la norma de material particulado en una desviación estándar solo produce una mejora del índice en 1.3 puntos.

En conclusión las variables de carga contribuyen en cerca de un 70% a la mejora del índice, la disposición de residuos sólidos en cerca de un 27%, por otro lado una mejora en el número de días que se excede la norma de material particulado contribuye muy poco a cambios en el subíndice. Ver Tabla 59

Tabla 59 Análisis de sensibilidad subíndice de presión ambiental

Subíndice	Indicador simple	Desviación estándar	Sensibilidad	% de contribución
Presión ambiental	Carga de sólidos suspendidos totales transportados al río Bogotá	16510	11.2	35.1
	Carga de materia orgánica (DBO Demanda Biológica de Oxígeno) aportada al río Bogotá	24417	10.9	34.1
	Disposición de residuos en el relleno sanitario Doña Juana per cápita	0.007	8.5	26.6
	Número de días que se excede la norma de material particulado, mensual	26	1.3	4.2

15.1.1.1 Subíndice de presión del agua

Las variables que componen el subíndice de presión del agua son casi igualmente sensibles a sus mejorías, contribuyendo por cada desviación estándar en que mejoran las variables a un incremento cercano a 19 puntos en el subíndice. Ver Tabla 16.

Tabla 60 Análisis de sensibilidad subíndice de presión del agua

Indicador simple	Desviación estándar	Sensibilidad	% de contribución
Carga de sólidos suspendidos totales transportados al río Bogotá	16510.0	19.3	50.7
Carga de materia orgánica (DBO Demanda Biológica de Oxígeno) aportada al río Bogotá	24416.9	18.8	49.3

15.1.2 Subíndice del estado ambiental

Al desarrollar el análisis de sensibilidad se observa que el índice es sensible únicamente a cuatro de las variables que componen el subíndice, siendo la más importante la variable que cuantifica el material particulado inferior a 10 micras, contribuyendo en un poco más de la mitad a las mejorías que se pueden dar en el subíndice. El subíndice no es sensible a los cambios que se presentan en las demás variables del estado del aire, la razón por la cual ocurre esto es que los valores normativos definidos para estas variables están muy por encima

de los valores que se han obtenido para estos indicadores simples en años recientes, por lo tanto prácticamente cualquier mejoría que se den en estos indicadores no modifican en absoluto el valor del subíndice.

Una mejora en la calidad del agua contribuye en un poco más de un punto de incremento en el valor del subíndice, por otra parte el número de vehículos particulares y las zonas verdes efectivas per cápita contribuyen por cada desviación estándar a una mejoría del índice cercana a un punto. Ver Tabla 61.

Tabla 61 Análisis de sensibilidad subíndice de estado ambiental

Subíndice	Indicador simple	Desviación estándar	Sensibilidad	% de contribución
Estado ambiental	Agua superficial indicadores en corrientes -	4.85	1.298	20.2
	Material particulado inferior a 10 micras (μ) promedio anual	7.51	3.480	54.2
	Dióxido de azufre promedio anual	3.21	0.000	0.0
	Dióxido de nitrógeno	2.56	0.001	0.0
	Monóxido de carbono por 1 hora	0.16	0.000	0.0
	Ozono promedio 8 horas	1.63	0.001	0.0
	Árboles por habitante	0.02	0.000	0.0
	Zonas verdes efectivas per cápita	0.26	0.650	10.1
	Número de vehículos particulares	151546	0.994	15.5

En conclusión para lograr mejoras significativas (de más de una desviación estándar respecto a los valores que tomó el índice entre el 2008 y el 2012) del índice, se requieren de mejorías bastante significativas en las cuatro variables mencionadas anteriormente; y para las variables del estado del aire se recomiende reformular los valores normativos para hacerlos más consistentes con los valores que han tomado en los últimos años.

15.1.2.1 Subíndice del estado del agua

Por cada unidad de mejoría en la calidad del río Tunjuelo se da una mejoría de 0.485 unidades del subíndice del estado agua, el incremento del subíndice inducido por una mejora en la calidad del agua de los demás ríos es considerablemente menor. El índice del estado del agua es especialmente sensible a mejora de las calidades de los ríos Tunjuelo y tiene una sensibilidad similar para los demás tramos, siendo menos sensibles al Canal Torca. Ver Tabla.

Tabla 62 Análisis de sensibilidad subíndice del estado del agua

Subíndice	Indicador simple	Sensibilidad	% de contribución
Estado del agua	agua superficial indicadores en corrientes - río Fucha	0.206	20.6
	Agua Superficial indicadores en corrientes - río Salitre	0.235	23.5
	Agua superficial indicadores en corrientes - canal Torca	0.156	15.6
	Agua Superficial indicadores en corrientes - río Tunjuelo	0.485	48.5

15.1.2.2 Subíndice del estado del aire

Como se mencionó anteriormente, el subíndice del estado del aire es únicamente sensible al material particulado inferior a 10 micras promedio anual, esto se debe a que las metas establecidas para los demás indicadores simples que cuantifican el estado del aire tienen metas establecidas muy por encima de los valores observados en los últimos años en términos de cumplimiento alcanzan puntuaciones cercanas a 100 por lo cual una mejora en cualquiera de estos indicadores no se refleja en el valor del índice. Ver Tabla 63.

Tabla 63 Análisis de sensibilidad subíndice del estado del aire

Subíndice	Indicador simple	Desviación estándar	Sensibilidad	% de contribución
Estado del aire	Material particulado inferior a 10 micras (M) promedio anual	7.51	7.84	99.95
	Dióxido de azufre promedio anual	3.21	0.0	0.00
	Dióxido de nitrógeno	2.56	0.00	0.02
	Monóxido de carbono por 1 hora	0.16	0.00	0.00
	Ozono promedio 8 horas	1.63	0.00	0.03

15.2 Índice impacto ambiental sobre la salud pública

Se observa que el índice de impacto ambiental es especialmente sensible a disminuciones en la tasa de mortalidad infantil, en la tasa de mortalidad por enfermedad diarreica aguda y al número de casos atendidas por enfermedad respiratoria agua.

Una mejora en una desviación estándar genera un incremento muy significativo de cerca de 16 puntos en el índice de impacto sobre la salud pública. Ver Tabla 64.

Tabla 64 Análisis de sensibilidad índice de impacto ambiental sobre la salud pública

Subíndice	Indicador simple	Desviación estándar	Sensibilidad	% de contribución
Estado ambiental	Tasa de mortalidad por enfermedad diarreica aguda (EDA) en niños menores de 5 años	0.3	2.5	11.2
	Tasa de mortalidad por neumonía en menores de 5 años	4.9	0.1	0.6
	Prevalencia de Ssibilancias (silbidos en el pecho en niños lactantes) en menores de 5 años debido al material particulado	23.4	0.2	1.1
	Casos atendidos en salas de enfermedades respiratorias agudas (ERA)	6089.4	2.9	13.3
	Tasa mortalidad infantil	0.9	16.2	73.8

15.3 Índice de gestión ambiental

Al llevar a cabo el análisis de sensibilidad se observa que la variables que determinan más el comportamiento del índice de gestión ambiental son el número de personas vinculadas a estrategias de educación ambiental, el número de árboles jóvenes mantenidos, los kilómetros de rio con calidad mejorada y las acciones de restauración y, en menor medida, las áreas en proceso de restauración, las empresas en proceso de autogestión ambiental; y las medidas de ahorro en servicios públicos y reducción de residuos. Se presenta el análisis de sensibilidad para los indicadores simples mencionados anteriormente y los demás que componen el índice. Ver Tabla 65.

Tabla 65 Sensibilidad de indicadores simples para el índice de gestión ambiental

Índice	Indicador simple	Desviación estándar	Sensibilidad	% de contribución
Gestión ambiental	Personas vinculadas a estrategias de educación ambiental	3.9	1.3	19.7
	Número de árboles jóvenes mantenidos al año de la siembra	3.2	27.2	16.5
	Kilómetros de río con calidad mejorada para los ríos Torca, Salitre, Fucha y Tunjuelo	2.8	1.8	14.1

Índice	Indicador simple	Desviación estándar	Sensibilidad	% de contribución
Gestión ambiental	Acciones de restauración, recuperación y rehabilitación ecológica en áreas de la Estructura Ecológica Principal del Distrito Capital.	2.6	38.4	13.3
	Áreas en proceso de restauración ecológica	1.7	38.4	8.8
	Empresas en proceso de autogestión ambiental.	1.2	324.4	5.9
	PIGA, consumo per cápita de energía (kWh/persona) en las entidades públicas distritales.	1.1	4.8	5.8
	PIGA, Cconsumo per cápita de agua en las entidades públicas distritales	0.9	0.5	4.7
	Reducción acumulada de generación de residuos peligrosos, Programa de Excelencia Ambiental Distrital - PREAD	0.7	5810.7	3.8
	Ahorro acumulado en el consumo de energía Programa de Excelencia Ambiental Distrital - PREAD	0.5	1008916.0	2.3
	Certificados de conservación ambiental expedidos	0.3	140.9	1.6
	Ahorro acumulado en el consumo de agua Programa de Excelencia Ambiental Distrital - PREAD	0.4	456562.1	1.9
	Radicación de trámites ambientales	0.2	269.7	0.8
	Aceites usados movilizados	0.1	540623.0	0.5
	Saneamiento básico de acueducto y alcantarillado	0.1	0.3	0.3
	Reducción acumulada anual de vertimientos, Programa de Excelencia Ambiental Distrital -PREAD-	0,0	656766,7	0,1
	Árboles plantados AP	3,2	27,2	16,5

En la Ilustración 28 se presenta en forma gráfica este resultado:

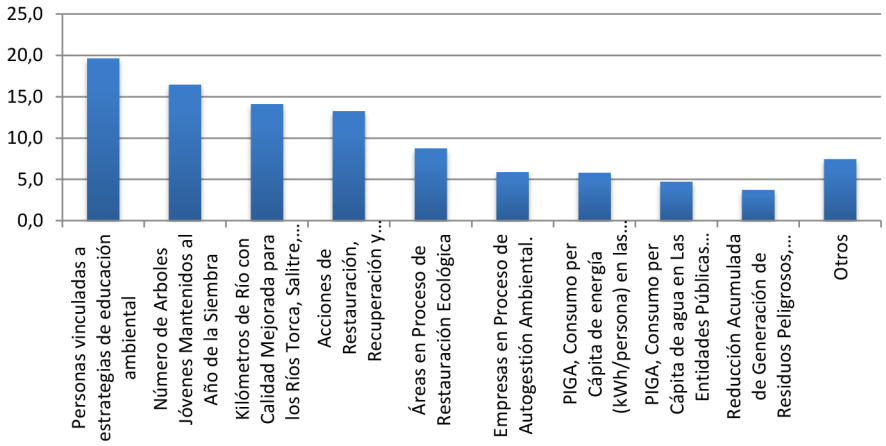


Ilustración 28 Contribución indicadores simples al índice de gestión ambiental

Un análisis de sensibilidad se llevó a cabo para cada uno de los subíndices enmarcados dentro del índice de gestión ambiental: el subíndice gestión ambiental empresarial, subíndice de saneamiento, acueducto y alcantarillado, el subíndice de gestión de áreas protegidas y el subíndice de gestión de arbolado urbano.

15.3.1 Subíndice de gestión ambiental empresarial

El subíndice de gestión ambiental empresarial es especialmente sensible a mejoras en el número de empresas en proceso de autogestión ambiental, a la reducción en la generación de residuos peligrosos y, en menor medida, al ahorro acumulado en consumo de energía y agua por parte de las entidades distritales. El índice presenta una baja sensibilidad a mejoras en la radicación de trámites ambientales. Ver Tabla 66.

Tabla 66 Análisis de sensibilidad subíndice de gestión ambiental empresarial

Subíndice	Indicador simple	Desviación estándar	Sensibilidad	% de contribución
Gestión ambiental empresarial	Reducción acumulada anual de vertimientos, Programa de Excelencia Ambiental Distrital -PREAD-	656766.7	0.7	7.6
	Reducción Acumulada de generación de residuos peligrosos, Programa de Excelencia Ambiental Distrital - PREAD	5810.7	2.4	23.9
	Empresas en proceso de autogestión ambiental.	324.4	3.7	37.3

Subíndice	Indicador simple	Desviación estándar	Sensibilidad	% de contribución
Gestión ambiental empresarial	Ahorro acumulado en el consumo de energía Programa de Excelencia Ambiental Distrital - PREAD	1008916.0	1.4	14.5
	Ahorro acumulado en el consumo de agua Programa de Excelencia Ambiental Distrital - PREAD	456562.1	1.2	11.8
	Radicación de trámites ambientales	269.7	0.5	5.0

15.3.2 Subíndice de saneamiento, acueducto y alcantarillado

El subíndice de saneamiento, acueducto y alcantarillado es igualmente sensible a mejorías en las variables, por cada unidad en que mejora su desempeño, mejora en 0.33 el valor del índice. Dado que este índice está por encima del 95%, las mejoras que se pueden dar en las variables inciden muy poco en la mejora del subíndice. Ver Tabla 67.

Tabla 67 Análisis de sensibilidad subíndice de saneamiento, acueducto y alcantarillado

Subíndice	Indicador simple	Sensibilidad por unidad	% de contribución
Gestión ambiental empresarial	Cobertura del sistema de alcantarillado pluvial	0.33	33%
	Cobertura del servicio de alcantarillado	0.33	33%
	Cobertura del servicio de acueducto residencial	0.33	33%

15.3.3 Subíndice de gestión de áreas protegidas

El subíndice de gestión de áreas protegidas es especialmente sensible a mejoras en las acciones de restauración y áreas de restauración. Por cada desviación estándar en que mejoren estas dos variables el subíndice presenta incrementos muy significativos en su desempeño. Por otro lado una mejora en número de certificados en una desviación estándar (56 certificados) tienen una menor incidencia en la mejora del subíndice que los otros indicadores (3.3 puntos en el subíndice). Ver Tabla 68.

Tabla 68 Análisis de sensibilidad subíndice de áreas protegidas

Subíndice	Indicador simple	Desviación estándar	Sensibilidad	% de contribución
Gestión de áreas protegidas	Acciones de restauración, recuperación y rehabilitación ecológica en áreas de la Estructura Ecológica Principal del Distrito Capital.	21.1	38.36	56.2
	Certificados de conservación ambiental expedidos	2.5	140.9	6.8
	Áreas en proceso de restauración ecológica	13.9	38.4	37.0

15.3.4 Subíndice de gestión arbolado urbano

Este subíndice es muy sensible al incremento en el número de árboles jóvenes mantenidos. Por otro lado el índice no es sensible al número de árboles plantados debido al alto valor de la meta establecida la cual no permite detectar mejorías en este indicador. Ver Tabla 69.

Tabla 69 Análisis de sensibilidad subíndice de gestión de arbolado urbano

Subíndice	Indicador simple	Desviación estándar	Sensibilidad	% de contribución
Gestión arbolado urbano	Número de árboles jóvenes mantenidos al año de la siembra	27.2	21.4	99.6
	Árboles plantados AP	6255.2	0.1	0.4

16. Cálculo de datos faltantes en las series de tiempo

Para algunos indicadores simples, fue necesario calcular datos faltantes para el 2012. Estos fueron los siguientes casos:

1. Tasa de Mortalidad por enfermedad diarreica aguda (EDA) en niños menores de 5 años (año faltante 2012)
2. Kilómetros de río con calidad mejorada para los ríos Torca, Salitre, Fucha y Tunjuelo (año faltante 2008)
3. Certificados de conservación ambiental expedidos (año faltante 2012).

Para completar la serie del primer y tercer indicador se utilizó un modelo estadístico con la información histórica disponible desde el 2004 y el año 1999, respectivamente. El método empleado para ellos fue regresión local polinomial.

Para el segundo indicador se usó regresión lineal, ya que los modelos de regresión local aquí no proveen un ajuste adecuado, debido a la poca cantidad de datos.

17. Desarrollo de los programas de cálculo de los índices sintéticos

Fueron desarrollados varios programas en R con todos los cálculos necesarios para construir los índices y subíndices sintéticos. Este programa generó un archivo donde se encuentran año a año los indicadores estandarizados y las agregaciones de éstos en los índices y subíndices definidos. Adicionalmente los programas generan las tablas y gráficas de cada uno de los índices y de las variables estandarizadas.

Por otro lado, se llevó a cabo un análisis de sensibilidad para las variables que componen cada uno de los índices. Estos programas pueden ser consultados y usados, si fuera necesario, para el desarrollo posterior de nuevos índices compuestos.

El software utilizado (GNU R) posee licencia libre (GNU), la cual no tiene restricciones de uso.

Estos resultados obtenidos y los diferentes cálculos, fueron llevados a Excel. Allí se da opción a los usuarios de actualizar los indicadores, cada año, y el cálculo de los índices compuestos respectivos se realiza en forma automática (ver Anexo 5).

18. Hoja metodológica de los índices y subíndices sintéticos

En el Anexo 5 se presentan un archivo Excel con las hojas metodológicas de índices y subíndices sintéticos construidos. Allí se desarrollan los metadatos de cada subíndice e índice sintético.

20. Glosario

A continuación se presenta un glosario que será útil para diferenciar los conceptos relacionados con los indicadores e índices compuestos o sintéticos, que serán abordados a lo largo de éste y próximos documentos, y que habitualmente, son utilizados en forma indiferente.

Dato: Un dato constituye el insumo para un proceso de construcción de conocimiento y/o estadísticas. Los datos son un conjunto de valores numerales que se observan, registran o estiman respecto de determinada variable en algún punto del espacio y del tiempo, que habitualmente resultan de la aplicación de un tipo de levantamiento estadístico (como una encuesta o la explotación de un registro administrativo), medición en terreno u otra forma de medición u observación. Los datos y micro datos constituyen la materia prima del trabajo estadístico, porque aún no han sido descritos, validados, ni estructurados.

No todo dato constituye un insumo válido en el proceso de objetivación de las decisiones. Contar con un solo dato aislado o de dudosa procedencia es casi tan inconducente como no tener información del todo (Quiroga, 2009).

Estadística: es una función de los valores de una variable evaluada en todos los individuos de una muestra o una población. Ej: personas, CO2. Algunas estadísticas son agregados: conteo, un total, un promedio, una razón (cociente de totales), una proporción o una tasa, o cualquier agregado calculado. Las series estadísticas son un conjunto de datos que han sido sometidos a un proceso estadístico exhaustivo de validación, que han sido estructurados de acuerdo a una clasificación adecuada y se presentan a los usuarios ordenados en un marco adecuado. Un componente primordial de las estadísticas es que deben estar completamente descritas y respaldadas por metadatos.

Todo indicador es una estadística (o está constituido por éstas), pero es un tipo especial de estadística en el sentido que permite desplegar significados y presenta información selecta y contextualizada para que los usuarios acepten rápida e inequívocamente la información que contiene. Sin embargo, no todas las estadísticas son indicadores, pues para entrar en esta última categoría, el indicador debe comunicar claramente una historia pertinente, debe ser una señal que alerta sobre lo que ocurre respecto de un fenómeno, problema, desafío o meta acordada, y debe decirlo en forma robusta, clara y contextuali-

zada, sin lugar a dudas o interpretaciones encontradas (Quiroga, 2007).

Variable: atributo o parte de un fenómeno que cambia su valor en el tiempo y/o espacio, permitiendo acceder a información respecto de su estado, evolución y tendencia. Una variable es una representación operacional de un atributo (calidad, característica, propiedad) de un sistema. Es la imagen de un atributo definido desde el punto de vista de una medida específica o procedimiento de observación. Cada variable se asocia con un conjunto particular de entidades a través de las cuales ésta se manifiesta. Estas entidades son usualmente llamadas estados (o valores) de la variable. El conjunto de posibles estados se llama conjunto de estados (o valores) – Gallopin (2006).

La interpretación pragmática de una variable particular como un indicador se hace usualmente sobre la base de que tal variable porta información sobre la condición y/o tendencia de un atributo del sistema considerado. En un sentido general, cualquier variable muestra un atributo que es de interés observar y monitorear, de acuerdo a los propósitos que se planteen los equipos especializados, que definan su inclusión dentro de un conjunto de variables centrales a investigar (Ibid. p. 12).

Indicador: no es un "valor". Un indicador se define como una función de una o más variables, que conjuntamente "miden" una característica o atributo de los individuos en estudio (Schuschny y Soto, 2009). Son herramientas para clarificar y definir, de forma más precisa, objetivos e impactos. Son mediciones de cambio o resultado diseñadas para contar con un estándar contra el cual evaluar, estimar o demostrar el progreso con respecto a metas establecidas. Facilitan el reparto de insumos, produciendo productos y alcanzando objetivos (ONU, 1999). Los indicadores pueden ser cualitativos o cuantitativos, estos último permiten una medición más exhaustiva de un fenómeno de interés. Un indicador es dinámico, debe permitir hacer comparaciones (temporales, y entre regiones o países).

Índice compuesto o sintético: Un índice compuesto es una representación simplificada que busca resumir un concepto multidimensional en un índice simple (unidimensional) con base en un modelo conceptual subyacente. Un indicador compuesto es el que se construye como función (normal-

mente de agregación en unidades comunes de medición) de dos o más variables, en cuyo caso están midiendo características multidimensionales (e. g. calidad ambiental, salud humana, etc.). La construcción de un indicador compuesto requiere de dos condiciones básicas, a saber: definición clara del atributo que se desea medir y la existencia de información confiable para poder realizar la medición.

Indicadores de primera generación: (1980 - presente). Corresponden a los que habitualmente reciben el nombre de indicadores ambientales o de sostenibilidad ambiental. Siendo de primera importancia, dan cuenta del fenómeno complejo desde un sector productivo (minería, agricultura, forestal), o bien desde la singularidad o desde un determinado número de fenómenos constitutivos de la complejidad ambiental (por ejemplo, conteniendo variables de contaminación y de recursos naturales). Son principalmente indicadores ambientales, absolutamente necesarios para cualquier país; sin embargo, con la progresiva incorporación del discurso del Desarrollo Sostenible, la potencia de los indicadores ambientales ha sido, tal vez injustamente, mirada como parcial e insuficiente, por lo que muchos países han optado por trabajar en el enfoque de indicadores de desarrollo sostenible o sustentable (Quiroga, 2007).

Indicadores de segunda generación: (1990 - presente). La segunda generación de indicadores corresponde al desarrollo realizado desde el enfoque multidimensional del desarrollo sostenible (IDS). Son sistemas de IDS compuestos por las dimensiones ambiental, social, económica e institucional.

Ellos integran más de una dimensión, vinculándolas en forma esencial. En teoría ellos deberán ser transversales o sinérgicos, o sea que aborden más de una de las dimensiones del DS en forma simultánea. Hacia finales de los noventa, los indicadores de segunda generación evidenciaron su falta de carácter realmente vinculante o sinérgico. El Desarrollo Sostenible es una dinámica muy compleja, que hasta cierto punto no es automáticamente asible desde un sistema de indicadores de varios

ámbitos, que están ahí sin "fundirse", y más bien conservan en forma individual su perfil disciplinar o sectorial. De allí la importancia de saltar hacia indicadores de tercera generación (Ibíd.)

Indicadores de Tercera generación: (en desarrollo). Trascienden las dos generaciones previamente enunciadas, en el sentido de producir indicadores transversales o sinérgicos, que en una o pocas cifras, nos permitan tener un acceso rápido a un mundo de significados mucho mayor, en los cuales esté incorporado lo económico, social y ambiental en forma transversal y sistemática. Aquí no se trata ya de tomar indicadores de distintos ámbitos y ponerlos juntos en una pretensión de que sean "sistema". Tampoco se trata de agregarlos mediante índices o buscando una unidad común de medición, porque estos desarrollos topan con cuestionamientos metodológicos e incluso axiológicos importantes. De lo que se trata en estos indicadores es poder dar cuenta del progreso en la sostenibilidad, o mejor aún, hacia la sostenibilidad del desarrollo en forma efectiva, utilizando un número limitado de indicadores verdaderamente vinculantes, que tengan incorporados, potenciándose sinérgicamente, dimensiones y sectores desde su origen. Su utilidad para el diseño y evaluación de la eficacia de las políticas públicas los hace realmente valiosos (ibíd.).

21. Anexos

Anexo 1
Anexo_1_evaluacion_indicadores_consolid

Anexo 2
Anexo_2_Matriz ANÁLISIS DE POLÍTIC

Anexo 3
Anexo_3_indicadores_tema.xlsx

Anexo 4
ANEXO 4_ponderacion.xlsx

Anexo 5
ANEXO 5_hojas_metodologica

Anexo 6
ANEXO 7_calculos_indices_fo

22. Bibliografía

BIP-Alianza sobre Indicadores de Biodiversidad. 2011. Guía para el desarrollo y el uso de indicadores de biodiversidad nacional PNUMA World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, Reino Unido. 40pp. Versión 1.4.

CHEVALIER, S.; CHOINIERE, R.; BERNIER, L. 1992. User Guide to 40 Community Health Indicators. Ottawa: Community Health Division, Health and Welfare Canada.

Gallopin G. 2006. Los indicadores de desarrollo sostenible: Aspectos conceptuales y metodológicos. Ponencia realizada para el seminario de expertos sobre indicadores de sostenibilidad en la formulación y seguimiento de políticas. Santiago de Chile.

McQueen, D., Noak, H. 1998. Health promotion Indicators: Current Status, issues and problems. Health promotion 3. Pp. 117-125

PNUMA – Parcería. 2002. Metodología para la elaboración de los informes GEO Ciudades.

PNUD – CEPAL – Sistema Nacional Ambiental Colombiano. 2002. Avance en los Indicadores de Sostenibilidad Ambiental para Colombia: Una Construcción Colectiva Proyecto PNUD – CEPAL – Sistema Nacional Ambiental Colombiano. Buenos Aires, 3 y 4 de Abril.

Quiroga R. 2007. Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible: avances y perspectivas para América Latina y el Caribe. División de Estadística y Proyecciones Económicas. SERIE manuales 55. CEPAL. Santiago de Chile.

Quiroga R. 2009. Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe. División de Estadística y Proyecciones Económicas. SERIE manuales 61. CEPAL. Santiago de Chile.

Schusny A, Soto H. 2009. Guía metodológica Diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible.

UNEP y Consorcio Parceria 21. 2004. Methodology for the preparation of GEO Cities Reports.

Referencias para el análisis de Políticas

Official list of MDG Indicators, Effective 15 january 2008, DESA / UN. Los datos de los indicadores de los objetivos de desarrollo del milenio están disponibles en la página: http://unstats.un.org/unsd/mdg/ de la División de Estadística de Naciones Unidas.

Informe sobre la Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible (ILAC) a cinco años de su adopción (2008).

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Política de Gestión ambiental Urbana. Bogotá, D.C. Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2008.

Colombia. Ley 1450 de 2011, Plan Nacional de Desarrollo: Prosperidad para todos.

Alcaldía Mayor de Bogotá D. C., Colombia. Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá, Febrero de 2010. Plan de Gestión Ambiental del Distrito Capital PGA 2008 – 2038.

Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Plan de Desarrollo Bogotá Humana 2012 - 2016. Acuerdo 489 de 2012.

Alcaldía Mayor de Bogotá D. C., Colombia. Secretaría Distrital de Planeación. Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C. Propuesta de modificación 2012.

Alcaldía Mayor de Bogotá D. C., Colombia. Secretaría Distrital de Planeación y Secretaría Distrital de Ambiente, Plan de gestión para el desarrollo rural sostenible PGDR, 2009

Alcaldía Mayor de Bogotá D. C., Colombia. Secretaría Distrital de Planeación y DAMA. Política Pública Distrital de Ruralidad. Mayo de 2006.

Alcaldía Mayor de Bogotá D. C., Colombia. DAMA Noviembre de 2005. Política de Humedales del Distrito Capital.

Alcaldía Mayor de Bogotá D. C., Colombia. Secretaría Distrital de Ambiente. Diciembre de 2008. Política para el manejo del suelo de Protección en el Distrito Capital.

Alcaldía Mayor de Bogotá D. C., Colombia. Secretaría Distrital de Ambiente y Conservación Internacional 2010. Política para la gestión de la conservación de la biodiversidad en el Distrito Capital.

Alcaldía Mayor de Bogotá D. C., Colombia. Secretaría Distrital de Ambiente. Enero 2008. Política pública distrital de educación ambiental.

Alcaldía Mayor de Bogotá D. C., Colombia. Secretaría Distrital de Salud y Secretaría Distrital de Ambiente. Marzo de 2011. Política de Salud Ambiental para Bogotá D.C. Documento preliminar.

Alcaldía Mayor de Bogotá D. C., Colombia. DAMA Diciembre de 2003. Política de producción sostenible para el D.C.

Alcaldía Mayor de Bogotá D. C., Colombia. Decreto 314 de 2006. Plan Maestro del Sistema de Acueducto y Alcantarillado para Bogotá Distrito Capital.

Alcaldía Mayor de Bogotá D. C., Colombia. Decreto 215 de 2005. Plan Maestro de Espacio Público para Bogotá Distrito Capital.

Alcaldía Mayor de Bogotá D. C., Colombia. Decreto 312 DE 2006. Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos para Bogotá Distrito Capital.

Alcaldía Mayor de Bogotá D. C., Colombia. Secretaría Distrital de Ambiente. 2010. Plan Decenal Descontaminación del aire para Bogotá D.C.

Alzate B. E. 2008. Diagnóstico de la sostenibilidad ambiental bajo un enfoque sistémico de las interrelaciones sociedad-naturaleza. IDEAS 11. IDEA. UNAL

Bergh, J. C. J. M. Van Den and H. Verbrüggen. 1999. Spatial sustainability trade and indicators: an evaluation of "the ecological Footprint". Ecological Economics, 29. Pg. 61 – 72.

Boulanger, J. M. 2004. Les indicateurs de développement durable: un défi scientifique, un enjeu démocratique. Institut pour un développement durable. Ecole polytechnique-EDF. Belgique.

Castro J. M. 2002. Indicadores de desarrollo sostenible urbano. Una aplicación para Andalucía. Tesis doctoral. Universidad de Málaga. España.

Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. 2001. Bases para un Sistema de Indicadores de Medio Ambiente Urbano en Andalucía Experiencias internacionales en la medición de la sostenibilidad en las ciudades. Convenio con la Universidad de Málaga.

Gallopin G.C. 1996. Environmental and sustainability indicators and the concept of situational indicators, a system approach. Environmental Modeling and assessment.

Jolliffe, I. T. (2002) Principal Component Analysis, 2a edición. Springer

Medina, F. y Galván, M. (2007) Imputación de datos: teoría y práctica, Serie estudios estadísticos y prospectivo No. 54, CEPAL, Naciones Unidas.

http://www.eclac.org/publicaciones/xml/9/29949/LCL2772e.pdf

Myatt, G. J. (2007) Making Sense of Data, A Practical Guide to Exploratory Data Analysis and Data Mining, Wiley.

Pena T., J.B. 1977. Problemas de la medición del bienestar y conceptos afines. Una medición al caso Español. INE. Madrid.

Rueda P. S. 1999. Modelos e Indicadores para ciudades más sostenibles. Taller sobre Indicadores de Huella y Calidad Ambiental Urbana. Ed. Fundación Fórum Ambiental.

Villasís k. R. 2011. Indicadores de sustentabilidad urbana: el caso de la zona metropolitana de San Luis Potosí. Tesis para obtener el grado de doctor en ciencias ambientales. Posgrado en Ciencias Ambientales. Universidad Autónoma de San Luis potosí.

WBGU 1997. World in Transition: The Research Challenge. Annual Report of the German Advisory Council on Global Change (WBGU). Springer, Berlin.

WBGU. 1999. World in Transition: Conservation and Sustainable Use of the Biosphere. Earthscan Publications Ltd. London and Sterling, VA.

Winograd, M. 1996. Marco Conceptual para el desarrollo y uso de indicadores ambientales y de sustentabilidad para toma de decisiones en Latinoamérica y el Caribe. En: CIAT-UNEP, Environmental and Sustainable Development, Washington, USA.

Schusny A, Soto H. 2009. Guía metodológica Diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible.

Villasís k. R. 2011. Indicadores de sustentabilidad urbana: el caso de la zona metropolitana de San Luis Potosí. Tesis para obtener el grado de doctor en ciencias ambientales. Posgrado en Ciencias Ambientales. Universidad Autónoma de San Luis potosí.

Bibliografía indicadores urbanos

AEMA: AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE (1995): Medio Ambiente en Europa: El Informe Dobris. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.

CASTRO BONAÑO, J. M. (2002): Indicadores de Desarrollo Sostenible Urbano. Una aplicación para Andalucía (Tesis Doctoral), Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Málaga, Málaga.

CIUDADES PARA UN FUTURO MÁS SOSTENIBLE (1998): Indicadores de Sostenibilidad, Fórum Cívico para una Barcelona Sostenible, Barcelona.

EEA: European Environment Agency (2005): EEA Core Set of Indicators - Guide. Technical

report No ½005, European Environment Agency. Office for Official Publications of the

European Communities, Luxembourg. Disponible en:

http://reports.eea.europa.eu/technical_report_2005_1/

EUROSTAT (2007): Measuring progress towards a more sustainable Europe. 2007 monitoring report of the EU sustainable development strategy. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

OBSERVATORIO DE SOSTENIBILIDAD EN ESPAÑA (2007): Sostenibilidad en España 2007, Mundi-Prensa, Madrid.

OECD/ OCDE (1978): Urban Environmental Indicators. OCDE, Paris, France.

OECD/ OCDE (2007): OECD Factbook 2007: Economic, Environmental and Social Statistics.

OCDE, Paris, France.

UNCHS/HABITAT (1997): Monitoring human settlements with urban indicators. Global Urban Observatory. Centre for Human Settlements (Habitat), Nairobi, Kenya.

URB AL EuropeAid, UN HABITAT. Sistema integrado de indicadores urbanos. Observatorio de medio ambiente urbano. Ayuntamiento de Málaga. 2005.

Annalee Yassi, Tord Kjellström, Theo de Kok, Tee L. Guidotti. 2002. Salud ambiental básica. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina regional para América Latina y el Caribe, Organización Mundial de la Salud, Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología, Ministerio de salud pública de cuba. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental.

Castro J. M. 2002. Indicadores de desarrollo sostenible urbano. Una aplicación para Andalucía. Tesis doctoral. Universidad de Málaga. España.

Guhl-Nannetti Ernesto. 2002. La sostenibilidad y los páramos. Ponencia Congreso de páramos. Bogotá: Gente Nueva.

Villasís k. R. 2011. Indicadores de sustentabilidad urbana: el caso de la zona metropolitana de San Luis Potosí. Tesis para obtener el grado de doctor en ciencias ambientales. Posgrado en Ciencias Ambientales. Universidad Autónoma de San Luis potosí.

2015 Observatorio Ambiental De Bogotá

Datos e Indicadores

Por Recurso Natural

Por tema

Por localidad

Indicadores reglamentados

Índices sintéticos

Salud ambiental

Todos los indicadores