ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
Secretaría Distrital Ambiente

Línea Base Ambiental 2008
Estado del Ambiente en Bogotá D.C.
Secretaría Distrital de Ambiente

Septiembre 29 de 2008

MANUEL JOSE AMAYA ARIAS
CARLOS EDUARDO ANGEL

Tabla de Contenido

1. CLIMA 9

1.1. PRECIPITACIÓN 9
1.1.1. CUENCA RÍO BOGOTÁ 9
1.1.2. CUENCA RÍO BLANCO 10
1.2. TEMPERATURA 10
1.3. HUMEDAD RELATIVA 11
1.4. VIENTOS 11
1.5. RELACIÓN CON CAMBIO CLIMÁTICO Y CALENTAMIENTO GLOBAL. 12

2. CONSUMO ENERGÉTICO 12

2.1. CONSUMO ENERGÉTICO PER CÁPITA 12
2.2. CONSUMO PER CÁPITA 13

3. CALIDAD DEL AIRE EN BOGOTÁ D.C. 14

3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA CALIDAD DEL AIRE 14
3.1.1. ESTUDIOS REALIZADOS EN BOGOTÁ QUE RELACIONAN CALIDAD DEL AIRE CON SALUD 14
3.1.2. MATERIAL PARTICULADO (PST Y PM10) Y SU INCIDENCIA EN LA SALUD EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ 16
3.2. TENDENCIAS DE LOS PRINCIPALES CONTAMINANTES DEL AIRE 20
3.2.1. COMPORTAMIENTO DE LAS CONCENTRACIONES DE MATERIAL PARTICULADO (PM10) 21
3.2.2. PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES (PST) 26
3.2.3. DIÓXIDO DE AZUFRE (SO2) 27
3.2.4. MONÓXIDO DE CARBONO (CO) 28
3.2.5. DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO2). 30
3.2.6. OZONO O3 31
3.3. CALIDAD DE LOS COMBUSTIBLES UTILIZADOS 33
3.4. LAS FUENTES FIJAS Y SUS COMBUSTIBLES 35

4. EL RUIDO EN BOGOTÁ D.C. 37

4.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL RUIDO 37
4.1.1. EFECTOS SOBRE LA PERSONA 38
4.2. CONDICIONES ACTUALES DE LOS NIVELES DE RUIDO EN BOGOTÁ D.C. 42
4.2.1. MAPAS DE RUIDO 45

5. LA PUBLICIDAD EXTERIOR VISUAL Y LA CONTAMINACION VISUAL 57

5.1. ELEMENTOS DESMONTADOS..... 58
5.2. INVENTARIO DE VALLAS..... 59

6. LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN BOGOTÁ D.C. 61

6.1. IMPACTOS SOBRE LA SALUD..... 61
6.2. INVENTARIO DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS 62
6.3. PROYECCIÓN DE RESIDUOS 66
6.4. RECUPERACIÓN, REUTILIZACIÓN, RECICLAJE 68

7. TERRITORIO Y SUELO URBANO EN BOGOTÁ D.C. 70

7.1. POBLACIÓN..... 70
7.2. EVOLUCIÓN DEL ÁREA URBANIZADA 71
7.3. TENDENCIA DE CRECIMIENTO 76
7.4. ÁREA DE SUELOS DE ENGORDE (FUENTE: DIARIO EL TIEMPO)..... 76
7.5. RENOVACIÓN URBANA (FUENTE: EMPRESA DE RENOVACIÓN URBANA WWW.ERU.GOV.CO).... 77
7.6. ÍNDICE DE HABITACIÓN (M2 CONSTRUIDO EN VIVIENDA/HAB.)..... 78
7.7. IMPACTO EN LA EEP..... 79
7.8. ESPACIO PÚBLICO URBANO (FUENTE: IDEA-UN AGENDAS AMBIENTALES LOCALES 2008).... 81
7.8.1. ÁREA "VERDE" REPRESENTADA EN PARQUES 82
7.8.2. ARBOLADO URBANO EN ESPACIO PÚBLICO DE USO PÚBLICO 84
7.9. RIESGOS 85
7.9.1. RIESGO DE INUNDACIÓN 85
7.9.2. RIESGO DE REMOCIÓN EN MASA 86
7.9.3. RIESGOS TECNOLÓGICOS..... 86
7.9.4. RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES 87

8. CALIDAD DEL AGUA (EFLUENTES LÍQUIDOS DE BOGOTÁ D.C) 89

8.1. IMPACTOS EN LA SALUD 89
8.2. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EL SALITRE..... 89
8.3. OPERACIÓN Y MONITOREO DEL RECURSO HÍDRICO EN BOGOTÁ 92
8.4. PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE EFLUENTES..... 95
8.5. ABASTECIMIENTO DE AGUA 101

9. ECOSISTEMAS PRESTADORES DE SERVICIOS Y BIENES AMBIENTALES ESTRATÉGICOS PARA LA CIUDAD 101

9.1. CUENCA DEL PÁRAMO DE CHINGAZA.....101
9.2. CUENCA DEL TUNJUELO HASTA LA REGADERA 102

9.3. CUENCA DEL RÍO BOGOTÁ HASTA TIBITOC. FUENTE POMCA RÍO BOGOTÁ.....104
9.4. CERROS ORIENTALES 105

Lista de Tablas

Tabla 1. Consumo energético por sector..... 12
Tabla 2. Consumo energético per cápita..... 13
Tabla 3. Clasificación de riesgos según concentración de PM10..... 18
Tabla 4. Emisiones Estimadas por Tipo de Combustible Para el Año 2002 (Kton)..... 36
Tabla 5. Consumo de combustibles por localidad de Bogotá D.C. Año 2002..... 37
Tabla 6. Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles db(a). 41
Tabla 7. Valores de ruido medios 43
Tabla 8. Elementos Desmontados año 2007 58
Tabla 9. Elementos Desmontados año 2008 58
Tabla 10. Número de vallas existentes en el Distrito Capital a comienzos del año 2007 60
Tabla 11. Número de vallas existentes en el Distrito Capital al cierre del año 2007..... 60
Tabla 12. Estudios disponibles sobre Respel en Bogotá..... 62
Tabla 13. Generación Anual de Respel..... 63
Tabla 14. Promedio histórico de residuos que ingresaron al Relleno Sanitario Doña Juana por tipo de material 64
Tabla 15. Promedio de residuos que ingresaron al Relleno Sanitario Doña Juana por tipo de origen..... 65
Tabla 16. Proyección de Residuos Peligrosos..... 66
Tabla 17. Proyección de Residuos para disposición final y tratamiento..... 68
Tabla 18. Reducción de Residuos en el Relleno Sanitario Doña Juana por efectos de parque de reciclaje 68
Tabla 19. Proyección de un escenario de ahorro en disposición final por parques de reciclaje 69
Tabla 20. Crecimiento del área urbana 1900 - 1999 72
Tabla 21. Area Urbanizada en Bogotá 74
Tabla 22. Índices de ocupación y crecimiento de Bogotá 75
Tabla 23. Índice de habitación. Bogotá 78
Tabla 24. Cambios en el área (ha) para cada tipo de cobertura y 81
Tabla 25. Parques y Zonas verdes en Bogotá (CCB Observatorio del Espacio Público 2005) 84
Tabla 26. Indicadores PTAR El Salitre. 2007. Bogotá..... 91
Tabla 27. Carga contaminante de DBO5 y SST para el sector industrial monitoreado del Programa de Seguimiento y Monitoreo. 97
Tabla 28. Carga contaminante de DBO5 y SST (toneladas/año) para las Cuencas monitoreadas dentro del Programa de Seguimiento y Monitoreo. 98
Tabla 29. Oferta Hídrica Bogotá 104
Tabla 30. Sustracciones a la Reserva Forestal Cerros Orientales de Bogotá..... 105
Tabla 31. ZONIFICACION AMBIENTAL PMA CAR de la Reserva Forestal Cerros Orientales de Bogotá..... 106
Tabla 32. Cobertura Vegetal la Reserva Forestal Cerros Orientales de Bogotá 107

Lista de Figuras

Figura 1. Concentración de PM10 para el año 2007. 17
Figura 2. Morbilidad Sala ERA años 2006-2007 18
Figura 3. Relación concentración PM10 vs. Tasa ERA 19
Figura 4. Concentraciones anuales para la RMCAB. 21
Figura 5. Concentraciones anuales para cada estación de la RMCAB. 23
Figura 6. Concentraciones anuales de PM10 en le año 2007 y 2008..... 23
Figura 7. Clases Industriales de mayor aporte al crecimiento de las Ventas Enero-diciembre de 2007 (%) 25
Figura 8. Distribución típica del PM10..... 25
Figura 9. Concentraciones anuales de PST para cada estación de la RMCAB. 26
Figura 10. Excedencias de 24 horas para PST en las estaciones de la RMCAB. 27
Figura 11. Concentraciones de SO_2 medias anuales. 28
Figura 12. Concentraciones anuales de SO_2. 28
Figura 13. Concentraciones de CO medias anuales. 29
Figura 14. Concentraciones anuales de CO. 29
Figura 15. Concentraciones de NO_2 medias anuales. 30
Figura 16. Concentraciones anuales de NO_2. 31
Figura 17. Concentraciones de O_3 promedios anuales. 32
Figura 18. Concentraciones anuales de O_3. 32
Figura 19. Excedencias horarias para O_3 en las estaciones de la RMCAB. 33
Figura 20. Seguimiento al contenido de Azufre en el DIESEL año 2008..... 34
Figura 21. Consumo combustibles empresas en Bogotá. Año 2006..... 35
Figura 22. Porcentaje de población expuesta que sufrirá una pérdida de audición permanente máxima en función del nivel de exposición. 39
Figura 23. Mapa de Ruido Urbano 44
Figura 22. Conceptos Técnicos generados por la Secretaría Distrital de Ambiente 45
Figura 25. Mapa digital de ruido periodo diurno 46
Figura 26. Mapa digital de ruido periodo nocturno 47
Figura 27. Comportamiento de ruido ambiental en el periodo diurno..... 48
Figura 28. Comportamiento de ruido ambiental en el periodo nocturno..... 49
Figura 29. Mapa digital de ruido periodo diurno 52
Figura 30. Mapa digital de ruido periodo nocturno 53
Figura 31. Ubicación de las principales fuentes fijas generadoras de ruido en la Localidad de Kennedy 55
Figura 32. Ubicación de las principales fuentes fijas generadoras de ruido en la Localidad de Puente Aranda 56
Figura 33. Elementos Desmontados año 2001 – 2008 59
Figura 34. Participación concesionarios de aseo..... 65
Figura 35. Disposición de residuos por tipo de servicio 66
Figura 36. Crecimiento poblacional de Bogotá. 70
Figura 37. Mapas de crecimiento urbano de Bogotá..... 73
Figura 38. Crecimiento Urbano de Bogotá 1958-2008. 76

Figura 39. Zonas de Renovación Urbana de Bogotá, 2008. 78
Figura 40. Riesgos por inundación Bogota, 2008. 85
Figura 41. Riesgos por remoción en masa Bogota, 2008. 86
Figura 41. Riesgos Tecnológicos Bogota, 2008. 87
Figura 43. Distribución Interanual Incendios Forestales Bogota, 2008. 88
Figura 44. Distribución Mensual Incendios Forestales Bogota, 2008. 88
Figura 45. Volumen de Agua tratado 90
Figura 46. Cargas contaminantes de DQO, DBO, SST y Grasas y Aceites vertidas al río Bogotá 93
Figura 47. Concentraciones de Oxígeno Disuelto (OD), DQO, DBO y SST de las estaciones de monitoreo a 2004 93
Figura 48. Fases de seguimiento Programa de Monitoreo y Seguimiento de Efluentes ... 96
Figura 49. Carga contaminante de DBO5 y SST para el sector industrial monitoreado del Programa de Seguimiento y Monitoreo. 98
Figura 50. Carga de Sólidos Suspendidos Totales 99
Figura 51. Demanda biológica de oxígeno 100
Figura 52. Crecimiento de la población de Bogotá 100

INTRODUCCION

"*Las consecuencias ambientales (del crecimiento urbano en Latinoamérica) son muy preocupantes, no sólo se ha incrementado la metropolización, sino que se ha extendido también a la frontera agrícola y ha penetrado en el bosque tropical o en los ecosistemas de alta montaña….. La presión ejercida sobre el bosque tropical está teniendo consecuencias graves sobre el ecosistema…..Las consecuencias ambientales sobre los perímetros urbanos son igualmente preocupantes…..La contaminación atmosférica está empezando a causar estragos en ciudades como México, Medellín o Santiago de Chile. Las grandes ciudades han convertido en cloacas muchas de las cuencas y están agotando las fuentes de agua de ecosistemas cada vez más distantes. Ello sin contar con el hacinamiento de los tugurios, la contaminación sonora, la congestión del transporte y la asfaltización de suelos productivos*"[1]

Una línea base se puede definir como un "punto de partida"; en este caso para evaluar, tanto la evolución del estado ambiental de la ciudad, como el resultado de la gestión ambiental que se hace sobre su territorio, en este caso la jurisdicción de la SDA como Autoridad Ambiental, esto es, el perímetro urbano. Esto último no obsta para incluir algunos temas externos a este territorio, pero que definen, con mucho, la presión que se ejerce sobre el ecosistema del cual dependen, estratégicamente, algunos recursos claves para la ciudad y sus habitantes y los impactos que tienen efectos "aguas abajo".

Lo ambiental puede definirse de múltiples formas, depende del punto de vista. En este caso se define como aquel conjunto de elementos geosféricos (estructurales y funcionales) que son afectados por las actividades humanas y que impactan al ecosistema, produciendo efectos negativos (raras veces positivos) sobre los bienes y servicios ambientales de los cuales depende el grupo humano. En este contexto, se plantean los siguientes criterios orientadores del documento presentado:

- La "línea de base" se construye con base en temas, criterios, variables e indicadores que tengan relación directa entre la actividad (en lo urbano) y el ambiente.
- Este trabajo no termina aquí. Es un comienzo fundamentado para una "línea de base" que pueda evolucionar.
- La "línea de base" representa un estado (en un momento definido). Un estado determinado se puede asociar con presión e impactos sobre el ecosistema. Actualmente, estos pueden ser globales, regionales o locales.
- Los estudios de línea base tienen un alcance limitado y una estructura multidisciplinaria.
- El producto final es práctico, no son estudios necesariamente académicos que abarcan hasta la saciedad los aspectos posibles de los temas expuestos.
- El lapso de recolección, generación y análisis de datos fue breve y estuvo limitado al tiempo y los recursos disponibles.

1 Angel Maya Augusto. 1.989. Asentamiento Humanos y Medio Ambiente. En: Memorias primer seminario nacional sobre hábitat urbano y problemática ambiental. Universidad Nacional de Colombia. Manizales.

- Su construcción se basó en un conocimiento documentado: estudios, informes de empresas, documentos de gobierno, y otras fuentes de información c consideras confiables.

La "línea de base" incluye tres aspectos fundamentales

- La historia de las transformaciones ambientales (por temas, variables o indicadores)
- El inventario con la descripción de las alteraciones ambientales o ecológicas claves
- La valoración del estado actual del medio ambiente, o de la variable estudiada.

La idea fundamental fue concebir un inventario de aquella información que sea lo más representativa posible del territorio afectado. En concepto de los autores, ésta información es suficiente para comprender el funcionamiento del medio, las causas históricas del efecto logrado y la evolución posible si no se actúa.

La "línea de base" tuvo como fin último, reunir datos de comparación con los cuales se pueden medir los posteriores cambios producidos en el ambiente de referencia. La profundidad y el alcance de los estudios de "línea de base" ambiental estuvo altamente determinada por la capacidad, la disponibilidad y calidad de la información.

1. CLIMA

1.1. Precipitación

La precipitación anual muestra un patrón bimodal hacia la sabana y monomodal hacia los cerros orientales.

1.1.1. Cuenca Río Bogotá

Distribución temporal: de tipo bimodal con períodos lluviosos de Marzo a Mayo y de Septiembre a Noviembre, los demás meses son secos.
Máximos, promedios, mínimos: El valor promedio es de 862 mm., con máximos alrededor de 1.300 mm. y mínimos alrededor de 550 mm.
Valores promedio anual de precipitación en la estación meteorológica del Observatorio Nacional: 972 mm. Cantidad promedio de días con lluvia 180; precipitación en la estación aeropuerto El Dorado: 818 mm. Cantidad promedio de días con lluvia 184[2].
Distribución espacial: Los valores más bajos se presentan hacia el occidente del casco urbano en las zonas aledañas al río Bogotá, con valores entre 500 y 700 mm. Los valores más altos se presentan hacia los Cerros Orientales con valores cercanos a 900 mm. En la zona rural montañosa los valores máximos se presentan hacia el suroriente en la parte alta del río Tunjuelo, veredas San Benito y La regadera, Localidad de Usme, con valores

[2] Ministerio de Ambiente Vivienda y desarrollo Territorial. IDEA. 2005. Atlas Climatológico de Colombia

entre 1.400 y 1.700 mm. Los valores mínimos se presentan en las veredas Quiba Alto y Quiba Bajo, localidad Ciudad Bolívar con valores de 400 a 700 mm promedio anual.
Ocurrencia de eventos extremos: "El número anual de desastres relacionados con el clima a nivel mundial se incrementó en 2,4 veces entre el 2000-2005, en relación al periodo 1970-99, continuándose la tendencia observada durante los años noventa. Para los países de la CAN, este incremento fue similar en las últimas tres décadas: el doble en el quinquenio 2002 - 2006, con respecto al quinquenio 1977-1981"[3] En Julio de 2006 un aguacero de más de 100 mm. en menos de 2 horas ocasionó el colapso del alcantarillado en la zona central de Bogotá, sobre el río Fucha, causando inundación de las calles e interrupción del transito y de Transmilenio por varias horas. El 3 de noviembre de 2007 una granizada ocasionó el colapso del alcantarillado en la zona central de Bogotá, sobre la avenida 26 ocasionando inundaciones en los barrios aledaños, localidades Teusaquillo y Los Mártires, colapso del tránsito automotor y arrastre de vehículos. A fines del 2007, Bogotá sufrió la granizada más fuerte de los últimos 30 años, debido a que los índices de humedad en el ambiente se mezclaron con los vientos que llegaron a la ciudad desde el occidente y que chocaron contra los cerros orientales (Diario El Tiempo,2007).

1.1.2. Cuenca Río Blanco

Distribución temporal: De tipo monomodal, con período húmedo de abril a octubre, con mayo, junio y julio como los más lluviosos. Enero es el mes más seco. Máximos, promedios, mínimos: Promedio anual 1.300 mm., con máximos alrededor de 1.400 mm. y mínimos alrededor de 1.150 mm.
Distribución espacial: Valores más altos de precipitación media en la vereda Los Ríos, localidad Sumapaz, con 1.567 mm., y mínimo de 1.128 mm. en la vereda Tanquecitos.

1.2. Temperatura

- Máximos, promedios, mínimos: Para la cuenca del río Bogotá el promedio es de 14,8 C; el promedio máximo registrado es de 15,3 ºC en el mes de mayo y el mínimo promedio es de 14,4 ºC para el mes de julio. Los valores máximos extremos son de 25 ºC en junio y julio, y mínimo de -4 ºC en febrero.
- Distribución temporal: Bimodal con meses de más baja temperatura enero y julio y más alta mayo y noviembre.
- Distribución espacial: la temperatura disminuye a medida que aumenta la altitud y, de esta manera, disminuye espacialmente desde el casco urbano hacia el sur- Páramo de Sumapaz hasta los 9-12 ºC.
- Ocurrencia de inversiones térmicas y heladas: Se presentan, en Colombia, a alturas superiores a los 1.500 msnm. El 80% de los casos en los mese secos del año: Diciembre, Enero y Febrero. El 20 % en Marzo, Agosto, Julio y Septiembre. En el D.C. la zona con frecuencia alta de ocurrencia de heladas se presenta hacia el occidente en los límites con Funza, Madrid y Mosquera. La frecuencia promedio es de alrededor de 8 eventos de helada por año.[4]

[3] Secretaría General de la Comunidad Andina. Mayo 2008. El Cambio Climático no tiene fronteras Impacto del Cambio Climático en la Comunidad Andina. http://www.comunidadandina.org/public/libro_cambioclimatico.pdf http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc16965/doc16965-3a.pdf
[4] Ministerio del medio ambiente. IDEAM. 2005. Atlas Climatológico de Colombia.

- Ocurrencia de eventos extremos: En Bogotá en el año 1995 durante los meses de enero y febrero se midieron los valores de temperatura máxima más altos de todo el período de observaciones (aproximadamente 30 años). También se registraron ocurrencias de heladas muy fuertes para la Sabana de Bogotá con registro mínimo absoluto de -7,2 oC el 15 de febrero, y el 28 y 31 de diciembre[5].
- *"En 2007 se batieron todos los récord de temperaturas. El año que termina será recordado porque durante sus 365 días las temperaturas subieron considerablemente y el clima se tornó más variable e impredecible. Enero fue el primer mes más caluroso de que se tiene registro en todo el mundo, 1,53 grado Fahrenheit por encima de lo normal, que equivale a casi un grado centígrado. Fue la primera vez desde que empezaron a registrarse las temperaturas en 1880 que la temperatura promedio del globo ha estado tan por encima de la norma para cualquier mes del año. Los meteorólogos han registrado pautas anormales del clima durante más de una década, pero nada igual a lo del 2007. Fue un año de clima tan extremo que la Organización Meteorológica Mundial difundió una información de prensa con la crónica de todos los récord y los acontecimientos inusuales"*[6]

1.3. Humedad relativa

- Máximos, promedios, mínimos: Cuenca río Bogotá, valor promedio anual de 77,5% +- 3%.
- Distribución temporal: Igual que la precipitación, bimodal con meses más húmedos hacia abril-mayo y octubre noviembre y más secos en enero y julio-agosto.

1.4. Vientos

- En la cuenca del río Bogotá los vientos son uniformes, con valor promedio anual de 1,8 m/seg. Los valores promedio máximo se presentan en los meses de julio – agosto con 2 m/s. La dirección predominante es norte – noreste. En la zona de Doña Juana la velocidad es mayor, presentando valores entre 3,4 y 5,4 m/s.
- Ocurrencia de eventos extremos: BOGOTÁ, nov. 7- 2007 (UPI) -- Un vendaval que alcanzo vientos hasta de 65 kilómetros por hora, provoco daños en seis locales comerciales, 38 vehículos y algunas viviendas del barrio La Calleja. Los vientos, además, provocaron, cinco heridos leves que fueron atendidos en el lugar. En Junio 22 de 2008 un vendaval desentejó varias viviendas en la localidad Suba (El espectador Junio 22 de 2008). "Según los reportes, 118 casas quedaron sin techo este domingo por fuertes vientos en el municipio de Facatativá (30 km al oeste de Bogotá), donde además cayeron varios árboles y un muro exterior de una cárcel". (Diario Las Américas 23-06-2008).

[5] Ministerio del medio ambiente. IDEAM. 1998. El Medio Ambiente en Colombia. Pp 56 y ss.
[6] El Espectador. jueves, 27 de diciembre de 2007

1.5. Relación con cambio climático y calentamiento global.

Informe sobre ciudades y cambio climático 06 de agosto, 2008. "El Banco Mundial y la Estrategia de la ONU para la Reducción de Desastres lanzaron este miércoles un informe para reducir la vulnerabilidad de las ciudades del este asiático ante el impacto del cambio climático. El estudio hace una serie de recomendaciones, entre ellas el mejoramiento de la infraestructura pública y alternativas al uso de combustible fósil. Algunos de los lineamientos son muy simples, como aumentar los espacios verdes e incrementar la eficiencia energética del transporte". Los argumentos anteriores están de acuerdo con la precaria situación de Bogotá en este sentido. El reducido espacio verde, el uso intensivo de combustibles fósiles de mala calidad, la aplicación de tecnologías obsoletas para la producción de energía con estos combustibles, el marcado hacinamiento en alguna partes, convierten a la ciudad en escenario proclive a sufrir desastres ocasionados por los fenómenos asociados al cambio climático.[7]

2. CONSUMO ENERGÉTICO

El consumo energético es un indicador de la actividad humana, pero también de la eficiencia de los procesos productivos. Su consumo en derroche y excesivo es indicador de procesos ineficientes y/o contaminadores.

2.1. Consumo energético por sector

Definiciones: 1 Caloría equivale a la cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua destilada de 14,5ºC a 15,5 Grado Celsius a nivel del mar (una atmósfera de presión). 1 Teracaloria (Tcal) = 1.000.000.000.000 calorías.
Participación porcentual del consumo final de energía por sectores – Bogotá 2005. Fuente: UPME Balances Energéticos 1.997 - 2.006. Cálculos propios.

Tabla 1. Consumo energético por sector

	Bogotá D. C.		Nacional	
SECTOR	%	CONSUMO (Tcal)	%	CONSUMO (Tcal)
Transporte	45,5	19.329	34,7	79.454
Industrial	17,1	7.250	26,5	60.629
Residencial	18,4	7.823	21,3	48.753
No Identificado	6,4	2.706	5,7	13.017
Agrícola y Minero	2,7	1.140	5,4	12.346
Comercial y Público	8,3	3.514	4,7	10.768
Construcción	1,8	756	1,7	3.897
Total		42.517		228.864
Habitantes Censo DANE 2005		6.840.116		42.888.592

[7] http://www.un.org/spanish/News/fullstorynews.asp?NewsID=13147

SECTOR	Bogotá D. C.		Nacional	
	%	CONSUMO (Tcal)	%	CONSUMO (Tcal)
Consumo *per cápita* estimado Tcal/hab año^{-1}		0,0062158		0,053362
Consumo *per cápita* estimado Kcal/hab año^{-1}		6.215.830,257		5.336.244,19

Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá. Secretaría Distrital de Ambiente. Corporación Ambiental Empresarial. Cámara de Comercio de Bogotá. Junio de 2008. Formulación de una política ambiental de eficiencia energética para Bogotá. Línea Base. Primer Borrador.

El indicador puede también definirse por unidad de sector: consumo / # consumidores

La comparación con la nación es simplemente indicativa, dada la forma como está construido el indicador, puede afirmarse que Bogotá concentra, relativamente, más demanda de transporte, que el país como un todo. Si esto es así, es en este sector en donde es posible obtener los mejores beneficios de inversión, no sólo en el tema ambiental por el efecto de los gases producidos por los combustibles utilizados, sino que una buena relación beneficio/costo sería más importante y fácil de obtener que en cualquier otro sector. Caso similar para los sectores: No identificado (pérdidas?) y Comercial y público.

2.2. Consumo per cápita

Tabla 2. Consumo energético per cápita

		CONSUMO (Tcal) Bogotá	CONSUMO (Tcal) País
Comercial y Público		3.514	10.768
Habitantes Censo DANE 2005		6.840.116	42.888.592
Consumo *per cápita* estimado Tcal/hab año^{-1}		0,000513734	0,000251069
Consumo *per cápita* estimado Kcal/hab año^{-1}		513.733	251.069

Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá. Secretaría Distrital de Ambiente. Corporación Ambiental Empresarial. Cámara de Comercio de Bogotá. Junio de 2008. Formulación de una política ambiental de eficiencia energética para Bogotá. Línea Base. Primer Borrador.

Como se aprecia en la tabla anterior, el consumo per cápita en Bogotá duplica el consumo per cápita en el país. Aunque lo anterior puede ser resultado de la urbanización concentrada en una (relativamente) pequeña área, este factor puede ser trabajado para bajar el valor del indicador y por lo tanto disminuir el consumo superfluo de energía.

3. CALIDAD DEL AIRE EN BOGOTÁ D.C.

3.1. Características Generales de la calidad del Aire

3.1.1. Estudios realizados en Bogotá que relacionan calidad del aire con salud

La Universidad de los Andes a inicios de la década de los noventa en Bogotá analizó y construyó series estadísticas a partir de los resultados de los monitoreos realizados por la Red de Monitoreo de Bogotá entre 1987 y 1991, con el fin de establecer de acuerdo con estos registros, la presencia de contaminantes en el aire identificados como peligrosos (componentes sulfurosos, nitrogenados, partículas en suspensión, ozono y residuos de hidrocarburos) para la salud humana.

Fue así como se construyó un modelo para estimar los efectos sobre la salud de los bogotanos por la exposición a distintos niveles de contaminación del aire, el cual planteaba que las afecciones respiratorias en la ciudad dependen de factores como niveles de contaminación de un contaminante en particular, sexo del paciente, edad, seguridad médica y en algunos casos días de permanencia en la clínica u hospital.

Dentro de los principales resultados obtenidos se encontró que para las enfermedades respiratorias agudas una disminución del 1% en los niveles de partículas en suspensión implicaría una reducción del 0,05% en los niveles de hospitalización, lo que representaría una disminución aproximada de 284 casos por este tipo de enfermedades, que suponen una disminución de la contaminación del aire por partículas en suspensión del 40%; reducción que se requería para cumplir con los estándares internacionales de la época. Para el caso de las neumonías una disminución del 1% en los niveles de partículas en suspensión implicaría una disminución del 0,04% en la ocurrencia de enfermedad de este grupo y suponiendo una reducción igualmente del 40% equivaldría a disminuir en 632 casos de neumonías. Para el grupo de bronquitis, enfisema y asma la disminución del 40% en los niveles de partículas en suspensión supondría una disminución 269 casos de hospitalización por estas enfermedades.[8]

Dos años después, en 1995 un estudio realizado por la Universidad Javeriana en Bogotá, aplicando funciones dosis respuesta, permitió concluir que el aumento del 1% en los niveles de los contaminantes calculados implicaba que la tasa de morbilidad anual para niños menores de cinco (5) años aumentaba en un 3,3%[9].

[8] IDEAM. 2008. Informe Anual sobre el Estado del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables para Colombia 2007".

[9] Calixto, Diana Constanza y Alexandra Victoria Díaz (1997). "Valoración económica del impacto ambiental del aire sobre la salud de habitantes menores de 5 años en Bogotá, Universidad Javeriana.

En 1998 fue realizado un nuevo estudio para Bogotá, por la Universidad de Maryland[10], el cual buscaba en primer lugar demostrar el impacto que la contaminación del aire tiene sobre la incidencia de las Enfermedades Respiratorias Agudas (ERA) en Bogotá y estimar una función dosis-respuesta que relacionara varios contaminantes con admisiones hospitalarias diarias. Los resultados mostraron que "cuando se duplican las emisiones de PM10, el número de admisiones hospitalarias se incrementa en un 120%; para las mujeres en 132%; para la población entre 35 y 50 años en 141% y para la población entre 51 y 64 años en 217%. Cuando se duplica el NO_2, las admisiones hospitalarias se incrementan en 12%, siendo el grupo de edad más vulnerable el de niños entre 0 y 6 años con un incremento del 24,5%"[11].

Un año después en Bogotá la Universidad Javeriana realizó una investigación que buscaba encontrar una relación entre las concentraciones de partículas suspendidas de tamaño respirable (PM10), medidas en $\mu g/m^3$, y la mortalidad por IRA por grupos etários para las 19 localidades de Bogotá, durante el periodo comprendido entre septiembre de 1997 y diciembre de 1998. Los resultados mostraron que existía una relación directa entre las partículas suspendidas de tamaño respirable y la mortalidad por IRA en las localidades de Bogotá, y que a medida que aumenta la concentración de partículas suspendidas, aumenta el valor esperado del número de muertes por IRA. En general, las localidades que muestran un mayor valor esperado del número de muertes por IRA son Engativá, Suba, Kennedy, Usaquén, Ciudad Bolívar y Bosa.[12]

Ese mismo año la Universidad Javeriana adelantó una investigación con el objeto de relacionar la contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria en niños menores de 14 años en Bogotá, en la cual se pudo concluir que un aumento de 10 $\mu g/m^3$ en la concentración de PM10 produce un aumento de por lo menos el 8% en el número de consultas por enfermedad respiratoria en los niños menores de 14 años[13].

Finalmente, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) en el 2005 realizó un estudio para determinar la población expuesta en las diferentes localidades de Bogotá a niveles de concentración por PM10, tanto para la exposición anual como diaria, teniendo en cuenta la población proyectada para el 2004 y las mediciones realizadas por la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá. Las conclusiones de este estudio señalan que en general el factor de riesgo al que se encuentra expuesta la población, especialmente los niños y ancianos, es alta, ya que factores como las altas concentraciones de PM10 que tienen como origen las fuentes fijas y móviles de la localidad y sus alrededores, sumadas a la prevalencia de un gran porcentaje de microorganismos considerados como patógenos oportunistas, brinda las condiciones óptimas para la ocurrencia de I.R.A.

---

[10] Lozano, Nancy (1998). "A concentration response approach for air pollution in Bogotá, Universidad de Maryland.

[11] Op cit. 2

[12] Op. Cit 2

[13] Solarte Rodríguez, Iván (1999). "Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria en niños menores de 14 años en Santa fe de Bogotá". Universidad Javeriana.

3.1.2. Material particulado (PST y PM10) y su incidencia en la salud en la ciudad de Bogotá

El material particulado se considera como la mezcla tanto de partículas sólidas como líquidas que se encuentran suspendidas en la atmósfera. Estas partículas son emitidas o formadas en el aire y se encuentran clasificadas según su tamaño. Algunas de estas partículas son grandes y pueden ser vistas mientras que otras son pequeñas y solo pueden ser vistas utilizando un microscopio. Se denominan como partículas suspendidas totales (PST), las que abarcan todo el material suspendido.[14]

En general, el material particulado (PM) primario tiene como fuente actividades tanto naturales como antropogénicas. Entre las antropogénicas se encuentran los hornos de combustión, procesos metalúrgicos y los vehículos. En las naturales se encuentran los incendios forestales, el polen y la resuspensión de polvo por el viento. Dentro de las PST, se encuentra el material particulado menor a 10 micras (PM10), y la sección fina de este que corresponde al material particulado menor a 2.5 micras (PM2.5). El PM secundario se forma a partir de la interacción de compuestos orgánicos volátiles, SO_2 y NO_2, el cual conforma casi toda la sección fina del PST.

Frente a la exposición de algunos contaminantes ambientales que pueden afectar la salud, la Secretaría Distrital de Salud ha realizado el seguimiento a los posibles efectos asociados, particularmente, el material particulado, en las localidades de emergencia ambiental (Puente Aranda, Kennedy y Fontibón).

La contaminación del aire por material particulado no es un factor causal directo de morbilidad o mortalidad respiratoria aguda, sino un factor asociado, que en combinación con otros factores como la desnutrición, la contaminación intradomiciliaria, las deficientes condiciones higiénicas, la falta de vacunación, entre otras, produce un aumento de enfermedades pulmonares. El efecto del material particulado sobre la salud humana, puede deberse a su tamaño, su composición química y su contenido microbiológico[15].“La incidencia del material particulado en la presencia de IRA aumenta a causa de patógenos oportunistas que viajan en la corriente de aire, los cuales aprovechando los efectos de irritación y laceración de los epitelios causados por las partículas, sumados a la colmatación de la red de cilios que protegen el sistema respiratorio, brindan condiciones apropiadas para que el microorganismo que llega, pueda tener una mayor probabilidad de generar algún problema respiratorio, siempre teniendo en cuenta que la salud del huésped será uno de los factores condicionantes para la ocurrencia o no de la infección. La partícula al rasgar, irritar y saturar los epitelios, facilitan que los patógenos puedan encontrar las condiciones necesarias para la creación de una I.R.A”[16].

[14] Op cit.2

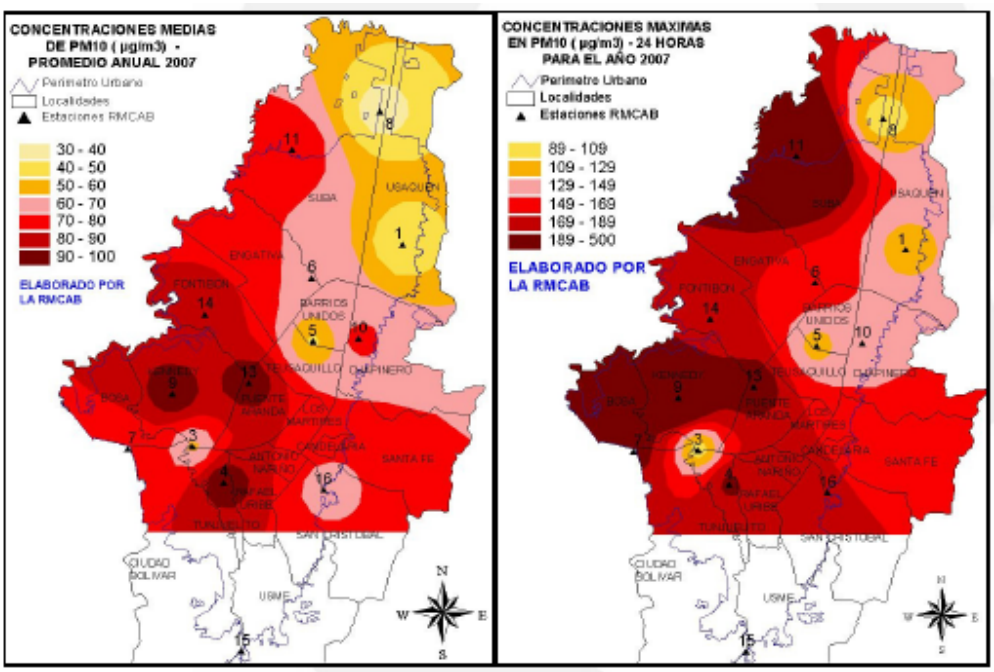
[15] Blanco Becerra Luis Camilo: “Caracterización microbiológica del material particulado como factor de riesgo sobre la salud en la localidad de Puente Aranda”. Universidad de la Salle, Bogotá D.C.

[16] Ibid 10

Según los datos de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire, para la vigencia 2007 se observa que los valores más altos respecto a las concentraciones medias anuales de PM10 corresponden a las estaciones de: Puente Aranda (99 µg/m^3 – Moderado), Kennedy (98 µg/m^3 – Moderado), Tunal (98 µg/m^3 – Moderado) y Fontibón (87 µg/m^3 – Moderado) (Todas por encima de la norma vigente 70 µg/m^3); mientras que las estaciones que presentan los menores valores de concentración de PM10 son: IDRD (50 µg/m^3 – Bueno), el Bosque (40 µg/m^3 – Bueno), y Escuela Militar (35 µg/m^3 – Bueno). (Ver Figura 1).

Este comportamiento en las concentraciones registradas en las localidades, muestra que además de la exposición crónica al contaminante, existe también una aguda, que sumado a otros factores como la época de lluvias, podrían estar relacionados con la ocurrencia de enfermedad respiratoria en la población de estas zonas.

Figura 1. Concentración de PM10 para el año 2007.



Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente. Red de Calidad del Aire.

Los rangos establecidos para el PM10 y su incidencia en salud son los siguientes:

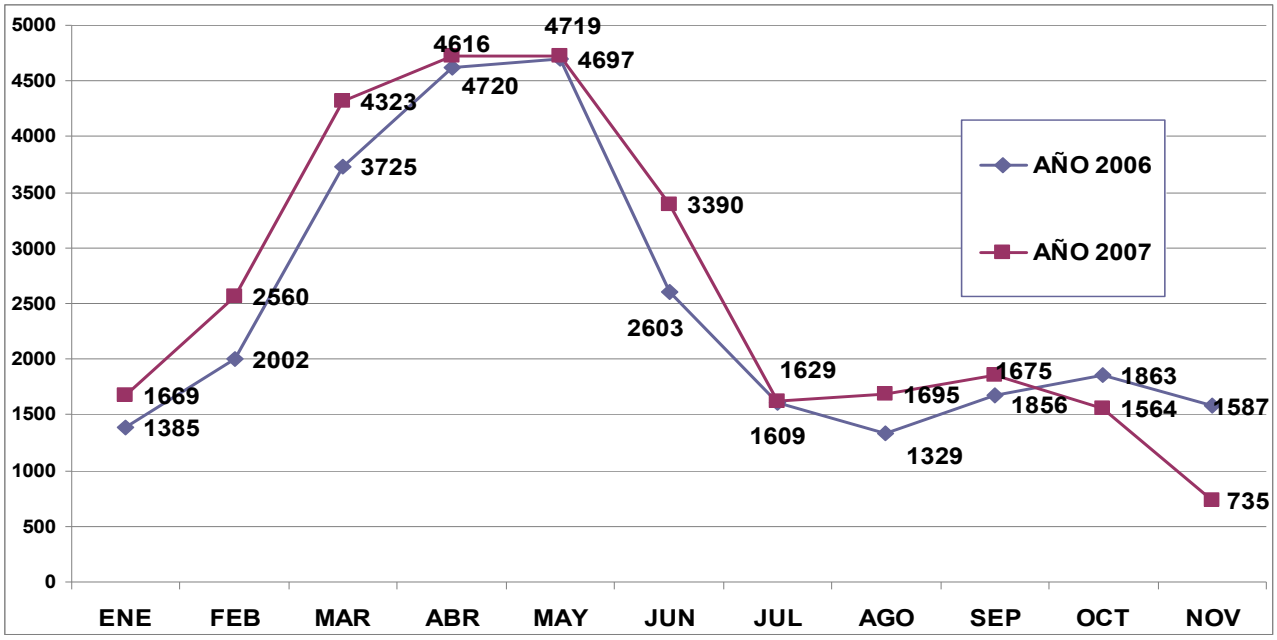
Tabla 3. Clasificación de riesgos según concentración de PM10

CONCENTRACIÓN	CALIFICACIÓN	RECOMENDACIONES
0 - 54 µg/m3	Bueno	Ningún efecto para la salud.
55 - 154 µg/m3	Moderado	Personas extremadamente sensibles deben considerar la posibilidad de reducir la actividad física fuerte o prolongada.
155 - 254 µg/m3	Desfavorable para grupos sensibles	Personas con enfermedades cardiacas o respiratorias, ancianos y niños deben reducir la actividad física fuerte o prolongada.

Fuente: Tomado del Informe Secretaría Distrital de Salud. EPA 2003. Norma de los Estados Unidos establecida por su Agencia de Protección Ambiental.

Para los casos reportados de ERA, "hasta el 30 de Noviembre de 2007 se tiene 28.869 casos de Enfermedad Respiratoria Aguda atendidos en las diferentes localidades de Bogotá. En el mismo periodo de tiempo para el año 2006 se habían atendido 27.091 casos. (Ver Figura 2)"[17].

Figura 2. Morbilidad Sala ERA años 2006-2007



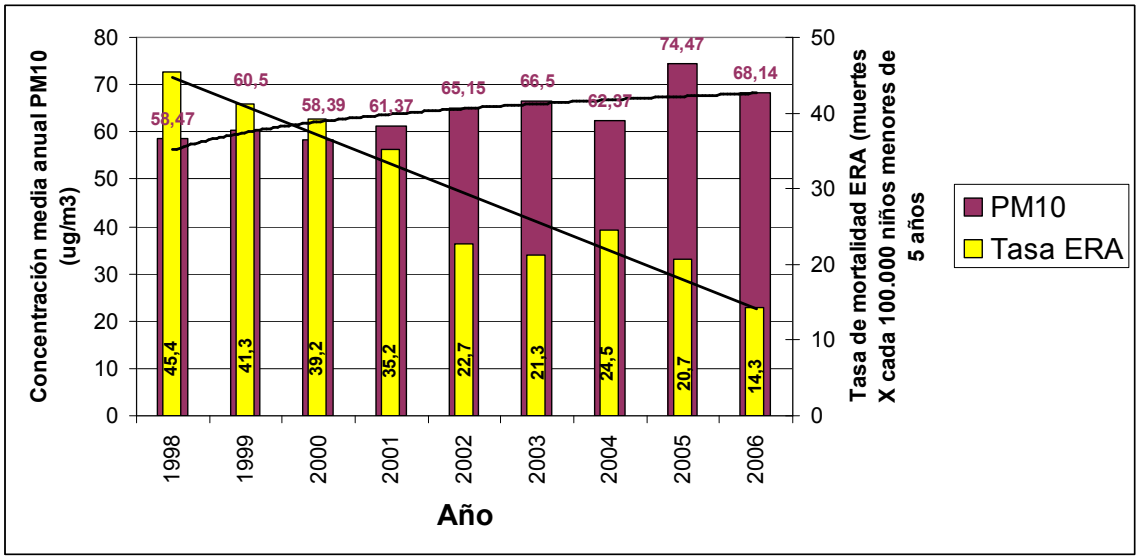
Fuente: Secretaria Distrital de Salud - Salas situacional ERA

[17] Secretaría Distrital de salud. Boletín No. 37. Diciembre 19 de 2007. Prevención y atención de la enfermedad respiratoria aguda. 2 p.

Identificada la relación existente entre pico epidemiológico y los casos notificados salas ERA, para el periodo comprendido entre enero y septiembre de 2006, la Secretaría de Salud realizó el ejercicio de relacionar la concentración de PM10 con los casos notificados. Esta demostró que existe una relación entre los picos de concentración con los casos notificados en salas ERA, siendo importante resaltar que las concentraciones en la Estación Kennedy son mayores a las medidas en la Estación de Puente Aranda.

En este sentido, se puede apreciar una relación directa entre enfermedades respiratorias y el incremento de la contaminación, esta situación se ha verificado en la ciudad para eventos de morbilidad, más no para eventos de mortalidad infantil tal como se puede verificar en la gráfica siguiente. La mejoría en la disminución de la tasas de mortalidad se puede atribuir a mejorías en los servicios de salud de la ciudad, tanto a nivel de cobertura como de calidad del mismo.

Figura 3. Relación concentración PM10 vs. Tasa ERA



Fuente: Secretaría Distrital de Salud.

Si se revisa el número de casos atendidos en salas ERA y el porcentaje de resolutividad durante el primer semestre del año 2007, se encuentra que se han atendido 32.000 niños y niñas en Salas ERA con un porcentaje de resolutividad del 85%. Durante el mismo periodo, en el año inmediatamente anterior, se atendieron 27.000 niños y niñas en las Salas ERA (Secretaría Distrital de salud, 2005). Esta situación no se puede atribuir exclusivamente a la problemática de contaminación, sin embargo, como se ha comprobado la contaminación atmosférica es uno de los factores que contribuye a que se acentué la problemática de salud por enfermedad respiratoria.

En Bogotá un niño menor de 5 años puede tener en promedio cuatro (4) episodios de enfermedad respiratoria aguda al año, que es un índice alto respecto promedio del país, éstos episodios son cíclicos y coinciden con las épocas de invierno y mayores niveles de

contaminación de las ciudad, adicionalmente, la morbi-mortalidad por enfermedad respiratoria aguda es más alta en localidades del sur-oriente, sur-occidente y centro de Bogotá en las cuales se presentan bajas condiciones de vida y elevados niveles de contaminación del aire.

El incremento en los niveles de contaminación que se verifica desde el año 2002, parece guardar un estrecha relación con el crecimiento de la economía de la ciudad, como se puede verificar la ciudad desde el mencionado año ha mantenido un constante crecimiento y este hecho se ha acentuado durante el primer trimestre del año 2007, periodo en el cual se alcanzó casi el 10% de crecimiento. Sin embargo, se debe resaltar que durante el último año el crecimiento ha sido mayor y el incremento en la contaminación ha sido por el contrario marginal, lo anterior se puede explicar por el efecto positivo de las medidas de control de la contaminación aplicadas por el Distrito en el Decreto 174 del 2006.

3.2. Tendencias de los principales contaminantes del aire

En general el dióxido de Azufre, los óxidos de Nitrógeno y el material particulado (PM10) en la mayoría de las estaciones de la Red presentan un comportamiento bimodal en los valores de concentración. Los valores mínimos se encuentran entre diciembre - enero época asociada a mayor radiación y crecimiento de altura de mezcla; y entre julio - agosto caracterizada por fuertes vientos. Los valores máximos se ubican entre febrero - abril y octubre - noviembre cuando la nubosidad y los vientos débiles prevalecen.

A partir del análisis que se presenta a lo largo de este documento, se encuentra que en Bogotá no existe un problema serio de contaminación del aire para SO_2, NO_2, CO y O_3. Contrario a esto, el incremento en el nivel de material particulado en los últimos 10 años ha superado la norma permisible de 70 $\mu g/m^3$ (Resolución MAVDT 601 de de 2006), este comportamiento obedece al acelerado crecimiento económico que se ha presentado en Bogotá en los últimos años a partir de la mayor demanda por el uso de automóviles y el consumo de combustibles fósiles, así como el crecimiento del sector de la construcción y el deterioro de las vías.

"Desde el año 2001 y a nivel de toda el área urbana del Distrito Capital se incumple la norma anual de PM10 en más del 40% de los días del año. Esto significa que durante una proporción significativa de tiempo, los habitantes de la ciudad se encuentran expuestos a niveles de contaminación por material particulado que son considerados inadecuados por entidades como la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos y la Organización Mundial de la Salud. Esta situación es particularmente crítica para la zona industrial de la ciudad en la que es común que más del 90% de los días del año se presenten valores superiores al equivalente a la norma anual de PM10"[18].

[18] Behrentz, Eduardo. Revista de ingeniería No. 26. "Análisis del estado del aire en la calidad de Bogotá. Recibido 15 de septiembre de 2007, aprobado 1ero de octubre de 2007. 91p.

Para el año 2007, el comportamiento del material particulado obedeció en parte a la mayor concentración de humo y hollín como consecuencia de los incendios forestales que se produjeron en los Cerros Orientales, así como fenómenos de inversión térmica y niveles altos de radiación solar.

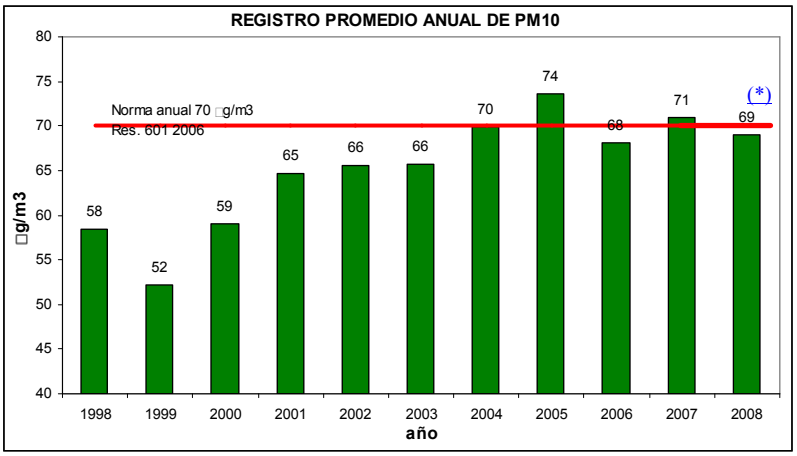
3.2.1. Comportamiento de las concentraciones de Material Particulado (PM10)

"El diámetro de las partículas presentes en el aire puede variar entre una milésima de micra y quinientas micras. Estos materiales, en estado líquido o sólido, se producen de forma natural (erosión eólica) o antrópica (combustión industrial, transporte, construcción). Desde el punto de vista del riesgo sobre la salud humana son de mayor interés las partículas cuyo tamaño no excede las 10 micras (MP10), debido a que pueden ingresar al tracto respiratorio y producir daños en los tejidos y órganos que lo conforman"[19].

Las normas de calidad del aire para partículas se refieren a las máximas concentraciones permitidas en periodos de 24 horas y al valor promedio anual de los registros diarios tanto para el material de un diámetro de partícula igual o inferior a 10 micras (PM10) como para las partículas suspendidas totales (PST).

Durante los últimos 10 años el PM10 tuvo una tendencia creciente hasta el año 2005 teniendo un comportamiento más o menos estable hasta la vigencia 2008, dado que ha oscilado en este último periodo en un rango de 67 y 74 µg/m^3, presentándose el 2005 como el año con mayor concentración anual en el contaminante. (Ver Figura 3).

Figura 4. Concentraciones anuales para la RMCAB.



Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente. Oficina Control de Emisiones y Calidad del Aire. (*) Concentración media hasta mayo de 2008

[19] Departamento Administrativo del Medio Ambiente. Red de monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá D,C. Octubre de 2006. 8 p.

En los primeros cinco años, se observó una tendencia al incremento en la concentración promedio anual de PM10. En el 2002 se registro 66 µg/m^3, las causas probables de este comportamiento son: i). El crecimiento del parque automotor: en ese periodo el número de vehículos matriculados en la ciudad se incrementó en cerca de 200.000 unidades. ii). La falta de mantenimiento del parque automotor. iii). La ubicación de una nueva estación de monitoreo en área de alta contaminación: Carrefour[20]. A partir del 2003 se presentan los promedios máximos de concentración anual de PM10 (en el 2005: 74 µg/m^3). Posteriormente, y a pesar de que el parque automotor y la actividad siguieron incrementándose, se observa una reducción en el periodo 2006-2008. Lo anterior como producto de medidas como el pico y placa ambiental, la autorregulación, y el control de emisiones de fuentes móviles (certificado de gases), emprendidas por la Secretaría Distrital de Ambiente.

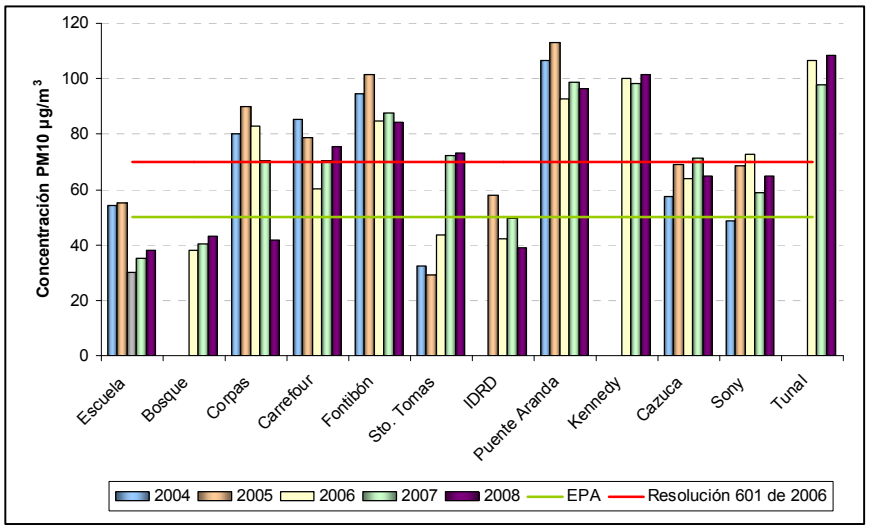
A partir del año 2004, la tendencia general de las concentraciones medias anuales de PM10 en cada una de las estaciones de la RMCAB se resume en la Figura 5. Allí se puede observar que las estaciones ubicadas en los sectores del sur y sur occidente, sobrepasan la norma durante todos los años que se analizan. Adicionalmente se ve que en general durante el año 2005 se presentaron las mayores concentraciones con respecto a los demás años. Para el 2008 comparado con los demás años, se observa que se excede la norma en cuatro de las doce estaciones reportadas. Además, hay un aumento significativo en los últimos 3 años de la concentración de PM10 en el sector norte, parte del noroccidente y centro de la ciudad, fenómeno antes ausente.

Por otro lado, en las estaciones No. 11 Corpas y No. 3 Sony ubicadas al noroccidente y sur de la ciudad, la concentración de PM10 ha disminuido año tras año. Desde el año 2005 para la primera estación y desde 2006 para la segunda. Estaciones como No. 9 Kennedy, No. 4 Tunal y No. 14 Fontibón muestran un comportamiento del contaminante poco variable en los últimos tres años reportados.

Durante el periodo de análisis, las estaciones que han superado la norma anual de 70 µg/m^3 corresponden a: Fontibón, Puente Aranda, Kennedy y Tunal. Estas localidades, en el marco del Decreto 174 de 2006 a excepción del Tunal, se clasifican como áreas-fuente de contaminación alta, Clase I, por material particulado menor o igual a 10 micras (PM10).

[20] Tomado de: Informe Anual 2002. Red de Monitoreo de Calidad del Aire.

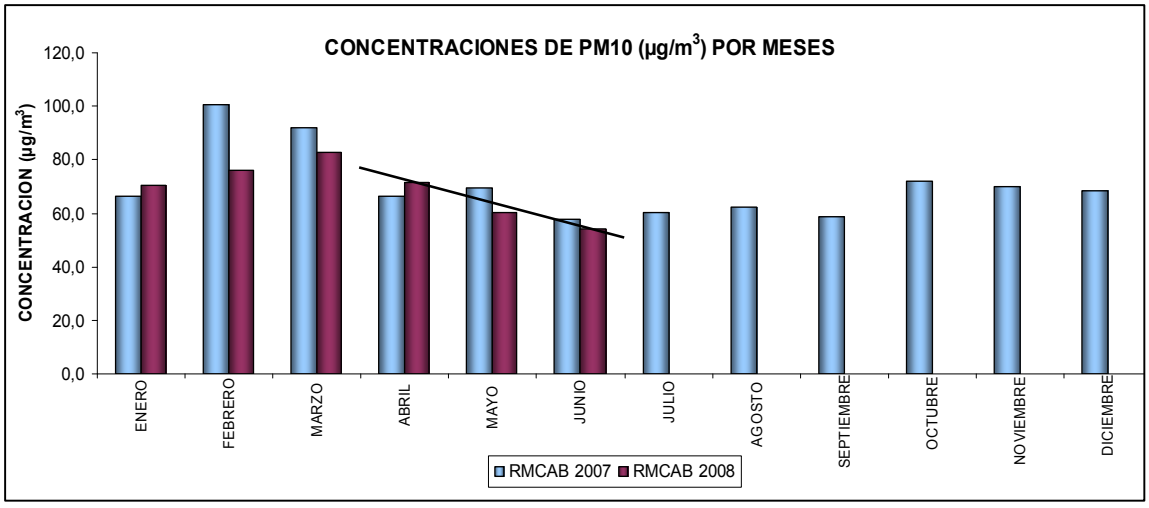
Figura 5. Concentraciones anuales para cada estación de la RMCAB.



Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente. Oficina Control de Emisiones y Calidad del Aire. (*) Concentración media hasta mayo de 2008

Comparando el primer semestre del año 2007 con el del año 2008, se puede apreciar en la Figura 6 que para los meses de enero y abril del presente año, la concentración promedio anual del contaminante aumentó con respecto al año pasado; lo contrario ocurrió en los meses de febrero, marzo, mayo y junio, en los cuales se nota una clara disminución con respecto al año anterior.

Figura 6. Concentraciones anuales de PM10 en le año 2007 y 2008.



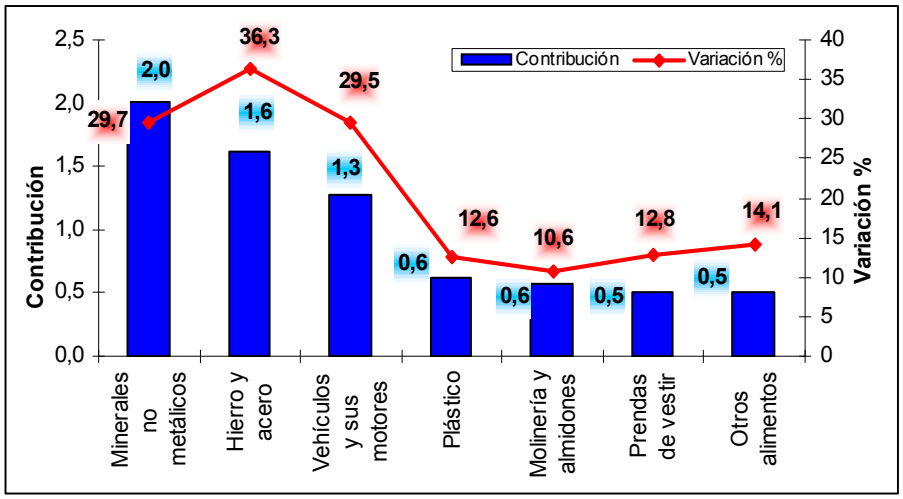
Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente. Red de monitoreo de la calidad del aire 2007.

A partir, del primero de julio se redujo significativamente el nivel del azufre del diesel que se distribuye tanto en Bogotá como en el resto del país, para el caso de la capital, el diesel que utilizan tanto el transporte público como muchos vehículos particulares registró una mejoría de calidad, al pasar de 1.200 partes por millón de azufre (ppm) a máximo 500 ppm. Este acontecimiento hace parte, del pacto suscrito en febrero de 2008 con la Alcaldía de Bogotá para suministrar cada vez mejores combustibles y aportar para la calidad del aire que respiran los habitantes. Para julio, el promedio de PM10 fue de 44,5 microgramos por metro cúbico.

En el año 2007 la concentración media de PM10 fue de 71 $\mu g/m^3$, debido principalmente a los altos valores registrados en los meses de febrero y marzo, los cuales estuvieron influenciados por: fenómenos meteorológicos que impidieron un buen transporte y difusión de los contaminantes, tales como la alta inversión térmica (entre un 80% y 85% en promedio superior a lo registrado en el año 2006), bajas velocidades del viento que provocan problemas de ventilación de la ciudad, la menor precipitación respecto al resto del año y los incendios que generan grandes emisiones de material particulado, etc. Durante estos dos meses las estaciones de Kennedy y Tunal (que para este año comenzaron a reportar promedios anuales), registraron valores más altos que las demás estaciones. De acuerdo a lo anterior, para la vigencia 2007 se observó un incremento de 3 µg/m3 con respecto al 2006 y una disminución de 3 µg/m3 en relación al año 2005.

En principio la tendencia al aumento de las concentraciones de contaminantes en el aire, responde al incremento del parque automotor, la industria y en general el crecimiento urbano, al igual que la incidencia de la calidad del diesel. Para el año 2007, la industria automotriz se constituyó en uno de los sectores más dinámicos dentro de la economía colombiana, con un crecimiento anual del 33% en su nivel de producción, ello jalonado tanto por el auge de la demanda interna como de las exportaciones. Según, los datos de ACOLFA, el número de unidades producidas en Colombia ascendió a 156 mil vehículos, con un crecimiento del 30,7% en el 2007, superando por 6 puntos porcentuales el crecimiento que presentó el sector durante el 2006. Así mismo en este periodo, 43 clases contribuyeron positivamente al incremento de la producción y de las ventas industriales. Los sectores que incrementaron su aporte al crecimiento tanto a la producción como a las ventas fueron el de hierro y acero y el de vehículos automotores. (Ver Figura 7).

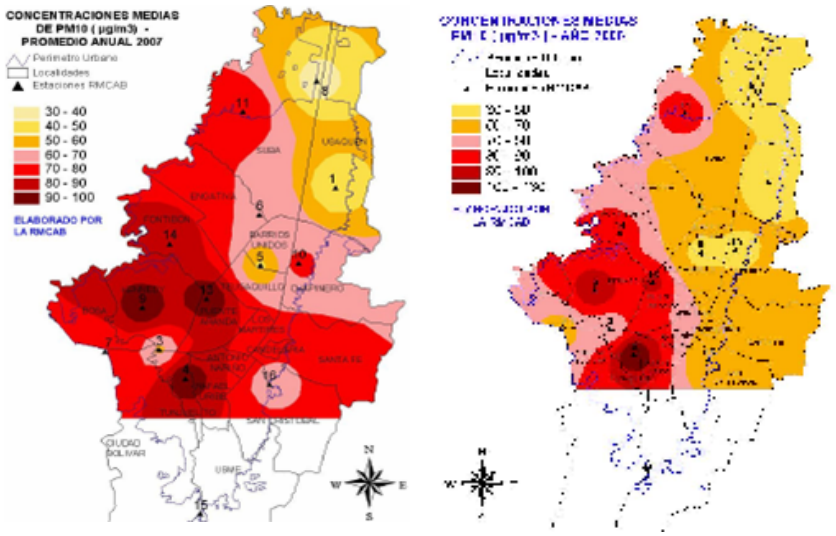
Figura 7. Clases Industriales de mayor aporte al crecimiento de las Ventas Enero-diciembre de 2007 (%)



Fuente: DANE - Cálculos OEE MINCOMERCIO.

En términos absolutos, desde diciembre de 2003 a 2007, la medición de PM10 ha reportado un incremento en concentración de 5 $\mu g/m^3$, esto significa un 7,6%. Los siguientes mapas muestran la distribución típica del material particulado menor a 10 $\mu g/m^3$ o PM10, donde se evidencia que sin importar el periodo de análisis que se emplee (un mes o un año) las concentraciones más altas, generalmente se presentan en las localidades del sur y occidente de la ciudad tales como Kennedy, Fontibón, Tunjuelito y Puente Aranda y las más bajas en el norte como Usaquén. Lo anterior debido a la distribución de los corredores industriales, poblacionales, transporte y condiciones meteorológicas en la ciudad. (Ver Figura 8).

Figura 8. Distribución típica del PM10



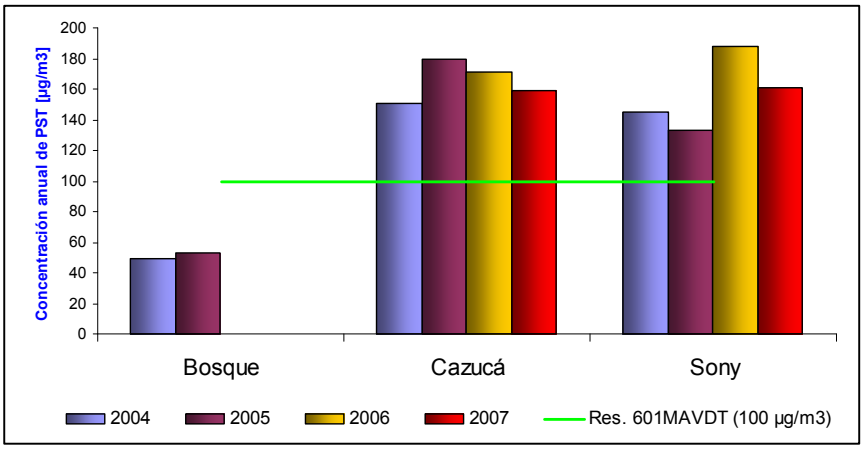
Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente. Red de monitoreo de la calidad del Aire.

3.2.2. Partículas suspendidas totales (PST)

"Las partículas suspendidas totales (PST) incluyen tanto a la fracción inhalable como las mayores de 10 micras, que no sedimentan en períodos cortos sino que permanecen suspendidas en el aire debido a su tamaño y densidad. Los efectos de la presencia de partículas en el ambiente, no inhalables, se refieren principalmente a daños en la vegetación, deterioro de materiales y reducción de la visibilidad, entre otros"[21].

La tendencia de las medias anuales de los promedios geométricos de las concentraciones diarias de PST[22] en todas las estaciones que monitorearon este parámetro se presenta en la Figura 9. A excepción de la estación El Bosque, todas las estaciones muestran un incumplimiento en la norma de PST, llegando incluso a presentar valores cercanos al doble de lo establecido en la misma. En la estación Cazucá, se registró un comportamiento de ligero descenso durante los tres últimos años, llegando para el 2007 a una concentración promedio de 159 µg/m^3.

Figura 9. Concentraciones anuales de PST para cada estación de la RMCAB.



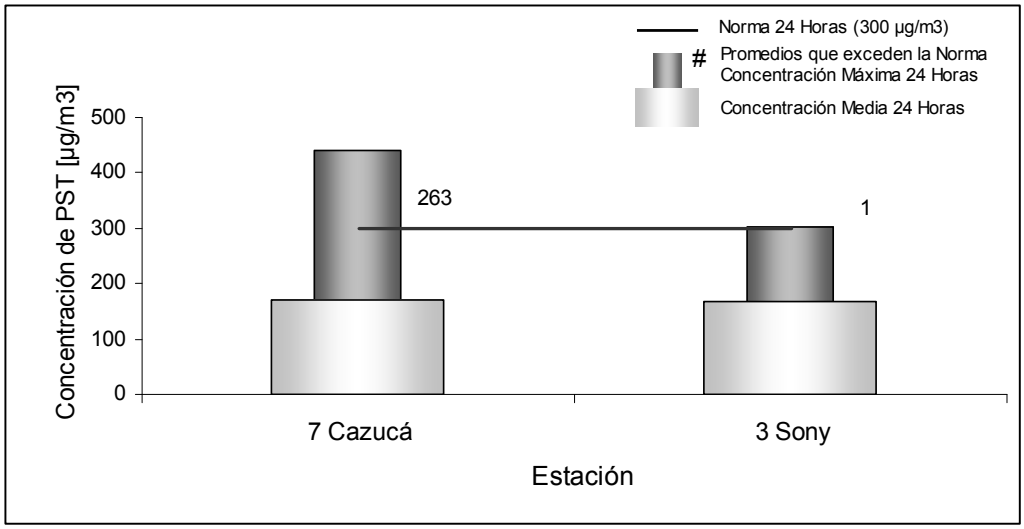
Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente. Oficina Control de Emisiones y Calidad del Aire.

En cuanto a las excedencias ocurridas durante el año 2007, en la Figura 10 se muestra que la estación No. 7 Cazucá, presentó un total del 3% de excedencias en sus datos, mientras que la No. 3 Sony solo registró una excedencia en todo el año.

[21] Departamento Administrativo del Medio Ambiente. Red de monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá D,C. Octubre de 2006. 8 p.

[22] La Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá cuenta con tres (3) estaciones que poseen equipos para medir PST ubicados en las estaciones Bosque, Sony y Cazucá.

Figura 10. Excedencias de 24 horas para PST en las estaciones de la RMCAB.



Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente. Oficina Control de Emisiones y Calidad del Aire.

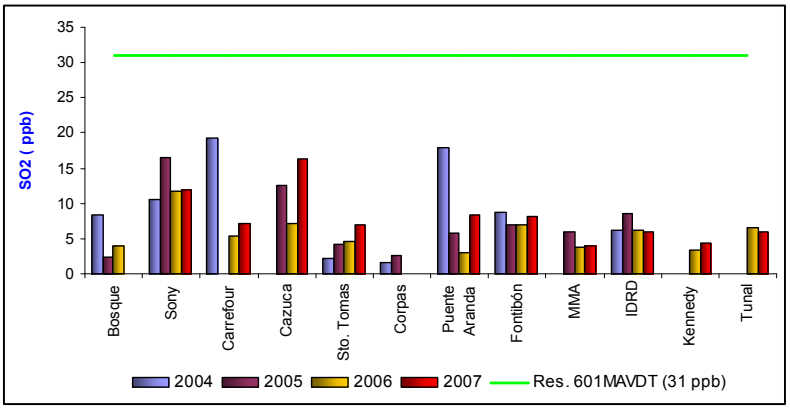
3.2.3. Dióxido de azufre (SO2)

"El SO_2 es un gas incoloro, no inflamable, que posee un fuerte olor en altas concentraciones y se produce, esencialmente, durante la utilización de combustibles fósiles con contenido de azufre como el carbón, la gasolina o el diesel, que son usados en fábricas y vehículos. Este gas puede reaccionar químicamente con otros compuestos y generar lluvia ácida. Su aspiración continua puede producir problemas respiratorios"[23].

En la Figura 11, se presenta la tendencia de los promedios anuales de las concentraciones de las estaciones que midieron este parámetro, con excepción de las estaciones IDRD y Tunal. En general, la tendencia sobre este contaminante es a mantenerse en unos niveles bastante bajos con respecto de la norma nacional vigente (menor al 50%), esta situación se puede interpretar de varias maneras, sin embargo, pareciera que el uso de combustibles más limpio en la industria (gas natural), muestran su impacto en las relativamente bajas concentraciones de este contaminante que se monitorea en la ciudad.

[23] Departamento Administrativo del Medio Ambiente. Red de monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá D.C. Octubre de 2006. 13 p.

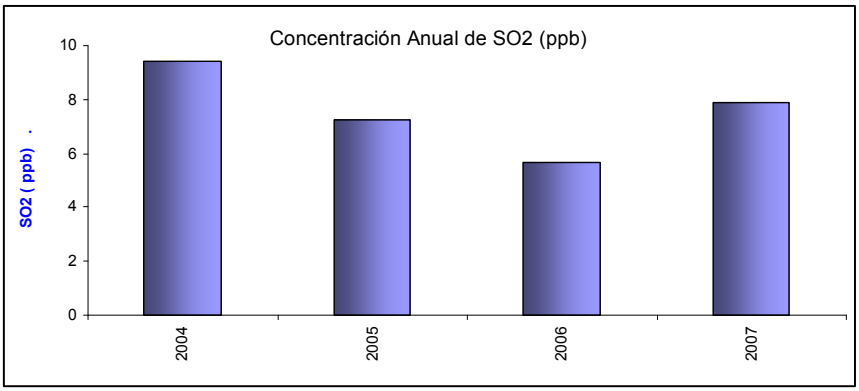
Figura 11. Concentraciones de SO_2 medias anuales.



Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente. Oficina Control de Emisiones y Calidad del Aire.

En cuanto al comportamiento anual del contaminante, se presentaron bajas concentraciones durante el periodo analizado. En especial del 2004 al 2006 se presentó una disminución en la tendencia de la concentración del SO_2 y para el 2007 un ligero aumento, el cual no es significativo por los valores bajos en los que se mueve el contaminante. (Ver Figura 12).

Figura 12. Concentraciones anuales de SO_2.



Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente. Oficina Control de Emisiones y Calidad del Aire. (Norma: Res 601/06, Anual: 31 ppb)

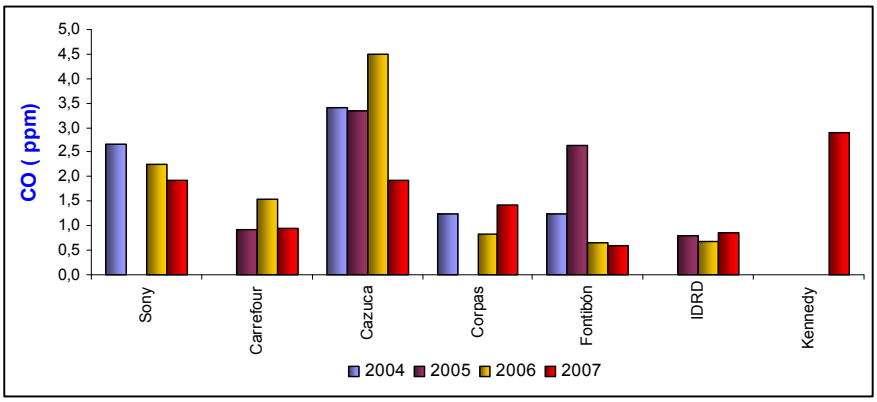
3.2.4. Monóxido de carbono (CO)

"El Monóxido de carbono (CO) es un gas inflamable, incoloro e insípido, que se produce por la combustión incompleta de combustibles fósiles. Este gas afecta la salud puesto que tiene mayor afinidad con la hemoglobina de la sangre que el oxígeno, por lo cual

puede llegar a interferir sustancialmente en el proceso de transporte de oxígeno en el torrente sanguíneo"[24].

En la Figura 13 se presenta el comportamiento de este contaminante para el periodo 2004 al 2007, resaltando que en el año 2006 hubo un incremento en la concentración promedio anual en las estaciones de Cazucá y Carrefour. Sin embargo, en el año 2007 la concentración disminuyó, y la estación No. 9 Kennedy empezó a reportar valores en los últimos meses del año.

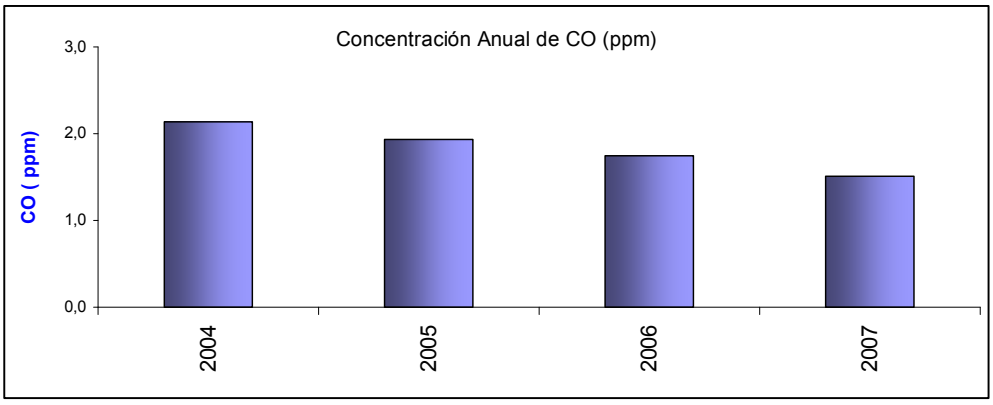
Figura 13. Concentraciones de CO medias anuales.



Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente. Oficina Control de Emisiones y Calidad del Aire. Nota: Para la estación No. 9 Kennedy el reporte corresponde a los últimos meses del año 2007.

Para este contaminante no existe una normatividad anual. No obstante, para los promedios horarios y medias móviles de 8 horas el contaminante no presenta ninguna excedencia en el año 2007. En cuanto a su comportamiento durante los últimos 4 años, en la Figura 14 se aprecia una tendencia a la disminución.

Figura 14. Concentraciones anuales de CO.



Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente. Oficina Control de Emisiones y Calidad del Aire.

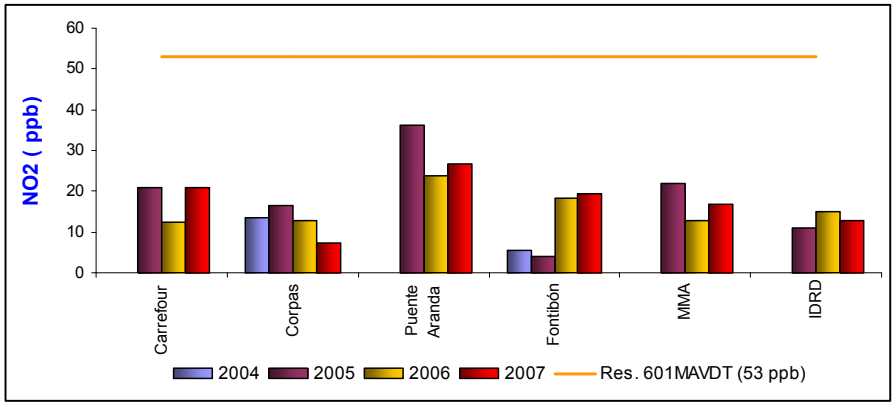
[24] Departamento Administrativo del Medio Ambiente. Red de monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá D,C. Junio de 2005. 11 p.

3.2.5. Dióxido de nitrógeno (NO2).

"El Óxido de Nitrógeno (NO_2) es un gas de color pardo rojizo, fuertemente tóxico, cuya presencia en el aire de los centros urbanos se debe a la oxidación del nitrógeno atmosférico que se utiliza en los procesos de combustión en los vehículos y fábricas. El NO_2 participa en las reacciones atmosféricas que dan lugar a la formación del ozono (O_3), contaminante secundario y afecta pulmones y vías respiratorias"[25].

En el 2007 la mayoría de las estaciones, el NO_2 registró un ligero incremento respecto al 2006, a diferencia de las estaciones No. 11 Corpas y No. 5 IDRD que presentan una tendencia a la disminución. La mayor concentración para estos últimos años se ha presentado en la estación No. 13 Puente Aranda. (Ver Figura 15).

Figura 15. Concentraciones de NO_2 medias anuales.



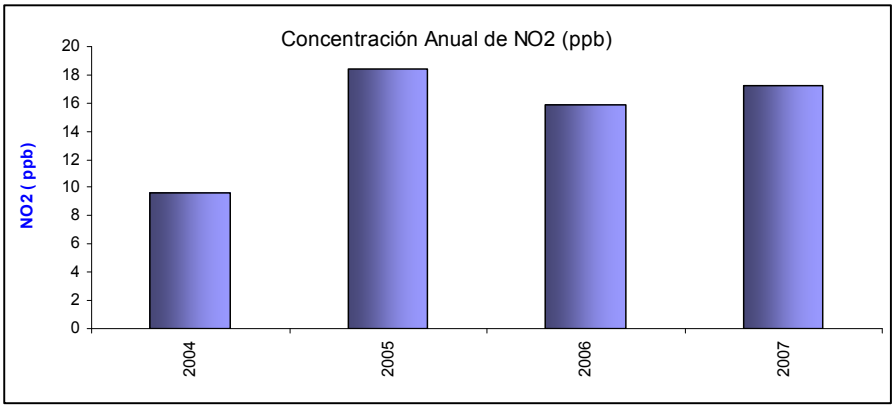
Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente. Oficina Control de Emisiones y Calidad del Aire.

Con respecto a su tendencia anual, después del año 2004 se presentó un aumento en la concentración, y una tendencia a mantenerse en los últimos tres años en un valor ente 16 y 18 ppb, valor que se encuentra por debajo del 50% de la norma anual (53 ppb).

Para este contaminante, no se presentan excedencias en el promedio de medias móviles de 24 horas y tan solo en los horarios la estación No. 6 Carrefour presenta 2 excedencias correspondientes a un porcentaje menor del 0.1. (Ver Figura 16).

[25] Departamento Administrativo del Medio Ambiente. Red de monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá D,C. Junio de 2005. 11 p.

Figura 16. Concentraciones anuales de NO_2.



Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente. Oficina Control de Emisiones y Calidad del Aire.

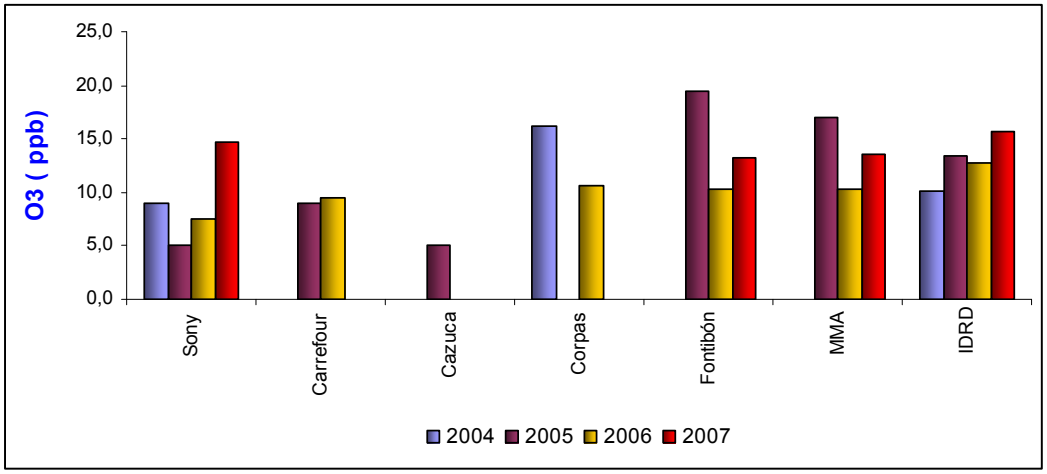
3.2.6. Ozono O3

"El Ozono (O_3) es un gas azul pálido que en las capas bajas de la atmósfera, se origina como consecuencia de las reacciones entre los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos (gases compuestos de carbono e hidrógeno, principalmente) en presencia de la luz solar. Es un oxidante fuerte, muy fácil de producir pero a la vez muy fácil de destruir, por ello generalmente sólo puede detectarse en el día; es el compuesto más representativo de los compuestos fotoquímicos. Sus efectos en el sistema respiratorio son de cuidado ya que es un gas altamente oxidante e irritante"[26].

El comportamiento del O_3 es similar al comportamiento del NO_2, aunque pueden ser más marcadas las tendencias. En la Figura 17 y Figura 15, las estaciones que son comunes tienen una tendencia al aumento de concentración en NO_2 y O_3, algo similar pasa con las estaciones que tienden a disminuir o con la diferencia entre años con altas o bajas concentraciones en la misma estación. El comportamiento de Corpas es el único que no cumple con esta regla, al igual que la estación Cazucá donde no se ha tenido un monitoreo continuo durante los últimos 4 años.

[26] Departamento Administrativo del Medio Ambiente. Red de monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá D,C. Junio de 2005. 11 p.

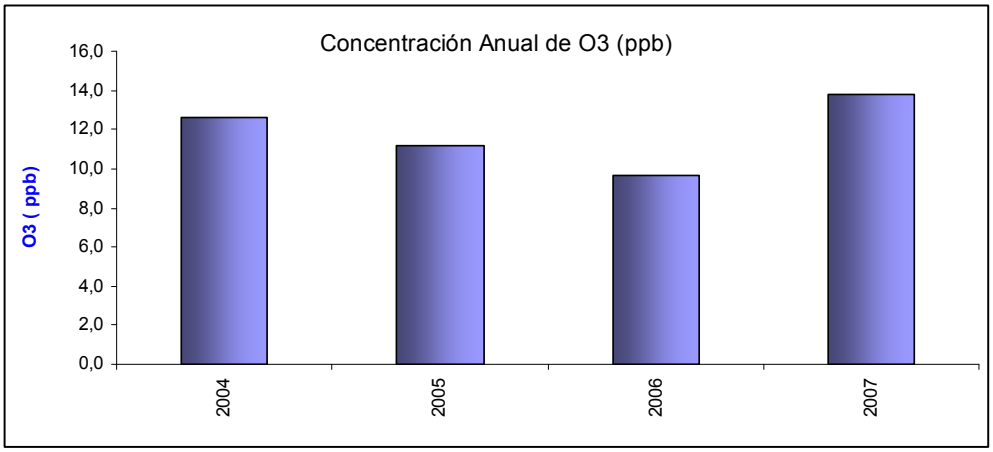
Figura 17. Concentraciones de O_3 promedios anuales.



Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente. Oficina Control de Emisiones y Calidad del Aire.

La tendencia del contaminante durante los últimos 4 años, presenta una leve disminución hasta el año 2006 (9.6 ppb) y un nuevo aumento de 3.2 ppm para el año 2007, donde se registro un promedio de 13.8 ppb, siendo este el mayor promedio para los 4 años.

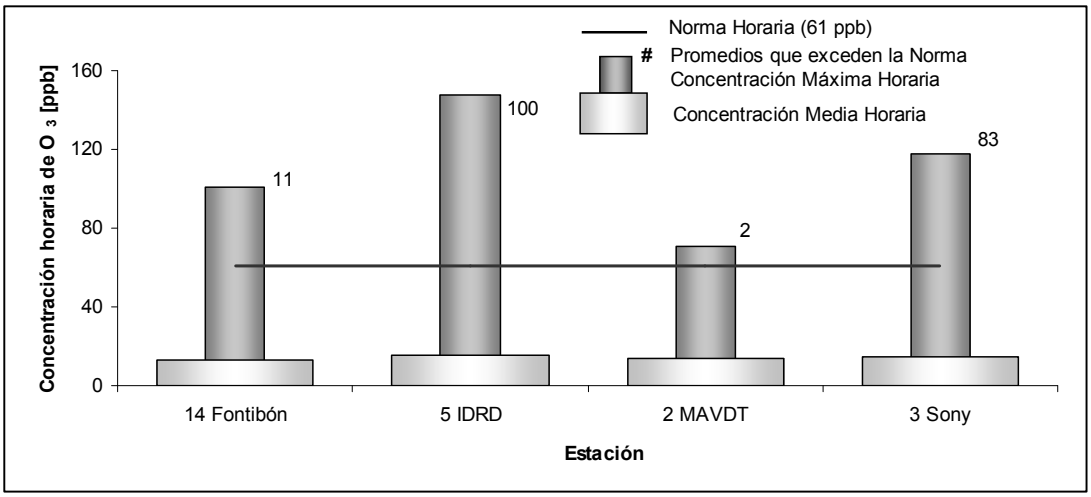
Figura 18. Concentraciones anuales de O_3.



Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente. Oficina Control de Emisiones y Calidad del Aire.

Con respecto, a las excedencias la estación con mayor reporte es la No. 5 IDRD con un porcentaje de 1.4% de su número de promedios horarios registrados, siguiéndole la No. 3 Sony con 1% de excedencia en sus registros, en contraposición se encuentran las estación No. 6 Carrefour.

Figura 19. Excedencias horarias para O_3 en las estaciones de la RMCAB.

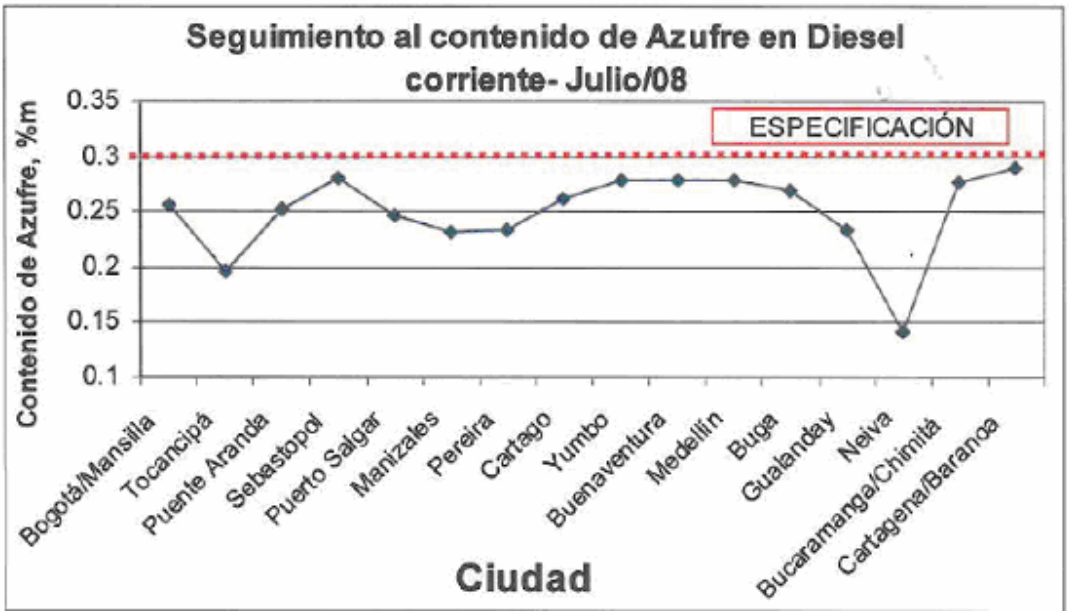


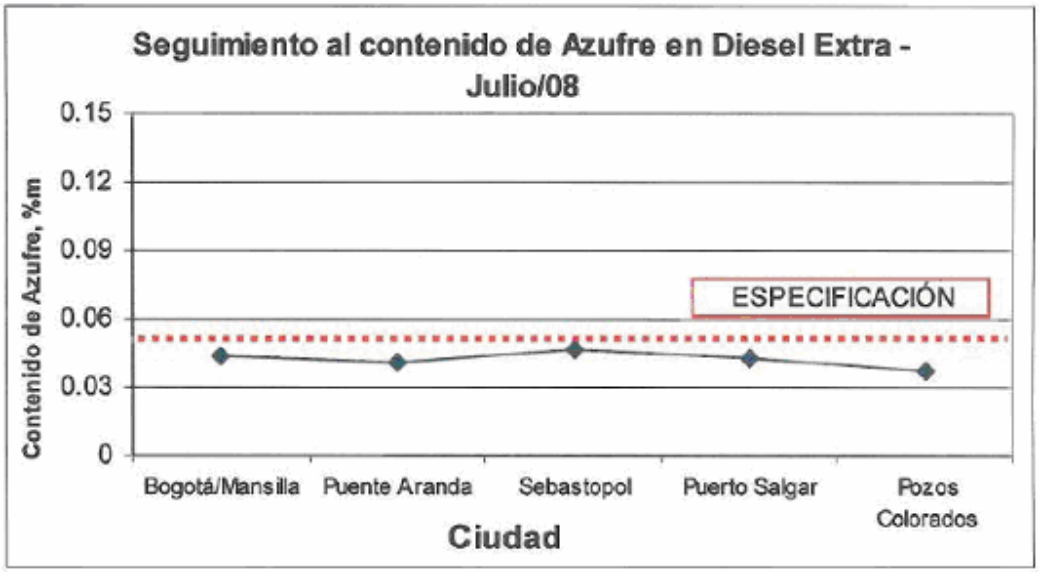
Fuente: Oficina Control de Emisiones y Calidad del Aire.

3.3. Calidad de los combustibles utilizados

"Ecopetrol introdujo en el mercado colombiano un diesel con menos contenido de azufre a partir del primero de julio de 2008. En Bogotá, la reducción fue del 50%, al pasar de máximo 1.000 partes por millón (ppm) a máximo 500 ppm. Para el resto del país la reducción fue desde 4.000 a máximo 3.000 ppm."…." El proceso comenzó en 1990 y se extenderá hasta 2012, fecha en que los colombianos consumirán un diesel de máximo 50 ppm, al nivel de los mejores del mundo y ha comprendido mejoras en octanaje, volatilidad y contenido de azufre en gasolinas y diesel. Uno de los hitos en este proceso fue la eliminación del plomo de las gasolinas colombianas en el año 91, convirtiéndose en uno de los primeros países de América Latina en alcanzar este logro."…" La importancia de Bogotá en el desarrollo de la política obedece a que en la capital se consume cerca del 42% de los combustibles que se distribuyen en el país. Así mismo, la altitud de la ciudad (2.600 metros) hace que se de una mala combustión en los motores debido a la menor cantidad de oxígeno en la atmósfera."

Figura 20. Seguimiento al contenido de Azufre en el DIESEL año 2008.





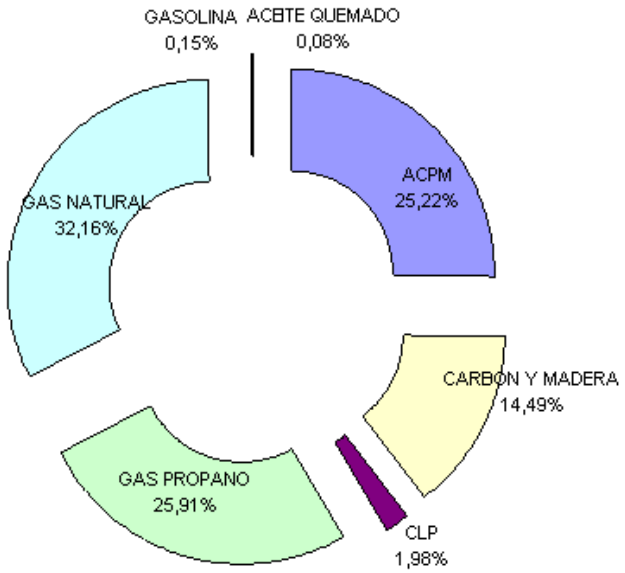
Fuente: http://www.ecopetrol.com.co/documentos/41363_Estrategia_calidad_combustibles_julio_2008_(2).pdf)

3.4. Las fuentes fijas y sus combustibles

Geográficamente, 22,67 por ciento de la producción bruta industrial de Colombia se manufacturó en establecimientos ubicados en las áreas metropolitanas de Bogotá – Soacha. La distribución geográfica de los establecimientos manufactureros por áreas metropolitanas, permite establecer que el 35,2 por ciento estaba ubicado en Bogotá D.C. – Soacha . Para 2006, geográficamente, el (40,7%) de los establecimientos industriales de Colombia se ubicaron en las áreas metropolitanas de Bogotá D.C. y el 28,4 % de la producción bruta industrial se manufacturó en establecimientos ubicados en el área metropolitana de Bogotá.

La concentración de esfuerzos frente a las emisiones de contaminantes de fuentes fijas, en gran medida está dirigida a la adopción de tecnologías más limpias a través del uso de energías renovables como la solar o eólica, etc. y la implantación de medidas cada vez más efectivas para elevar la eficiencia energética de los procesos y mejorar la calidad de los combustibles, entre otras. Así como en la instalación de dispositivos de control y reducción de las emisiones de las chimeneas industriales, pues se ha visto que generan otro tipo de desechos contaminantes que han significado problemas ambientales.

Figura 21. Consumo combustibles empresas en Bogotá. Año 2006



(*)CLP = combustibles líquidos pesados como: Fuel Oil, TT2, Combustóleo, Petróleo, Crudo de Castilla y Rubiales y Triple C.

Fuente: http://observatorio.dama.gov.co/index.php?n1=2&n2=21&n3=212&n4=2121&contenido=99

La dinámica de los sectores productivos ha generado un cambio en el consumo de combustible con un potencial calorífico mayor y de menor costo, es así como muchas industrias actualmente se están pasando de gas natural a Carbón mineral.

Tabla 4. Emisiones Estimadas por Tipo de Combustible Para el Año 2002 (Kton)

Emisiones Estimadas por Tipo de Combustible Para el Año 2002 (Kton)					
COMBUSTIBLE	**PST**	**PM_{10}**	**SOx**	**NOx**	**CO**
Carbón	26,7	13,2	54,3	20	32,2
Diesel y Fuel Oil Industrial	0,8	0,6	18,2	5,1	0,9
Gas	2,3	2,3	0	23,2	5,9
Otros combustibles	0,6	0,6	4,9	8	1,7
Total Fuentes Fijas	30,4	16,7	77,4	56,4	40,7
(1) Electricidad, Industrial y residencial, (2) Electricidad, Industrial, residencial y comercial, (3) GLP, Jet Fuel y Kerosene, (4)					
Sin Bagazo ni Leña ni Coque. Emisiones calculadas con base en factores de emisión utilizados por MAVDT-Brugman, a partir de los estudios: Energy planning with reference to the Nuclear Option, Effect of the Diesel properties on the emissions of Particulate Mattery los estudios para el Modelo de Calidad de Aire para Bogotá. Fuente: CONPES 3344 MAVDT-Brugman. Elaborado por DNP-DDUPA					

Fuente: http://observatorio.dama.gov.co/index.php?n1=2&n2=21&n3=212&n4=2121&contenido=99

De acuerdo con el inventario realizado en el 2001 en lo referente a uso de combustible las industrias bogotanas trabajan en un 32% con gas natural, siendo la localidad de Kennedy la que más utiliza este combustible.

Tabla 5. Consumo de combustibles por localidad de Bogotá D.C. Año 2002

LOCALIDAD	COMBUSTIBLES						
	ACPM	CARBON MADERA	CLP *	GAS PROPANO	GAS NATURAL	GASOLINA	ACEITE QUEMADO
USAQUÉN	38	30	2	122	92	1	0
CHAPINERO	38	22	3	130	34	0	0
SANTAFE	20	8	5	57	22	1	0
SAN CRISTOBAL	23	48	2	8	37	0	0
USME	20	37	1	1	8	0	0
TUNJUELITO	34	13	7	21	42	0	0
BOSA	21	15	6	11	17	0	0
KENNEDY	140	68	7	73	221	3	1
FONTIBÓN	5	1	0	30	30	0	0
ENGATIVA	109	78	0	216	135	0	0
SUBA	77	41	2	78	134	0	0
BARRIOS UNIDOS	49	15	0	41	77	0	2
TEUSAQUILLO	23	16	2	32	38	0	0
LOS MÁRTIRES	39	17	3	66	9	0	0
ANTONIO NARIÑO	57	24	3	38	59	1	0
PUENTE ARANDA	227	65	36	54	183	0	0
LA CANDELARIA	2	4	0	12	2	0	0
RAFAEL URIBE	53	47	0	17	78	0	0
CIUDAD BOLIVAR	17	21	1	12	47	0	0
TOTAL	992	570	78	1019	1265	6	3

Fuente: http://observatorio.dama.gov.co/index.php?n1=2&n2=21&n3=212&n4=2121&contenido=99

En la localidad de Puente Aranda encontramos los mayores consumos de ACPM y CLP (Fuel Oil, TT2, Combustóleo, Petróleo, Crudo de Castilla y Rubiales y Triple C) que son combustibles que utilizan aproximadamente el 40% de las empresas. El gas propano es un combustible utilizado por el 26% de las empresas y la localidad en la que más se utiliza es Engativá; entre otros combustibles usados por las industrias están carbón, madera y aceite quemado.

4. EL RUIDO EN BOGOTÁ D.C.

4.1. Características Generales del Ruido

El origen del ruido radica en las actividades humanas y está asociado especialmente a los procesos de urbanización y al desarrollo del transporte y de la industria.

El ruido ambiental causado por el tráfico, por las actividades industriales y las derivadas del ocio, constituye uno de los principales problemas medioambientales en el mundo, aunque por regla general, las acciones destinadas a reducirlo han sido menos prioritarias

que las destinadas a otros tipos de contaminación como la del agua o la del aire. Esto se debe a tres factores principales[27]:

- Se trata de una contaminación localizada, por lo tanto afecta a un entorno limitado a la proximidad de la fuente sonora.
- Los efectos perjudiciales, en general, no aparecen hasta pasado un tiempo largo, es decir, sus efectos no son inmediatos.
- A diferencia de otros contaminantes es frecuente considerar el ruido como un mal inevitable y como el resultado del desarrollo y del progreso.

4.1.1. Efectos sobre la persona

El exceso de ruido por intensidad y durabilidad desmejora el sistema auditivo, hace perder concentración, genera estrés, disminuye el rendimiento productivo, acelera enfermedades sicológicas, auspicia comportamientos sociales anormales, dificulta la comunicación, motiva la apatía, acelera la pérdida de atención, trastorna el sueño, destruye el sistema nervioso, afecta la sexualidad y, esencialmente, es la causa del malestar permanente de las personas.

Malestar: La sensación de malestar procede no solo de la interferencia con la actividad en curso o con el reposo sino también de otras sensaciones, menos definidas pero a veces muy intensas, de estar siendo perturbado. Las personas afectadas hablan de intranquilidad, inquietud, desasosiego, depresión, desamparo, ansiedad o rabia.

Daños al oído: Este se trata de un efecto físico que depende únicamente de la intensidad del sonido, aunque sujeto naturalmente a variaciones individuales.[28]

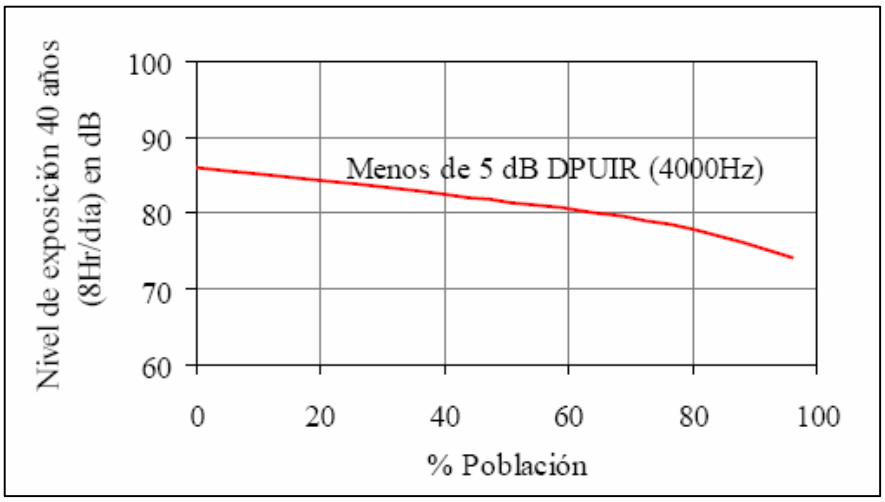
Frente a esto, "la EPA desarrollo un estudio en el cual se expuso a un grupo de personas con buenas características auditivas a niveles de ruido durante 40 años con dosis de 8 horas /día. La exposición de ruido se hizo bajo dos consideraciones: la primera es que a 4000 Hertz el oído humano empieza a perder su sensibilidad acústica y por tanto esta es la frecuencia más sensible para el ser humano, y la segunda es que cambios menores a 5 dB en niveles sonoros se consideran despreciables o no significativos. La Figura 22 muestra el comportamiento del grupo evaluado. De esta gráfica se puede inferir que con un nivel sonoro de 70 dB, se garantiza una pérdida permanente (definitiva) menor a 5 dB en la frecuencia mas sensible para el hombre. Es decir a este nivel de exposición la pérdida auditiva es despreciable"[29].

[27] Ideam. Febrero de 2006. Origen de la contaminación por ruido y efectos sobre la salud.

[28] Jiménez Cervantes, Juan. Incidencias del ruido en la salud. Trabajo presentado en las Jornadas contra el Ruido organizadas por la Asociación de Vecinos de San Lorenzo - Universidad de Murcia. Murcia, 1999 publicado en http://www.estrucplan.com.ar

[29] Tomado de: http://guaica.uniandes.edu.co:5050/dspace/bitstream/1992/437/1/mi_932.pdf

Figura 22. Porcentaje de población expuesta que sufrirá una pérdida de audición permanente máxima en función del nivel de exposición.



Fuente: EPA Information on levels of environmental noise requisite to protect public health and welfare with an adequate argin of safety

Interferencia en la comunicación: El nivel del sonido de una conversación en tono normal es, a un metro del hablante, de entre 50 y 55 dBA. Por lo tanto, un ruido superior a 35 ó 40 decibelios provocará dificultades en la comunicación oral que sólo podrán resolverse, parcialmente, elevando el tono de voz. A partir de 65 decibelios de ruido, la conversación se torna extremadamente difícil.

Trastornos del sueño El ruido influye negativamente sobre el sueño de tres formas diferentes que se dan, en mayor o menor grado según peculiaridades individuales, a partir de los 30 decibelios:

1. Mediante la dificultad o imposibilidad de dormirse.

2. Causando interrupciones del sueño que, si son repetidas, pueden llevar al insomnio.

3. Disminuyendo la calidad del sueño, volviéndose éste menos tranquilo y acortándose sus fases más profundas. Aumentan la presión arterial y el ritmo cardiaco, hay vasoconstricción y cambios en la respiración.

Como consecuencia de todo ello, la persona no habrá descansado bien y será incapaz de realizar adecuadamente al día siguiente sus tareas cotidianas. Si la situación se prolonga, el equilibrio físico y psicológico se ven seriamente afectados.

Un efecto adicional de la contaminación por ruido son las consecuencias económicas que puede producir. Aunque en Bogotá y en general las ciudades latinoamericanas no hay estudios concretos sobre el particular, la Unión Europea estimo en 2005 que en este

continente se perdieron US$50.000 millones por efectos de este problema ambiental. Esas pérdidas están representadas en la reducción del precio de las viviendas en áreas altamente ruidosas, los costos de sanidad pública y atención médica, la disminución de la inversión en desarrollo de nuevos terrenos urbanos, la ausencia laboral por enfermedades, la baja en los ingresos por turismo y los daños en la infraestructura física del amueblamiento por sonidos de baja frecuencia.[30] Esto, con graves consecuencias para la productividad y competitividad de las ciudades. Así mismo la presencia de locales industriales o comerciales que debido a su actividad productiva generen niveles elevados de ruido tiene un impacto negativo e inmediato en el valor de los predios y edificaciones que se encuentren en sus alrededores.

Las principales fuentes de contaminación auditiva en Bogotá y otros centros urbanos del país son los vehículos que transitan por las calles, entre los que se destacan los buses y busetas del servicio público colectivo así como las motocicletas. De hecho, las más altas intensidades de ruido se registran en las intersecciones viales de tráfico automotor, circunstancia que señala al parque automotor como la principal fuente de contaminación por ruido.[31] Colombia cuenta con aproximadamente 2 millones de vehículos, de los cuales circula por Bogotá un 50%. Es así que el transporte es el responsable aproximadamente del 65% de la contaminación por ruido en la ciudad[32]. A estas fuentes se pueden adicionar el tráfico aéreo, el perifoneo (uso de altoparlantes para comercialización de productos) y las alarmas de vehículos y locales comerciales o industriales. Otra fuente importante de contaminación auditiva la representa el exceso de volumen en equipos de sonido utilizados en locales comerciales y de esparcimiento, sobre todo en altas horas de la noche en cuanto a estos últimos.

Estos problemas encuentran su origen en una carencia de cultura ciudadana así como en la inexistencia de mecanismos de comando y control que sean efectivos y que permitan garantizar el cumplimiento de lo establecido en la normatividad vigente (v.g., el Código de Policía de Bogotá y la Resolución 627 del 2006 del Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial)[33].

Adicionalmente al ruido causado por los automóviles, los establecimientos de tipo industrial también son causantes de esta contaminación con sistemas de ventilación, extractores, plantas eléctricas, compresores, grupos energéticos, sistemas de transporte de fluidos, que no cuentan con adecuado cerramiento o confinamiento de sus procesos y permiten que las emisiones acústicas se dispersen hacia las zonas cercanas.[34] Pero quizás la mayor problemática de contaminación por ruido la viven desde hace varios años los habitantes de las localidades de Fontibón y Engativá, quienes están obligados a

[30] Informe de la Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión de la UE. Citado por Humberto Tobón y Tobón

[31] "Bogotá: Un panorama Gris en Medio Ambiente". Informe del estado del medio ambiente en Bogotá, 2006.

[32] Atlas Ambiental de Bogotá. Secretaria Distrital de Ambiente 2007.

[33] Eduardo Behrentz . Director, Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental, Universidad de los Andes. En www.eltiempo.com

[34] Op. Cit 3

soportar el ruido generado por las actividades y operaciones aeronáuticas, que se desarrollan en el Aeropuerto El Dorado.

El alto flujo de operaciones aéreas que presenta dicho aeropuerto, genera impactos especialmente en las comunidades que viven a su alrededor, con la exposición en forma permanente a niveles de ruido que superan los 100 decibeles dB, sobrepasando los máximos permisibles en zonas residenciales.

En la tabla siguiente se presenta el máximo nivel de ruido permitido en hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, zonas residenciales, hoteles, parques, zonas portuarias, reservas naturales y otros sitios, según la Resolución 627 de 2006, emitida por el Ministerio de Vivienda, Ambiente y Desarrollo Territorial.

Tabla 6. Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido expresados en decibeles db(a).

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en decibeles dB(A)	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderias, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre		
Sector C. Ruído Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	70
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	55
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	50
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.	80	70
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruído Moderado	Residencial suburbana.	55	45
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

Fuente: Ministerio de Vivienda, Ambiente y Desarrollo Territorial. Resolución 627 de 2006

4.2. Condiciones Actuales de los niveles de Ruido en Bogotá D.C.

El informe "Elaboración del Diagnóstico, Prospectiva y Formulación de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá del año 2006" señala que: "Un estudio elaborado por la Universidad Nacional (Ubaque y Romero, 1990), midió los niveles de ruido en un total de 45 puntos de la ciudad, 9 de los cuales corresponden a zonas industriales, 12 a zonas comerciales y 24 a zonas residenciales. Entre las conclusiones del estudio mencionado son de destacar las siguientes:

1. Existe una gran variabilidad en los niveles de ruido registrados en toda la ciudad. Esta variabilidad es asimismo muy amplia en los niveles sonoros correspondientes a un mismo punto de muestreo, con intervalos de hasta 40 dBA entre los valores máximos y mínimos.

2. Los promedios aritméticos de los niveles de ruido registrados para todas las zonas también presentan una gran variabilidad, pues oscilan entre 55 y 83 dBA para horas diurnas. Una situación similar se observa en los niveles correspondientes a horas pico y otras horas, salvo para las horas nocturnas:

   - Zonas industriales:
     Horas pico: 61 a 83
     Horas no pico: 57 a 80
     Horas nocturnas: 51 a 51
   - Zonas comerciales:
     Horas pico: 69 a 80
     Horas no pico: 69 a 78
     Horas nocturnas: 41 a 43
   - Zonas residenciales:
     Horas pico: 59 a 82
     Horas no pico 55 a 79
     Horas nocturnas 34 a 40

Los datos anteriores indican que los niveles de ruido de las horas pico de tráfico vehicular son mayores que los de otras horas diurnas y muy superiores a los de las horas nocturnas.

3. En general los niveles superiores a 90 dBA son producidos por pitos, vehículos sin silenciador, paso de aviones y sirenas.

5. Los valores medios de ruido ambiental para horas diurnas y nocturnas son los siguientes:

Tabla 7. Valores de ruido medios

Zona	Día	Noche
Residencial	68	38
Comercial	76	42
Industrial	70	45

Fuente: Ubaque y Romero, 1990. Universidad Nacional.

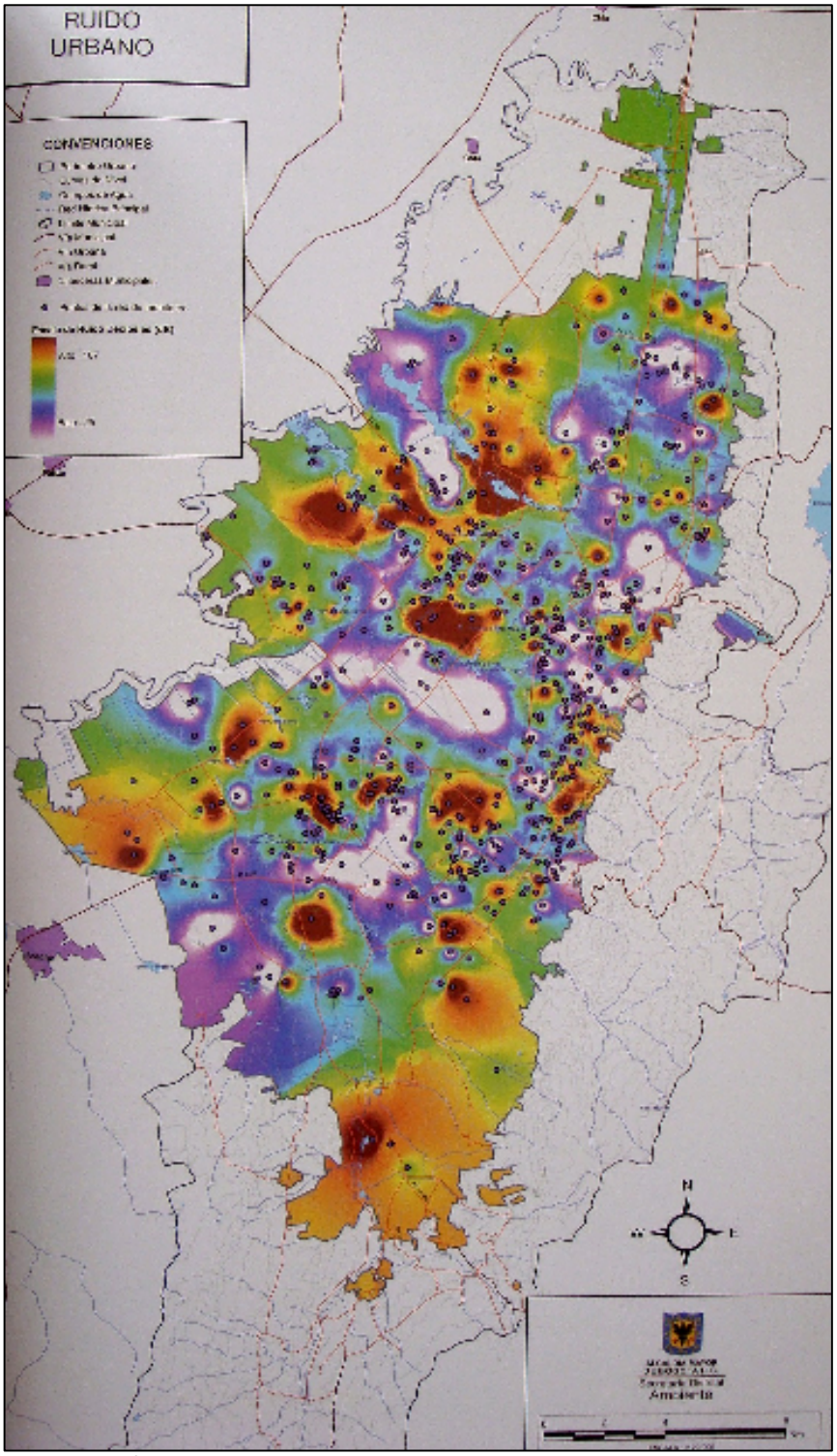
Se observa que en las zonas residenciales y comerciales los promedios diurnos son superiores a la norma, pero en la zona industrial son inferiores. Los valores máximos son por lo general superiores a 90 y con frecuencia a 100 dBA en todas las zonas estudiadas.

5. No obstante lo anterior, los valores más altos de ruido corresponden por lo general a las intersecciones viales, entre las cuales se destacan especialmente las siguientes:

- Avenida Caracas con Calle 53 (79 dBA)
- Avenida Caracas con Calle 72 (78)
- Carrera 15 con Calle 100 (78)
- Carrera 10 con Calle 13 (78)
- Carrera 30 con Calle 45 (78)
- Avenida Boyacá con Calle 26 (80)
- Avenida Boyacá con Calle 80 (81)
- Autopista Sur con Avenida Boyacá (80)

Esto indica que, en general, los sectores más contaminados por ruido corresponden a las vías congestionadas de la ciudad. Los aviones son asimismo una importante fuente de contaminación sonora, sobre todo en los sectores aledaños al aeropuerto de Eldorado (barrios Engativá, Modelia, Normandía, Villa Luz y otros, en las Alcaldías de Engativá y Fontibón). Lo anterior, se puede complementar con el mapa de distribución del ruido para el D.C. generado por la Secretaría Distrital de Ambiente:

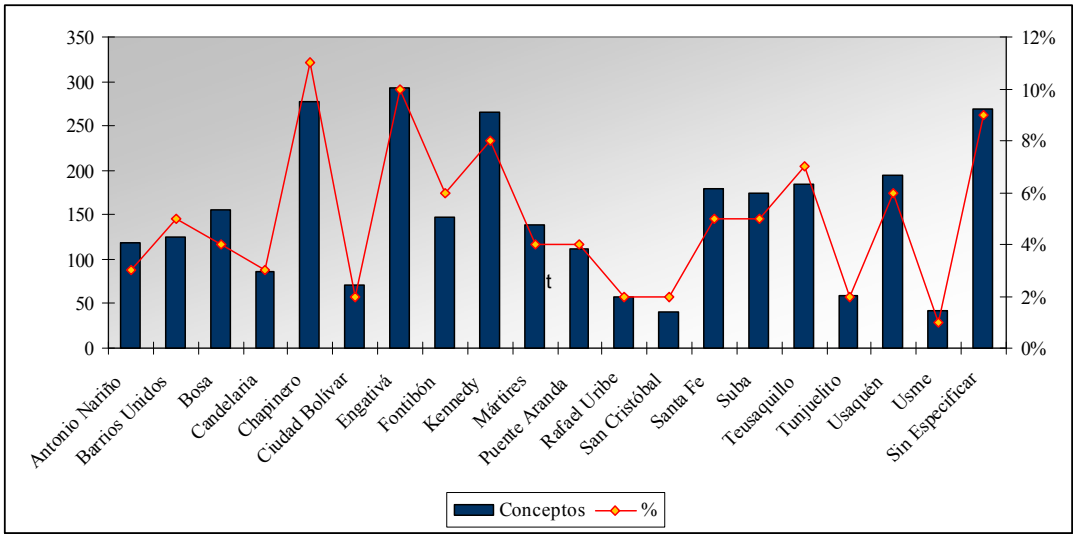
Figura 23. Mapa de Ruido Urbano



Fuente: Atlas Ambiental. Secretaría Distrital de Ambiente.

Complementariamente, a partir del año 2004 la Secretaría Distrital de Ambiente ha generado cerca de 2.992 conceptos técnicos a partir de las solicitudes allegadas por la comunidad en general. Para las localidades que se han monitoreado, se observa que el mayor número de solicitudes corresponde a Chapinero con 11%, seguida por Engativá con 10%, Kennedy 8% y Teusaquillo 7%.

Figura 24. Conceptos Técnicos generados por la Secretaría Distrital de Ambiente



Fuente: Informe de Gestión 2004 – 2007. Dirección de Evaluación Control y Seguimiento Ambiental.

De los establecimientos conceptuados por actividad económica, el mayor número corresponde a la actividad comercial (Establecimientos abiertos al publico) con un 75% seguida por Industria con 14%.

5.1.1. Mapas de Ruido

En el marco de la Resolución 627 de Abril de 2006, se establece en el artículo 22 que las Corporaciones Autónomas Regionales, las de Desarrollo Sostenible y las Autoridades Ambientales a que se refiere el artículo 66 de la Ley 99 de 1993, y el articulo 13 de la Ley 768 de 2002, deben elaborar, revisar y actualizar en los municipios de su jurisdicción con poblaciones mayores de cien mil (100.000) habitantes, mapas de ruido ambiental para aquellas áreas que sean consideradas como prioritarias.

A partir de lo anterior, la Secretaría Distrital de Ambiente en marco del Convenio Interadministrativo de Cooperación No. 361 del 29 de diciembre de 2006, celebrado con la Universidad Incca de Colombia, la Alcaldía Local de Fontibón, la Alcaldía Local de Engativá y la Alcaldía Local de Santa Fe; actualizó y finalizó la elaboración de los mapas de ruido en estas localidades, acogiendo lo dispuesto por el MAVDT en el marco del Articulo 22 de la Resolución 627 de 2006. Así mismo, mediante el Convenio No. 028 de 2007 con la Universidad Incca de Colombia, se realizó los mapas de ruido de las

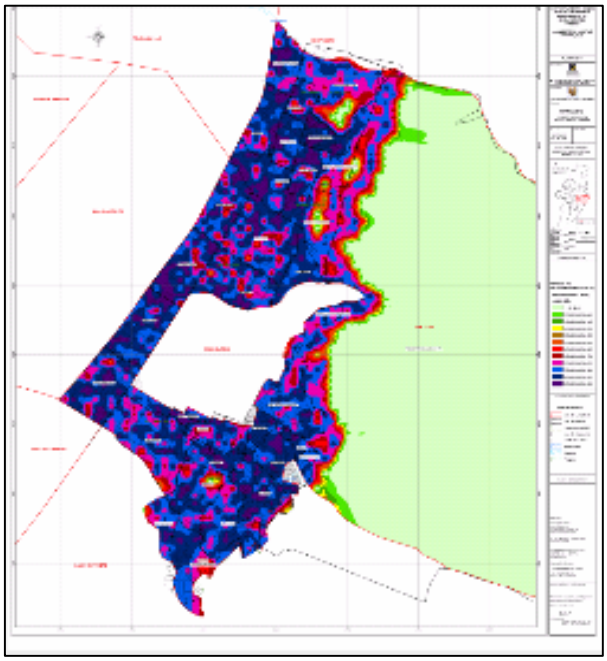
localidades de Kennedy y Puente Aranda, consideradas como puntos críticos en este tema.

Para cada una de las localidades mencionadas los resultados obtenidos son los siguientes:

- Santa Fe: En esta localidad se identificaron un total de 195 fuentes fijas principales generadoras de ruido, de las cuales el 54% corresponde a la actividad de entretenimiento y recreación, fundamentalmente, discotecas tiendas y bares; el 24% de las fuentes fijas, corresponde a la actividad industrial y empresarial; el 19% a comercio y servicios y el 3% a otras actividades, tales como parqueaderos. El porcentaje de fuentes fijas inventariadas respecto a su distribución en las UPz es: 66% corresponden a la UPZ de las Nieves, seguida por la UPZ las Cruces con el 25% y el 5% a la Macarena.

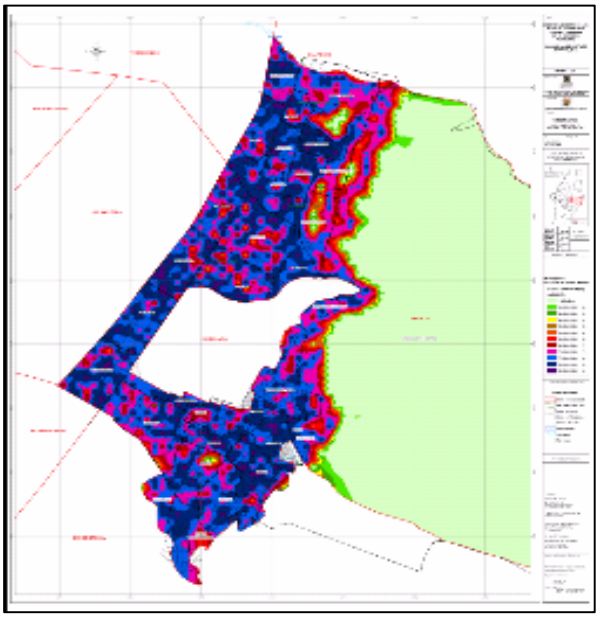
  Para esta localidad, en 120 puntos se realizaron mediciones de ruido ambiental generado por fuentes móviles y fijas durante una hora en horario diurno y nocturno, como resultado de esto se elaboró el mapa digital de ruido en el horario diurno y nocturno (Ver Figura 25 y Figura 26).

Figura 25. Mapa digital de ruido periodo diurno



Fuente: Convenio Universidad Incca.

Figura 26. Mapa digital de ruido periodo nocturno



Fuente: Convenio Universidad Incca.

En el periodo diurno, se observan algunas zonas de color verde y amarillo en el interior de la localidad, constituidas por áreas no construidas y sin vías cercanas, así mismo el color verde abarca la zona rural de la localidad, que hace parte de la Cordillera Oriental y que se conoce con el nombre de *"Parque Nacional Oriental"*, allí se muestran los menores niveles sonoros o de más bajo impacto. Así mismo, sobre esta zona existen niveles sonoros en un rango entre 40 y 50 dB(A) en promedio.

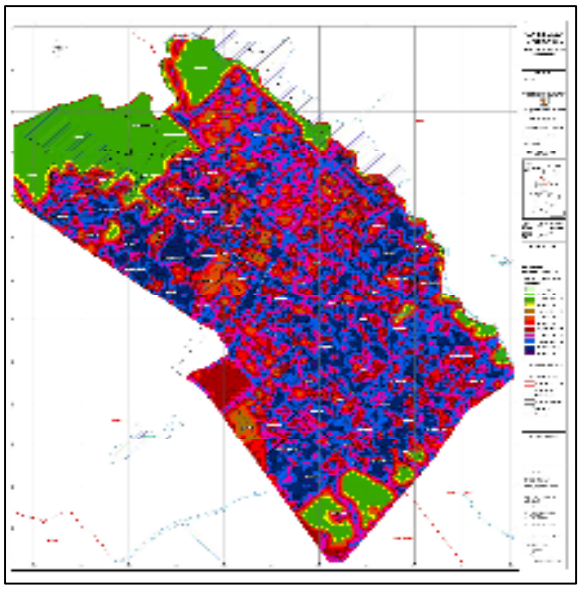
Por otra parte, en el mapa digital de ruido diurno predominan dentro de la escala de colores, los azules en el rango de los claros, es decir 75 dB(A) a oscuros a 80 dB(A), ambiente sonoro de alto impacto en la localidad. Dentro de las principales zonas ubicadas en el costado Sur Occidental de la localidad se pueden mencionar: Zonas Urbanas de San Fernando con una alta concentración de fuentes fijas, cuya actividad principal es de entretenimiento y diversión que en su mayoría son bares y tabernas en general, así como los barrios de Santa Inés y La Capuchina, con una alta densidad de establecimientos entre las Calle 10 y Calle 13, entre Carreras 10 y 14.

Hacia el centro de la localidad, se encuentra reducciones del impacto de colores predominantes azules a colores marrón, rojos claros y oscuros en un rango de niveles sonoros de 60 dB(A) a 75 dB(A), en barrios tales como Veracruz, la Alameda y las Nieves, así mismo se identifican niveles sonoros de mediano impacto en barrios tales como: La Perseverancia, La Macarena, Bosque Izquierdo, San Francisco rural, La Peña, El Guavio y Los Laches, los cuales se encuentran ubicados en los linderos con el área de rural de la localidad y de menor impacto sonoro.

- Engativá: Para esta localidad se identificaron un total de 402 fuentes fijas principales generadoras de ruido, de las cuáles el 47% corresponde a la actividad de entretenimiento y recreación, fundamentalmente, discotecas tiendas y bares; el 40% de las fuentes fijas, corresponde a la actividad industrial y empresarial; el 9% a comercio y servicios y el 4% fundamentalmente a iglesias y centros educativos. Las UPZ con el mayor número de fuentes fijas generadoras de ruido registradas, son: Santa Cecilia y las Ferias, con el 21% cada una, seguida por la Boyacá Real, con el 20%, Garcés Navas con el 14%, Engativá con el 11% y Minuto de Dios con el 7%; en el resto de las UPZ se identificaron menos del 4%.

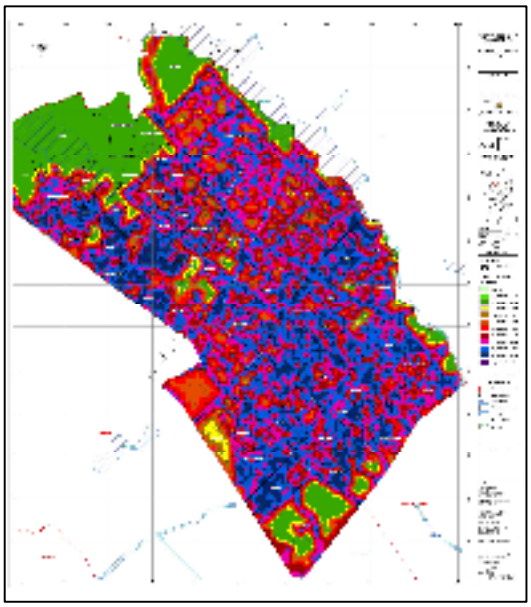
  Por otra parte, se realizaron mediciones de ruido ambiental generado por fuentes móviles y fijas en 120 puntos durante una hora, en horario diurno y nocturno, como resultado se elaboró el mapa digital de ruido. (Ver Figura 27 y Figura 28).

Figura 27. Comportamiento de ruido ambiental en el periodo diurno



Fuente: Convenio Universidad Incca.

Figura 28. Comportamiento de ruido ambiental en el periodo nocturno



Fuente: Convenio Universidad Incca.

En el modelo día se puede observar el predominio de los colores rojo y azul, con niveles de presión sonora en rangos de valores de 55 dB(A) a 85 dB(A). Así mismo, se observan, algunas zonas de color verde y amarillo constituidas por áreas no construidas y sin vías cercanas, lo cual da como resultado una emisión de muy bajo impacto, con niveles sonoros menores a 45 dB(A). De igual manera se puede observar líneas más o menos definidas en color azul, que señalan la emisión de las fuentes móviles sobre la malla vial que conforma la localidad, sobre estos corredores, se producen emisiones de tipo lineal, representadas con valores de 75 a 80 dB(A); resaltan claramente estos aportes sobre la Avenida calle 72, la Avenida calle 80, la Avenida Ciudad de Cali, Avenida Boyacá y la Avenida el Cortijo, entre otras; algunos ejes viales se muestran en color lila en donde se reportan niveles sonoros entre 70 a 75 dB(A) especialmente en la Avenida carrera 68 y la calle 26, entre otras. Respecto al comportamiento de la emisión en zonas un poco más alejadas de la malla vial se pueden visualizar comportamientos definidos de color azul, 75 a 80 dB(A) en San Antonio de Engativá, el Mulle y San Antonio Urbano de la UPZ-74 Engativá; otra zona bien definida, corresponde a la UPZ-26 las Ferias, en barrios tales como la Estrada, las Ferias y Palo Blanco, igualmente en el Barrio Boyacá Real y la zona de los Álamos. El predominio de los colores naranja y azul, determinan ruidos en rangos de valores entre 55 dB(A) a 85 dB(A), los cuales determinan el ambiente sonoro esperado en toda la localidad.

En el modelo temático del periodo nocturno, se visualiza una reducción de los niveles sonoros entre 5 a 10 dB(A), es decir una gama de colores amarillo al azul, con valores del ambiente sonoro entre 45 a 75 dB(A). Sin embargo, el aporte de actividades de establecimientos abiertos al público dedicados el expendio y consumo de bebidas alcohólicas, hace que los niveles de ruido sean mayores. Éstos incrementos de ruido se

pueden establecer en las siguientes UPZ: Garcés Navas (discotecas y bares de la calle 72 entre carreras entre 94 y 102), establecimientos en la UPZ del Minuto de Dios en el Barrio la Palestina (Carreras 76 entre calles 80 a 84), Álamos, Normandía entre otras.

Adicionalmente, se generó un mapa de conflicto donde se sobrepasa en forma excesiva la norma de uso del suelo. Para esto, se presenta un rango del nivel promedio sonoro en el periodo día-noche, identificándose como críticos los siguientes corredores viales, debido a las fuentes móviles:

1. Avenida Chile o Calle 72, entre Av. Carrera 68 y Carrera 112 (zonas de mayor impacto: Intersección con la Avenida Boyacá y la calle 72, Intersección con la Avenida Ciudad de Cali, Intersección con carrera 101). Las principales zonas afectadas son los barrios de La Estrada, Bella Vista Occidental, Santa Helenita, Las Ferias, Santa Maria del Lago, Zarzamora, Villa de Madrigal, Garcés Navas. El nivel promedio sonoro está entre 64 dB(A) y 80 dB(A).

2. Avenida calle 80 o autopista a Medellín, entre carrera 68 a 119 (Mayor impacto: Intersección con la Avenida Boyacá y la calle 80, Intersección con la Avenida Ciudad de Cali, Intersección con carrera 100); las principales zonas afectadas son: Las Ferias, Bonanza, Santa Maria del Lago, La Granja, Minuto de Dios, Palestina, Villa de Madrigal, Bolivia, Bochica, Ciudadela Colsubsidio; el nivel promedio sonoro encontrado estuvo entre 71 dB(A) a 80 dB(A).

3. Avenida Ciudad de Cali, entre la diagonal 91 y la Calle 26 (Intersección con la Avenida calle 80 y con la calle 72): La Isabela, El refugio, La Clarita, La América, Andalucía y Los Cerezos. Los niveles promedio están entre 73 dB(A) a 75 dB(A).

4. Avenida el Cortijo o Avenida Carrera 114, entre Calles 72 y Diagonal 91. El mayor conflicto está en la zona de la ciudadela Colsubsidio, Bolivia, Villas de Granada y Garcés Navas. Los niveles promedio están entre 61 dB(A) y 72 dB(A).

5. Avenida Boyacá o Carrera 72, entre la Calle 81 y Calle 26. Los mayores conflictos en la intersección con calle 80, calle 68 y calle 53, Normandía, la cabaña, la Europa, Acapulco, Boyacá Real, Santa Maria del Lago, Bonanza, Santa Cecilia y El encanto. Los niveles promedio están 76 dB(A) a 80 dB(A).

6. Avenida Carrera 68 o del congreso Eucarístico, entre calles 81 y 26. Los mayores conflictos se presentan en la zona de El Éxito, Alkosto, Complejo Deportivo el Salitre, Las Ferias, Bella Vista Occidental, Estradita y Bosque Popular. Los niveles sonoros están entre 71 dB(A) y 76 dB(A).

7. Avenida Rojas o de la Constitución entre calles 80 y 26. Los mayores conflictos en la intersección con la calle 72 y en el trayecto entre esta intersección y la calle 63. Se acentúa el conflicto por la estrechez de la vía y las zonas receptoras y la actividad comercial del sector en Normandía, Bosque Popular, la Estrada, las Ferias, Bonanza. El nivel promedio fue de 76 dB(A).

8. Avenida carrera 77A, entre Avenida calle 63 y Avenida calle 72. Los mayores conflictos están entre la calle 63 y calle 67 por el gran flujo vehicular en vías estrechas con zonas comerciales en sectores residenciales de alta densidad poblacional, Villa Luz, San Ignacio, San Marcos, El Encanto, Santa Helenita, Boyacá Real y Tabora. Los niveles de presión sonora están entre 77 dB(A) y 80 dB(A).

9. Avenida Transversal 94 entre calles 80 y 89. Los conflictos son por alto flujo vehicular en vías estrechas con zonas comerciales en sectores residenciales de alta densidad poblacional: Quirigua y los Cerezos. La presión sonora está entre 72 dB(A) y 73 dB(A).

10. Avenida Celestino Mutis o calle 63 entre carreras 86 y 121. Las zonas de mayor conflicto son la intersección con la carrera transversal 99, y a lo largo de la avenida hacia el costado norte de de la avenida, así como las zona Industrial Álamos, zona Industrial el Dorado, barrios paralelos a la primera pista del Dorado hasta el centro de Engativá. Los niveles de presión están entre 63 dB(A) y 75 dB(A).

Como zonas críticas donde el ruido ambiental proviene básicamente de actividades comerciales e industriales, se identificaron:

1. UPZ-26 Las Ferias sobre sectores de Hipermercados como: Homecenter, Almacenes el Éxito y Carrefour. Calle 80 entre carreras 68 y carrera 70; el sector de Alkosto y zonas comerciales de la ferias, entre avenida calle 72 entre carreras 68 a 78 y el sector de la Avenida Rojas o constitucional entre calles 80 y 63. La norma se sobrepasa entre 5 dB(A) y 10 dB(A).

2. UPZ-31 Santa Cecilia, sobre el sector de la Avenida calle 53 entre la carrera 70 y carrera 76. La norma se sobrepasa entre 5 dB(A) y 10 dB(A).

3. UPZ-30 Boyacá Real, sobre el sector de Avenida calle 63 a la calle 66 con carrera 77 A. Boyacá Real, sobre sectores del Barrio Boyacá Real y Santa Helenita; supera los valores normativos en un rango entre 5 dB(A) a 10 dB(A).

4. UPZ-29 Minuto de Dios, sobre el sector del Barrio Palestina Transversal 76 entre calles 80 a 82. Los niveles de exceso se encuentran entre 10 dB(A) y 20 dB(A).

5. UPZ-73 Garcés Navas, sobre el sector del Barrio El Cerro y Garcés Navas, Avenida calle 72 entre carreras 96 y 101; igualmente, sobre el sector del Barrio Madrigal, Centro Comercial El Portal de la 80, El portal de Transmilenio de 80 y el patio de mantenimiento y la Avenida calle 80 entre carreras 96 y 101; supera los valores normativos en un rango entre 5 dB(A) y 10 dB(A).

6. UPZ-72 Bolivia en el sector del Unicentro del Occidente, ubicado en carrera 111 entre 90 y 92; supera los valores normativos en un rango entre 5 dB(A) y 10 dB(A).

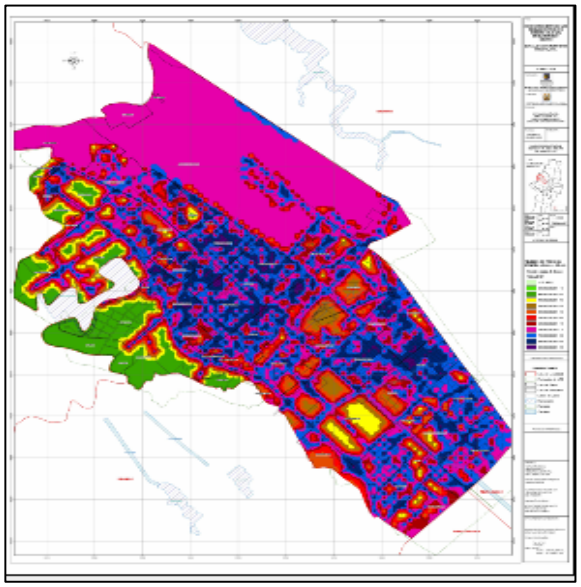
7. UPZ-116 Álamos sobre sectores entre carrera 85 y carrera 100 entre calles 26 y la Avenida el salitre; se supera el nivel de norma entre 5 dB(A) y 10 dB(A).

8. UPZ-74 Engativá sectores entre carrera 96 y carrera 122 entre calles 63 y la Avenida el salitre; se supera el nivel de norma entre 5 dB(A) y 10 dB(A).

- Fontibón: En esta localidad se identificaron 257 fuentes fijas generadoras de ruido, donde el mayor porcentaje (57%) corresponde a la actividad industrial y empresarial, el 31% a entretenimiento y recreación, el 6% a comercio y servicios y el 6% a otras actividades, especialmente iglesias y centros educativos.

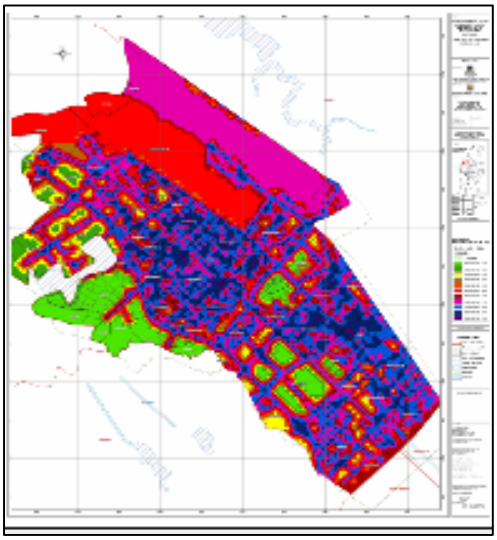
  Para la identificación del ruido ambiental generado por fuentes móviles y fijas en 120 puntos de la localidad, se realizaron mediciones durante una hora en horario diurno y nocturno. Así mismo, se elaboró el mapa digital de ruido en el horario diurno y en el nocturno (Ver Figura 29 y Figura 30).

Figura 29. Mapa digital de ruido periodo diurno



Fuente: Convenio Universidad Incca.

Figura 30. Mapa digital de ruido periodo nocturno



Fuente: Convenio Universidad Incca.

Sobre los corredores viales, se producen emisiones de tipo lineal, representadas en color azul con valores de 75 a 80 dB(A), se observa estos aportes sobre la Avenida La Esperanza o Luís Carlos Galán, Carrera 100, Avenida calle 13 o Centenario, la Avenida Ciudad de Cali y Avenida Boyacá, entre otras; en algunos ejes viales se muestran en color lila con niveles sonoros entre 70 a 75 dB(A) especialmente en la Avenida Carrera 68, Calle 26 y la Avenida del Ferrocarril del occidente, entre otras.

Con relación al comportamiento de la emisión en zonas, hacia el interior de los barrios y UPZ de la localidad, se pueden visualizar comportamientos definidos de color azul entre 75 dB(A) a 80 dB(A) en el Terminal de Transportes, Zona de la Ciudadela del Salitre (UPZ -110 en el eje de la zona Comercial), Modelia (UPZ-114), Centro de Fontibón (UPZ -75), Villamar, UPZ-115 Capellanía, en cercanías a zonas de actividad Industriales y comerciales como Coca Cola, Industrias textiles, UPZ-112 Granjas de Techo, en donde se ubica un gran sector de tipo industrial (Parque Industrial Los Hoyuelos), las instalaciones de las Bodegas de Vivero Carulla y Papas Margarita entre otras. En forma general el predominio de los colores naranja y azul, determinan ruidos promedio por UPZ entre 70 dB(A) a 75 dB(A).

En el modelo temático del periodo nocturno (Figura 30), se visualiza una reducción de los niveles sonoros que muestran el cambio de color en algunos sectores del amarillo al verde y del naranja al ocre que denotan cambio entre 5 a 10 dB(A). Es importante observar que en sectores como el centro de Fontibón, Puerta de Teja y la Cabaña de Fontibón, los niveles sonoros no muestran cambios sustanciales entre ambos periodos y sus registros promedios por UPZ se dan entre 65 a 72 dB(A).

Dentro del análisis de las fuentes generadoras de ruido no se contempló la UPZ-117 – Aeropuerto El Dorado, debido a que no hace parte del alcance del estudio en la elaboración del mapa digital de ruido de la localidad.

El mayor impacto sonoro proviene fundamentalmente de los aportes de ruido de las fuentes móviles que conforma la malla vial de la localidad. En los datos puntuales del monitoreo de campo, el comportamiento de la emisión registró en el día niveles entre 62 a 80 dB(A) y en la noche valores en un rango entre 58 a 81 dB(A).

A partir del mapa de conflicto obtenido donde se sobrepasa en forma excesiva la norma de uso del suelo, se encontró que el corredor vial en donde se registran las emisiones más altas corresponde a la Avenida calle 13 o del Centenario; en las zonas receptoras se evidencia un alto aporte sonoro de la vía, fundamentalmente en aquellas intersecciones en donde convergen múltiples vías, tales como: Intersección de la Av carrera 68 (79 dB(A) en el día y 73 dB(A) en la noche), intersección con la Avenida Boyacá (80 dB(A) en el día y 81 dB(A) en la noche), con la Avenida Ciudad de Cali (71 dB(A) en el día y 76 dB(A) en la noche) y la intersección de la Y a la entrada a Fontibón (78 dB(A) en el día y 79 dB(A) en la noche).

Sobre la Avenida Boyacá o carrera 72, igualmente se observa un importante aporte hacia la comunidad; existen franjas de alta restricción tales como los conjuntos residenciales de la Esperanza Sur, Capellanía, Ciudadela los Hoyuelos y Modelia. La contaminación sonora reportada muestra un rango de lectura equivalente continua entre 77 a 80 dB(A) en el día y en la noche de 77 a 81 dB(A), determinando un alto impacto sonoro generado por el tráfico rodado.

Otro corredor vial con gran impacto sonoro comprende desde la Avenida carrera 68 hasta la carrera 130, colindante a la segunda pista del aeropuerto el Dorado, corresponde la Avenida la Esperanza o Luis Carlos Galán, con usos dominantes de las zonas receptoras de tipo residencial, con algunos puntos localizados en áreas comerciales como el Centro Comercial Salitre, Mac Donald's, Maloca y Modelia, entre otros. Los resultados registrados sobre este corredor, están entre 71 y 77 dB(A) en el día y en la noche entre 69 y 77 dB(A), representando un alto impacto sobre las zonas receptoras, pues el uso del suelo se asocia con una alta restricción, especialmente en el horario nocturno, alcanzando márgenes que pueden catalogarse de conflicto.

Por otro lado, es importante resaltar la Avenida carrera 100; este corredor vial comunica el centro de Fontibón con las avenidas calle 13 y calle 26 en donde coexisten todos los usos de suelo urbano. El comportamiento de la emisión sonora está en un rango entre 73 a 76 dB(A) en el día y en la noche 73 a 75 dB(A).

La contribución de la fuentes fijas en el ambiente sonoro, teniendo en cuenta los resultados de la evaluación de campo y por clasificación de UPZ reportan valores promedio en general para el periodo diurno en un rango de la lectura equivalente continua entre (Leq AT) de 70 y 75 dB(A) y en la noche entre 65 y 72 dB(A). El mayor nivel sonoro promedio encontrado UPZ, corresponde a 115 Capellanía, con un nivel de 75 dB(A) en el día y en la noche en el centro de Fontibón UPZ-75, con 72 dB(A).

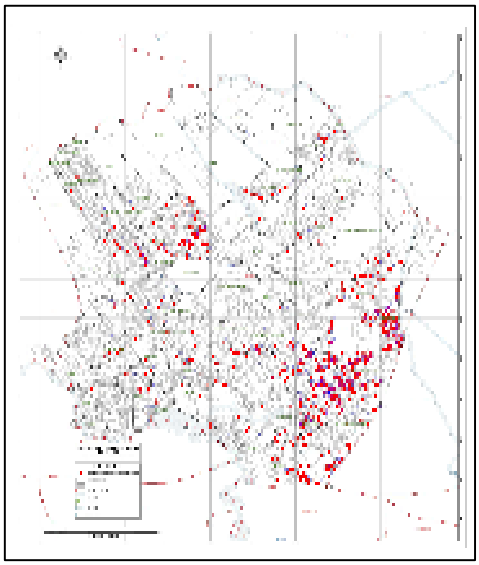
Sobre estas fuentes fijas generadoras los niveles de mayor impacto se observaron en la Dobladora Mauricio la Y (UPZ 76 Fontibón San Pablo), con registros de 80 dB(A) en el período diurno y en el nocturno de 74 dB(A). Las otras fuentes de mayor emisión observadas corresponden al centro de Fontibón (UPZ -75), generada por establecimientos como discotecas y bares.

El análisis por UPZ de la localidad de Fontibón indica que el nivel sonoro, se encuentran en el rango de 71 a 75 dB(A), es decir que para el total de UPZ, el 86% de ellas poseen niveles dentro de este rango y el 14% restante, tienen valores entre 66 y 70 dB(A). Esto permite concluir que un gran porcentaje de los niveles sonoros muestreados para las fuentes fijas de la localidad, se encuentran catalogados en un rango de valores altos, respecto a los niveles establecidos por la norma.

- Kennedy: Para esta localidad se identificaron 1239 fuentes fijas de importancia generadoras de ruido, con todos sus atributos y características, las cuales son indispensables para la elaboración de la base de datos del modelo del mapa digital de ruido (Ver Figura 31). A partir de la identificación de las fuentes, se encontró que el 69% de las fuentes generadoras de ruido corresponden a la actividad industrial, el 16% a actividades de entretenimiento, el 10% a locales comerciales y el 5% a otras actividades (iglesias y antenas).

  Los barrios catastrales con mayor número de fuentes generadoras de ruido en la localidad de Kennedy corresponden a: Providencia (18%), Providencia Occidental (11%), Providencia Oriental (8%) y Techo Sur (6%), es decir que el 43% de las fuentes generadoras de ruido está concentrada en 4 barrios, aunque el problema se presenta en toda la localidad.

Figura 31. Ubicación de las principales fuentes fijas generadoras de ruido en la Localidad de Kennedy



Fuente: Convenio Universidad Incca.

Para los niveles de presión sonora para el periodo diurno y nocturno (según lo establecido en la Resolución 0627 de 2006 del Ministerio de ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial), se seleccionaron 320 puntos de medición (150 para fuentes móviles y 170 para fuentes fijas), obteniendo los siguientes resultados:

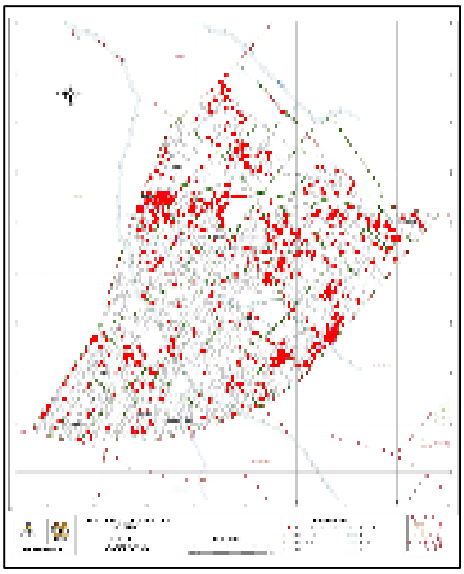
1. Para el ruido ambiental producido por fuentes móviles, en el periodo diurno se registraron niveles de presión sonora entre 51 y 81 dB(A) y entre 47 y 78 dB(A) para el horario nocturno.

2. En el periodo diurno, para fuentes fijas se registraron niveles de presión sonora entre 57 y 82 dB(A); en cuanto al periodo nocturno, los niveles de presión sonora se encontraron entre 37 y 79 dB(A).

- Puente Aranda: Para este localidad se inventariaron un total de 909 fuentes fijas, realizándose el reconocimiento de la malla principal vial, con el fin de seleccionar los trayectos viales objeto de monitoreo de mayor importancia.

  Las fuentes fijas generadoras de ruido de acuerdo con la Resolución 627 de 2006 del MADVT se agruparon por actividad y en centros de entretenimiento, industrias, comercio y la categoría otras actividades, que incluyen a las iglesias y antenas. En esta localidad el 81% de las fuentes generadoras de ruido corresponden a la actividad industrial-empresarial, el 12% a actividades de entretenimiento y recreación, el 3% a comercio y servicios y el 4% a otras actividades. (Ver Figura 32).

Figura 32. Ubicación de las principales fuentes fijas generadoras de ruido en la Localidad de Puente Aranda



Fuente: Convenio SDA y Universidad INCCA.

Para los puntos de medición de ruido ambiental por fuentes fijas y móviles, se seleccionaron 150 puntos, finalizando el trabajo de campo de cada una de las fuentes seleccionadas. A partir de lo anterior, se encontraron los siguientes resultados:

1. Del ruido correspondiente al aporte de Fuentes Móviles, en el periodo diurno se registraron niveles de presión sonora entre 64 y 80 dB(A).

2. Respecto a las fuentes fijas, se encontró que en el periodo diurno se registraron niveles de presión sonora entre 57 y 79 dB(A).

6. LA PUBLICIDAD EXTERIOR VISUAL Y LA CONTAMINACION VISUAL

La contaminación visual, es la proliferación de avisos, imágenes, vallas y toda forma de publicidad exterior visual ubicada en espacio público que afecta de manera adversa el entorno, altera la estética, y la imagen del paisaje tanto rural como urbano, además de reducir la calidad de vida de los ciudadanos ocasionando una sobre estimulación visual, ausencia de concentración, agresividad y llevando a estados de estrés y ansiedad[35].

Las normas que regulan la ubicación, requisitos, características, registro y control de la publicidad exterior en el Distrito Capital son:

- Decreto 959 de 2000 “Por el cual se compilan los textos del Acuerdo 01 de 1.998 y del Acuerdo 12 de 2.000, los cuales reglamentan la publicidad Exterior Visual en el Distrito Capital”.
- Decreto 459 de 2006 “Por el cual se declara el estado de Prevención o alerta amarilla por contaminación de elementos de publicidad exterior visual y se suspende el registro de vallas en el Distrito Capital” expedida por Alcaldía Mayor de Bogotá.
- Decreto 506 de 2003 “"Por el cual se reglamentan los Acuerdos 01 de 1998 y 12 de 2000, compilados en el Decreto 959 de 2000".
- Acuerdo 79 de 2003 por el cual se expide el Código de Policía, en el capítulo 9 “Publicidad Exterior Visual”.

A partir de lo anterior, las competencias de la Secretaría Distrital de Ambiente, están dirigidas a controlar a través de la exigencia de requerimientos y verificación del cumplimiento de la normatividad, la instalación de vallas, avisos, murales, pendones y pasacalles en la ciudad. La instalación de estos elementos es aprobada a través de registros, igualmente se debe organizar operativos de desmonte de la publicidad visual ilegal.

[35] http://www.acercar.org.co/industria/bolsa/docs/publicidad_exterior_visual.pdf

6.1. Elementos desmontados

Como producto de las medidas tomadas por la Autoridad Ambiental, se incrementó el control y remoción de elementos de publicidad exterior visual ilegales, habiéndose realizado 12.270 desmontes de pendones, pasacalles y otros en un área de 41.935 m^2 en el año 2006, en tanto que al cierre del 2007 se efectuaron 24.948 desmontes con un área total de 34.590,64 m^2. (Ver Tabla 8).

Tabla 8. Elementos Desmontados año 2007

Mes	Elementos desmontados	Área m^2
Enero		
Febrero	187	162,6
Marzo		
Abril	181	195
Mayo	1392	2546,7
Junio	2578	5827,3
Julio	1383	4365,7
Agosto	1459	4370,17
Septiembre	1947	4760,6
Octubre	10645	5677,09
Noviembre	3634	3971,2
Diciembre	1542	2714,28
Total	**24948**	**34590,64**

Fuente: Oficina Control de Emisiones y Calidad del Aire.

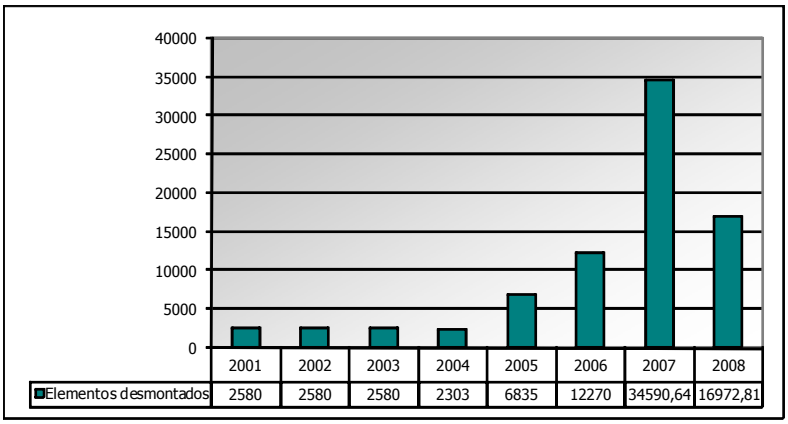
En lo corrido del año 2008 se han decomisado 8.291 elementos con un área de 16.972,81 m^2 (Ver Tabla 9 y Figura 33).

Tabla 9. Elementos Desmontados año 2008

Mes	Elementos desmontados	Área m2
Enero	903	1591,7
Febrero	2160	3517,59
Marzo	2859	5651,57
Abril	1202	3431,14
Mayo	1167	2780,81
Junio		
Total	**8291**	**16972,81**

Fuente: Oficina Control de Emisiones y Calidad del Aire.

Figura 33. Elementos Desmontados año 2001 – 2008



Fuente: Oficina Control de Emisiones y Calidad del Aire.

La cantidad de elementos de publicidad en la ciudad es muy dinámica debido a las actividades comerciales e informativas, en los operativos de desmonte en espacio público la Secretaria Distrital de Ambiente, se ha encontrado que en la ciudad principalmente hay pendones y pasacalles correspondiendo el mayor porcentaje a elementos de publicidad de empresas constructoras y restaurantes, seguido por talleres y pequeños establecimientos.

En cumplimiento del Acuerdo 79 de 2003 (Código de Policía de Bogotá), para el desmonte de elementos ilegales, la Secretaría Distrital de Ambiente en el marco de Convenio de Cooperación con IDIPRON, ha desarrollado operativos permanentes en las diferentes localidades y el seguimiento a los conceptos técnicos que se generen de los operativos y del proceso de registro. Es así, que como resultado de la gestión de la Secretaría Distrital de Ambiente, por medio de las compañas emprendidas con 52 de los anunciantes más frecuentes, la generación de 654 conceptos técnicos para elementos tipo pendón en culata y vallas comerciales y los respectivos procesos legales adelantados se han logrado desmontar 66 vallas ilegales ubicadas en las principales vías del Distrito Capital al cierre del año 2007. Adicionalmente, para el año 2008 se han logrado desmontar 6 vallas ilegales ubicadas en las principales vías del Distrito Capital.

6.2. Inventario de vallas

La información recogida directamente por la Secretaría en el inventario de vallas comerciales realizado entre abril y agosto del 2006 y noviembre de 2006 y enero de 2007, que abarcan las principales vías de la ciudad, arrojó inicialmente los siguientes resultados:

Tabla 10. Número de vallas existentes en el Distrito Capital a comienzos del año 2007

Vallas comerciales	Cantidad
Existentes *	578
Con antecedente de registro	363
Vallas adicionales **	252
Existentes calculadas	**830**
Ilegales comerciales existentes calculadas	**276**

* Fuente Secretaría Distrital de Ambiente
** Fuente Usuarios

Al cierre del año, el inventario de vallas comerciales y pendones en culatas instalados en la ciudad, el cual abarca las siguientes vías: Autopista Norte, Autopista Sur, Av Caracas, Av. 1 de Mayo, Av. Cr. 68, Av Ciudad de Cali, Av Dorado, Av. Las Américas, Av. 9 , Av. Boyacá, Av. Calle 13, Av. Calle 6, Av. Ciudad de Cali, Av. Suba, Av. Carrera 15, Calle 100, Calle 127, Calle 80, Calle 127, Carrera 30 y Carrera 7, presento los siguientes resultados:

Tabla 11. Número de vallas existentes en el Distrito Capital al cierre del año 2007

Vallas comerciales	
En trámite de registro	614
Con registro	53
Dirección imprecisa, en confirmación	10
Presuntas ilegales	194
Instaladas	1069
Desmontadas	66
Con Informe técnico	654

Fuente: Oficina de Control de Emisiones y Calidad del Aire.

La variación en el inventario es constante ya que el tiempo de renovación de registros de las vallas es anual y la dinámica del sector es alta, razón por la que se observan fluctuaciones significativas y constantes movimientos en los trámites requeridos.

Para el año 2008, luego de un proceso de evaluación de la gestión en torno a la publicidad tipo valla, en la que se tuvo en cuenta la problemática presentada durante los últimos años y observando que en mayo más de 1.069 vallas se encontraban instaladas en Bogotá y que solo 57 estaban registradas, la administración Distrital tomó la decisión de modificar la normatividad existente, estableciendo que a partir de mayo de 2008 y hasta de agosto del mismo año podrán realizarse los registros ante la Secretaria Distrital de Ambiente de todas las vallas que existan en Bogotá.

7. LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN BOGOTÁ D.C.

7.1. Impactos sobre la salud.

El tratamiento de residuos urbanos constituye un problema económico, sanitario, político y social de gran importancia. Desde tiempos históricos bastante remotos, con la misma génesis de los primeros centros urbanos, se han creado alternativas para la eliminación de los residuos fruto de la actividad de los hombres. Así en la Roma Antigua se adoptaron medidas para evitar los vertidos sólidos en el interior de la ciudad, y se acometió la construcción de la red de alcantarillado de esta ciudad. Pero muchos siglos antes, en Creta, parece haber existido la práctica de enterrar mezclados, los residuos orgánicos sólidos y las aguas residuales.

No obstante, las normas que se fueron poco a poco adoptando eran insuficientes para prevenir mínimamente las enfermedades que se derivaban de estas deficientes condiciones sanitarias, como la peste, cólera, o el tifus.

Ahora, con el desarrollo industrial, y la subsecuente producción masiva de residuos urbanos, así como el incremento de población y de la concentración de la misma, a mediados del siglo XX comienza la organización de sistemas de recogida, transporte y ubicación (vertederos) de los desechos ciudadanos en las ciudades.

En la actualidad, el adecuado tratamiento de los residuos urbanos, (RU) constituye un grave problema, que se acentúa a medida que los ciudadanos no tienen todavía plena conciencia de su contribución y de su responsabilidad en la génesis del mismo. Según estudios, se estima que en las ciudades la generación de basura por persona y día asciende a algo más de 1 Kg, lo que supone que una familia de 4 miembros origina al año alrededor de una tonelada y media de residuos[36].

Los problemas directos ocasionados por un inadecuado tratamiento de los RSU son fundamentalmente:

- Los vertimientos incontrolados contaminan el aire, el suelo y las aguas.
- La transmisión de enfermedades, ya sea por la acción de insectos y roedores o por los efectos de la contaminación en sus distintas manifestaciones.
- El despilfarro de materiales recuperables y de la energía existente en los RU.
- La degradación del paisaje y el deterioro del entorno.

Los residuos urbanos (RU), pueden ser clasificados de forma general de acuerdo con su origen en: *domésticos* (con alto porcentaje de restos orgánicos de los alimentos), *comerciales* (predominan los embalajes diversos) y de *oficinas* (con abundante residuo de papel), y con carácter mas específico los procedentes de mataderos, mercados,

[36] J.A. Diez Lopez *"Residuos Urbanos: Problemas sanitarios y alternativas de gestión"* en *"Los residuos y sus riesgos par la salud"* Ediciones Segundo Jimenez, Madrid

comercios de alimentación, etc., que desechan abundante materia orgánica. Por su alto impacto hay que mencionar otras actividades, en principio de mucho menor volumen residual: talleres de automóviles, pequeñas industrias, hospitales y centros de investigación, en los que se producen residuos impregnados de grasas, pinturas, sustancias químicas altamente activas, microorganismos patógenos, etc.

Además la ciudad genera otros residuos, entre los que cabe citar: los recogidos por la limpieza de la red de vías, los que proceden del cuidado de espacios verdes, los escombros de la construcción y demolición de edificios, restos de automóviles y de electrodomésticos (chatarra), muebles viejos, cadáveres de animales abandonados en los espacios públicos, etc.

Existen otra clase de residuos que generan un riesgo mas inmediato para la salud humana, como son los residuos peligrosos, que han sido definidos como residuos o combinaciones de residuos que presentan un peligro sustancial real o potencial para los seres humanos y otros organismos vivos porque no son degradables en la naturaleza y pueden acumularse y ser letales[37]. Las propiedades de los materiales residuales utilizados para valorar si un residuo es peligroso o no, están relacionadas con problemas de salud y seguridad.

7.2. Inventario de los Residuos Peligrosos

A partir del trabajo realizado por la firma CYDEP mediante contrato No. 044 de 2007 de la Secretaría Distrital de Ambiente, con el propósito de "Elaborar un estudio que determine los residuos peligrosos de manejo prioritario de los generados en Bogotá, identifique los generadores prioritarios y elabore el diseño del plan de implementación correspondiente", se obtuvo una estimación de las cantidades estimadas de Respel para Bogotá D.C., entre las que se encuentran:

Tabla 12. Estudios disponibles sobre Respel en Bogotá

ENTIDADES A CARGO/AÑO	OBJETIVO DEL ESTUDIO	CANTIDAD DE RESPEL (TON/AÑO)
FOPAE - PIRS (Febrero 2007)	Actualización del inventario de residuos peligrosos, Respel, para los sectores industriales manufactureros de Bogotá D.C.	66.203 ton/año Año base: 2004 Bogotá y Soacha
UESP - CYDEP (2004)	Estructuración del sistema de gestión integral para el manejo de los residuos peligrosos originados en los sectores industriales y de servicios para Bogotá D.C.	77.938 ton/año Año base 2004 Bogotá. Proyecciones PIRS (2002).

[37] Ibid.

ENTIDADES A CARGO/AÑO	OBJETIVO DEL ESTUDIO	CANTIDAD DE RESPEL (TON/AÑO)
MAVDT - Fundes (2004)	Estimación aproximada de la generación de residuos peligrosos en el ámbito nacional con base en los inventarios realizados en Cali - Yumbo y Bogotá - Soacha.	58.168 ton/año Bogotá y Soacha
UESP- PIRS (2002)	Realizar un estudio de cuantificación y definición del manejo actual de los residuos peligrosos en el Distrito, como punto de partida para la formulación del esquema de funcionamiento de los componentes de transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final y el esquema de manejo en sus aspectos tarifario, financiero, económico e institucional, de los residuos sólidos peligrosos para Bogotá D.C.	47.434 ton/año. Año Base: 1999 Bogotá
UESP-UTE FITCHNER-CYDEP (2000)	Elaboración del Plan Maestro para el manejo integral de residuos sólidos de Bogotá D.C.	58.400 ton/año Año base. 2004 Bogotá. Proyecciones DAMA (1999).
DAMA- HIMTECH (1999)	Diagnóstico ambiental de alternativas para la ubicación de instalaciones para la disposición final de sustancias tóxicas y peligrosas inertizadas en Santa Fe de Bogotá, D.C.	Mín = 48.350 ton/año. Máx= 150.600 ton/año. Año Base: 1997 Bogotá

Fuente: CYDEP. Contrato No. 054-2007 de la Secretaría Distrital de Ambiente.

Adicionalmente, a partir del año 2000 al 2004, se encontró que en total se generaron 305.882 toneladas de Respel, con un promedio anual de 61.176 toneladas.

Tabla 13. Generación Anual de Respel

AÑO	CANTIDAD (TON)	PORCENTAJE(%)
2000	56.841	19%
2001	53.570	18%
2002	70.043	23%
2003	59.224	19%
2004	66.203	22%
Total	**305.882**	**100%**
Promedio	**61.176**	**-**

Fuente: CYDEP. Contrato No. 054-2007 de la Secretaría Distrital de Ambiente.

Durante dicho periodo, el sector industrial que más genero Respel fue el de "Fabricación de sustancias y productos químicos", con el 60,6% y el sector "Fabricación de otros productos químicos", con un porcentaje del 54,3%.

Hasta agosto de 2004, la zona VIII del relleno sanitario Doña Juana, recibió aproximadamente, 3.7 millones de m3 de residuos. La capacidad de esta zona se estima en 8.3 millones de m3, es decir, que está ocupada en aproximadamente un 40%[38].

La composición promedio de los residuos que entran al Relleno Sanitario Doña Juana es: el 64% son orgánicos y el 36% son inorgánicos, de los cuales plásticos y cauchos ocupan el segundo lugar con el 18.7% y el papel y cartón el tercero con el 8.2% del total de residuos[39]. La

Tabla 14 muestra el promedio histórico de la cantidad de residuos mensuales ingresados entre enero de 2002 y julio de 2004. La Tabla 15 presenta los mismos promedios históricos desagregados por origen del residuo.

Tabla 14. Promedio histórico de residuos que ingresaron al Relleno Sanitario Doña Juana por tipo de material

Promedio histórico de residuos que ingresan al RSDJ desagregados por tipo de material		
Tipo de material	**% Promedio**	**Numero promedio de Ton/mes**
Residuos totales		153.346,50
Materia orgánica	64.3	98.801,90
Plásticos y cauchos	18.7	28.495,90
Textiles	4.0	6.119,30
Papel y cartón	8.2	12.567,00
Metales	0.8	1.175,30
Vegetales putrescibles	0.0	0
Cuero	0.3	435,8
Minerales	0.1	132
Vidrio y cerámica	1.0	1577,2
Ladrillo y cenizas	0.0	0
Huesos	0.3	437,3
Madera	0.6	932,7

Fuente: UAESP. Plan Maestro de Residuos. Gerencia Interventoria UTC. Julio de 2004.

[38] UAESP. Plan Maestro de Residuos.

[39] Ibid.

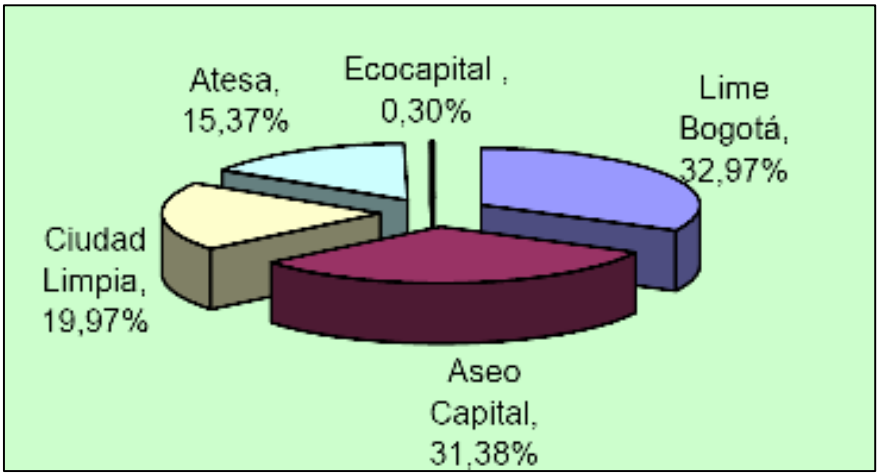
Tabla 15. Promedio de residuos que ingresaron al Relleno Sanitario Doña Juana por tipo de origen

Origen de los residuos	Camiones / mes	Peso total (Tn/mes)	Porcentajes
Barrido	1.656	10.274,22	6.7%
Desecho de origen desconocido	1.035	7.099,94	4.63%
Escombros	1.942	17.266,82	11.26%
Grandes productores	2.328	16.346,74	10.66%
Hospitalarios	269	368,03	0.24%
Corte de césped	129	812,74	0.53%
Recolección domiciliaria	9.996	99.337,86	64.78%
Residuos privados	330	996,75	0.65%
Servicios especiales	79	843,41	0.55%
Total	17.764	153.346,50	100%

Fuente: UAESP. Plan Maestro de Residuos. Gerencia Interventoria UTC. Julio de 2004.

En el primer semestre de 2008, los residuos dispuestos y recogidos corresponden a 5.799 ton/días, así mismo el promedio de residuos transportados al mes es de 175.915 ton/mes[40]. Por concesionario, la participación de estos para la recolección de residuos sólidos recolectados y transportados es la siguiente:

Figura 34. Participación concesionarios de aseo

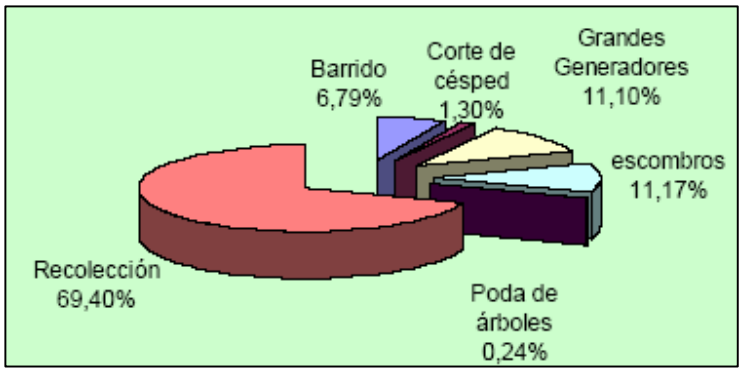


Fuente: Consorcio ISP. Primer semestre de 2008.

[40] Datos UAESP.

En cuánto a la disposición de residuos por tipo de servicio, se tiene que el 69,40% son de de recolección, el 11.17% de escombros y el 11.10% a grandes generadores.

Figura 35. Disposición de residuos por tipo de servicio



Fuente: Consorcio ISP. Primer semestre de 2008.

7.3. Proyección de Residuos

El estudio contratado por la Secretaría Distrital de Ambiente en el año 2007, indica que Bogotá D.C. y sus alrededores tendrían la capacidad de manejar una cantidad cercana a 115 ton/día (ó anualmente 18.000 toneladas) de residuos peligrosos a través de las empresas de incineración y manejo, es decir, cerca del 20% de la cantidad de residuos peligrosos. Trabajando con la cifra de capacidad instalada en Bogotá D.C. y sus alrededores, este porcentaje alcanzaría el 28%, que sumado a la cantidad manejada en el coprocesamiento (66Ton/día) alcanzaría un 55% de los residuos peligrosos generados, aunque se debe tener en cuenta la distancia, 210 kilómetros aproximadamente, que separa al Distrito Capital del municipio de Nobsa (Boyacá), donde se encuentran las instalaciones de dicha industria, así como las condiciones bajo las cuales se debe dar el transporte del material.

Adicionalmente, en este estudio se señala que el Plan Maestro de Residuos Peligrosos retomó las proyecciones de cantidades y propuesta técnica del estudio DAMA (1999), y elaboró proyecciones a corto plazo (5 años), mediano plazo (5 a 10 años) y largo plazo (10 a 15 año). En este sentido, a continuación se presentan los valores aplicados para estos periodos, los cuales representan el potencial de residuos disponibles.

Tabla 16. Proyección de Residuos Peligrosos

Año	Escenario Bajo (Ton/año)			Escenario Básico (Ton/año)			Escenario Alto (Ton/año)		
	Residencial	Industrial	Total	Residencial	Industrial	Total	Residencial	Industrial	Total
2000	5110	21900	27010	5110	52925	58035	5110	79935	85045
2001	5110	21900	27010	5110	52925	58035	5110	79935	85045
2002	5110	21900	27010	5110	52925	58035	5475	79935	85410

Año	Escenario Bajo (Ton/año)			Escenario Básico (Ton/año)			Escenario Alto (Ton/año)		
	Residencial	Industrial	Total	Residencial	Industrial	Total	Residencial	Industrial	Total
2003	5110	21900	27010	5475	52925	58400	5475	79935	85410
2004	5110	21900	27010	5475	52925	58400	5840	79935	85775
2005	5475	21900	27375	5475	52925	58400	5840	79935	85775
2006	5475	43800	49275	5840	81760	87600	6205	117895	124100
2007	5475	43800	49275	5840	81760	87600	6205	117895	124100
2008	5475	43800	49275	5840	81760	87600	6570	117895	124465
2009	5840	43800	49640	6205	81760	87965	6570	117895	124465
2010	5840	43800	49640	6205	81760	87965	6935	117895	124830
2011	5840	45990	51830	6205	95995	102200	6935	146000	152935
2012	5840	45990	51830	6570	95995	102565	7300	146000	153300
2013	6205	45990	52195	6570	95995	102565	7300	146000	153300
2014	6205	45990	52195	6570	95995	102565	7665	146000	153665
2015	6205	45990	52195	6570	95995	102565	8030	146000	154030

Fuente: CYDEP. Contrato No. 054-2007 de la Secretaría Distrital de Ambiente. Tomado de UESP-CYDEP-2004 a partir del estudio del DAMA 1999.

Para el año 2007, la capacidad instalada para el tratamiento (por diferentes vías) de los residuos peligrosos en Bogotá D.C. y sus alrededores era de 1000 kg/h aproximadamente, o lo que es igual, 24 ton/día. Con base en las entrevistas realizadas, por CYDEP se estimó que se estaba operando a una capacidad de 255 kg/h (6,12 ton/día), es decir, a un 25,5% de su capacidad total, a lo que se suma el estimado de 27 ton/día en el relleno Sanitario Doña Juana y 16 ton/día en botaderos a cielo abierto, para dar un total máximo de 49,12 ton/día.

Para la proyección de residuos que ingresarán al Relleno Sanitario Doña Juana, la UAESP trabajó bajo dos escenarios: uno con base en la población proyectada de Bogotá y el promedio de producción de residuos sólidos por usuario y otro con base en las series históricas de residuos efectivamente dispuestos por año en el Relleno, proyectada con una reducción gradual durante el período de proyección hasta alcanzar el 20% al final del período, por efecto del reciclaje y aprovechamiento. Esta reducción estimada es el resultado del estudio para la Estructuración Jurídica, Técnica, Económica, Financiera y Administrativa de un Esquema Organizacional y de Negocio para el Aprovechamiento de los Residuos Sólidos de Bogotá, D.C., contratado por la UESP. A continuación se presenta dicha estimación:

Tabla 17. Proyección de Residuos para disposición final y tratamiento

Año	Población de Bogota.	Proyección de residuos por PPU (Ton)	PPU (ton/año)	Proyección por crecimiento histórico con reciclaje (Ton)
2005	7.170.008	1.926.086	0,26863	1.889.644,07
2006	7.313.935	1.953.219	0,26705	1.883.975,14
2007	7.460.751	1.980.734	0,26549	1.878.323,21
2008	7.610.514	2.008.637	0,26393	1.872.688,24
2009	7.763.284	2.036.933	0,26238	1.867.070,18
2010	7.919.120	2.065.627	0,26084	1.861.468,97
2011	8.029.174	2.082.043	0,25931	1.855.884,56
2012	8.140.757	2.098.589	0,25779	1.850.316,91
2013	8.253.891	2.115.267	0,25628	1.844.765,96
2014	8.368.597	2.132.077	0,25477	1.839.231,66
2015	8.602.814	2.178.886	0,25328	1.833.713,96

Fuente: UAESP. Plan Maestro de Residuos.

7.4. Recuperación, reutilización, reciclaje

De acuerdo con los estudios de viabilidad y proyecciones para el Programa Distrital de Reciclaje se espera reducir en un 25% los residuos entregados para disposición final en el Relleno Sanitario Doña Juana, por cuanto se fomente una mayor cultura ciudadana en la correcta separación de los residuos. (Ver Tabla 18).

Tabla 18. Reducción de Residuos en el Relleno Sanitario Doña Juana por efectos de parque de reciclaje

Año	Residuos sólidos generados en Bogota (TON/DIA)	Material efectivamente reciclado (TON/ DIA)	% de residuos reducidos en RSDJ
2006	5.074	107	2%
2007	5.227	288	6%
2008	5.380	525	10%
2009	5.533	727	13%
2010	5.686	841	15%
2011	5.839	947	16%
2012	5.992	1030	17%
2013	6.145	1082	18%
2014	6.298	1111	18%
2015	6.451	1141	18%

Fuente: UAESP. Plan Maestro de Residuos. Informe de UNIÓN TEMPORAL ADVISORY SERVICES - SELFINVER sobre la Estructuración Jurídica, Técnica, Económica, Financiera y Administrativa de un Esquema Organizacional y de Negocio para el Aprovechamiento de los Residuos Sólidos de Bogotá, D.C.

Lo anterior conlleva beneficios como la disminución en la disposición de residuos en el relleno sanitario Doña Juana y por ende un impacto en los costos. Este escenario fue cuantificado por la UAESP en el Plan Maestro de Residuos de la siguiente manera:

Tabla 19. Proyección de un escenario de ahorro en disposición final por parques de reciclaje

Año	Residuos sólidos generados en Bogota (TON/DIA)	Material efectivamente reciclado (TON/ DIA)	% de residuos reducidos en RSDJ	Costo de disposición final por Tonelada (costo de la CRA)	Estimado del Costo total Ahorrado (DIA)	Estimado del Costo total Ahorrado por año (utilizando 6 días hábiles)
2006	5.074	107	2%	15.059	1.611.313	464.058.144
2007	5.227	288	6%	15.059	4.336.992	1.249.053.696
2008	5.380	525	10%	15.059	7.905.975	2.276.920.800
2009	5.533	727	13%	15.059	10.947.893	3.152.993.184
2010	5.686	841	15%	15.059	12.664.619	3.647.410.272
2011	5.839	947	16%	15.059	14.260.873	4.107.131.424
2012	5.992	1030	17%	15.059	15.510.770	4.467.101.760
2013	6.145	1082	18%	15.059	16.293.838	4.692.625.344
2014	6.298	1111	18%	15.059	16.730.549	4.818.398.112
2015	6.451	1141	18%	15.059	17.182.319	4.948.507.872
Total	57.625	7.799	14%		117.445.141	33.824.200.608

Fuente: UAESP. Plan Maestro de Residuos.

8. TERRITORIO Y SUELO URBANO EN BOGOTÁ D.C.

8.1. Población

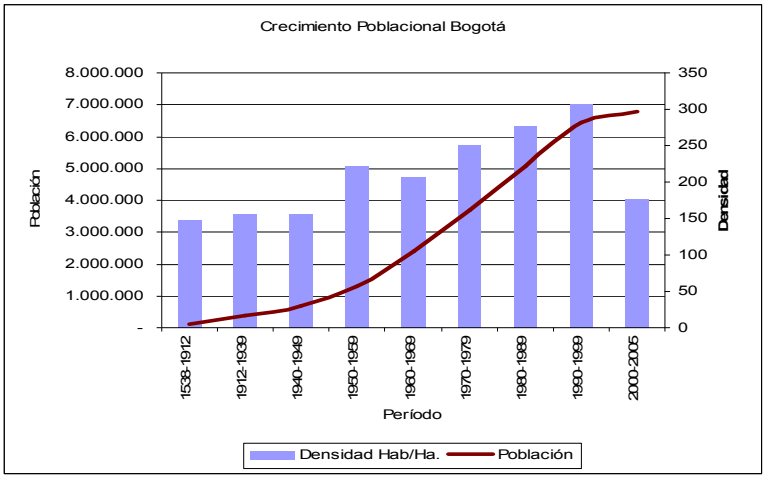
Bogotá ha tenido un acelerado crecimiento en los últimos 100 años, al pasar de 121.000 habitantes en 1912, a cerca de 7 millones en la actualidad; su población se ha multiplicado unas sesenta veces y su extensión pasó de 530 a 38.427 Has., en el mismo período, esto es, un crecimiento de 73 veces su tamaño.

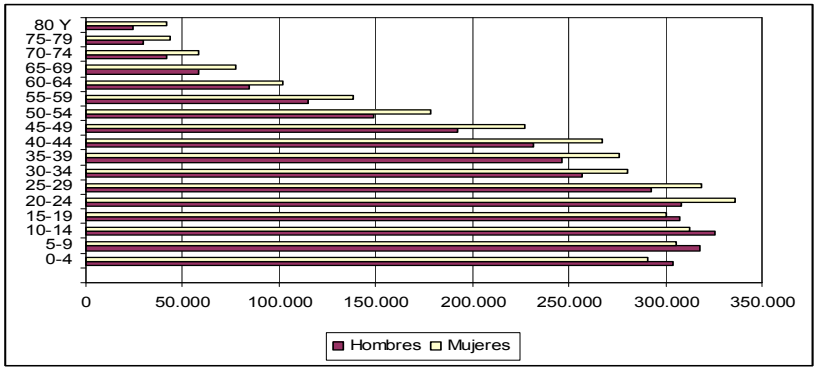
Lo anterior ha resultado en una ciudad algo paradójica, con urbanismo en parte planificado, en parte informal y hasta hace muy poco desordenado, pero con unas dinámicas constructivas y económicas impresionantes. Su crecimiento ha sido concéntrico, a partir de los Cerros Orientales y en este momento ha llegado al límite legal de su expansión, marcado por el río Bogotá al Occidente. Este crecimiento ha sido a costa de ocupar tierras fértiles y productivas que hasta no hace no mucho tiempo eran de uso agropecuario intensivo, debido a esto, densidad de población urbana ha disminuido en la última década y en la actualidad es de 176 Hab./Ha.

Este crecimiento ha sido generado por una gran inmigración desde de todas las regiones del país, y generado a costa de ocupar tierras fértiles y productivas que, hasta no hace no mucho tiempo, eran de uso agropecuario

Esta ocupación espacial ha sido especialmente importante en la última década tanto que, a pesar del crecimiento de la población, la densidad urbana ha pasado en este período de 306 a 177 Hab./Ha. y las distancias y tiempos han hecho de la urbe un irremediable nudo gordiano de tránsito y desplazamiento. La ciudad afronta actualmente un enorme reto de densificación poblacional.

Figura 36. Crecimiento poblacional de Bogotá.





Fuente: Censo DANE 2005.

Según la información disponible, ordenada en el gráfico anterior, es posible determinar que la pirámide normal de población empieza a reducir el área de su base lo que implica una disminución del crecimiento vegetativo. Esto, en el largo plazo, podrá llevar a disminución de fuerza de trabajo y a abrir espacios para migración de población de reemplazo. Se nota cierta tendencia al aumento de la proporción de mujeres en las edades productivas.

8.2. Evolución del área urbanizada

Bogotá llegó a consolidar su primacía sobre el resto de ciudades Colombianas solo hasta la segunda mitad del siglo XX. Para mediados del siglo XIX, aunque Bogotá ya tenía más de 15.000 habitantes, existía una marcada dispersión en especial hacia los Santanderes. "La tasa media de crecimiento durante los siglos XVI, XVII y XVIII fue de 1,34% anual. A partir de 1801 se operó un despegue significativo, al aumentar las tasas de crecimiento, y la población se quintuplicó durante el siglo XIX, alcanzando los 100.000 habitantes en 1905. Durante todo el siglo XIX la tasa demográfica media fue del 1.3% anual."[41].

En la década de los treinta en Colombia se presentó un fenómeno denominado cuadricefalia, el cual consistió en la disputa por la primacía urbana del país por parte de cuatro ciudades (Bogotá, Cali, Medellín y Barranquilla). A finales del siglo XX este fenómeno fue desapareciendo, pues Bogotá triplicó la población de Medellín y de Cali ganando así la primacía. Históricamente el trazado inicial de la ciudad fue claramente demarcado por linderos naturales y su relación con el paisaje tuvo desde el comienzo una gran importancia.

La ciudad creció muy poco durante los siglos XVII, XVIII y XIX, el mayor crecimiento se seguía acentuando hacia el norte y hacia el sur, y con una menor intensidad hacia el

[41] Perez, Preciado Alfonso. La expansión urbana de Bogotá. 1 p.

occidente; fue hasta comienzos del siglo XX que la ciudad empezó a crecer aceleradamente.

"Con la expansión de la ciudad hacia Chapinero, iniciada desde finales del siglo XIX, la densidad poblacional empezó a disminuir, hasta llegar en 1938 a 132 hab/ha, el valor más bajo de la historia reciente. A partir de dicho año se inició un nuevo proceso de compactación, en forma tal que en 1964 la densidad alcanzó un valor de 214 hab/ha, pero luego, como consecuencia de la expansión tentacular y desordenada de la ciudad, se produjo un nuevo desparramamiento, con densidades cercanas a 188 hab/ha hasta 1985, año a partir del cual se inició el último ciclo de compactación urbana, que llevó la densidad a 210 hab/ha en 1999"[42].

Desde comienzo de siglo la ciudad se disperso y comenzó a crecer de forma atomizada pero con la misma tendencia, el crecimiento siguió siendo mas intenso hacia el norte y hacia el sur. El occidente de la ciudad se vino a desarrollar hasta después de mitad de siglo, debido a ciertos acontecimientos, como fue la venida del Papa Pablo VI (para esta época se construyo la avenida de Las Américas), y la fundación del barrio Kennedy por el entonces presidente de los Estados Unidos John F. Kennedy.

"Los primeros decenios del siglo XX presentaron un crecimiento en aumento, continuando la tendencia anterior, y la migración empezó a jugar un papel importante. Pero fue a partir de 1928 que el crecimiento se disparó, alimentado por una migración galopante y las tasas anuales de crecimiento alcanzaron su máxima expresión en la fase intercensal 1951-64, con el 6,6%. En los decenios siguientes las tasas de crecimiento disminuyeron continuamente, hasta llegar al 3,1% en el período 1985-93"[43]. Adicionalmente, desde 1900 el crecimiento del área urbana comenzó con 326 hectáreas llegando a 1999 con 30.401 hectáreas.

Tabla 20. Crecimiento del área urbana 1900 - 1999

Año	Área urbana (ha)
1900	326
1938	2514
1958	8084
1964	7915
1973	13985
1985	24046
1996	29308
1999	30401

Fuente: Red Bogotá.com

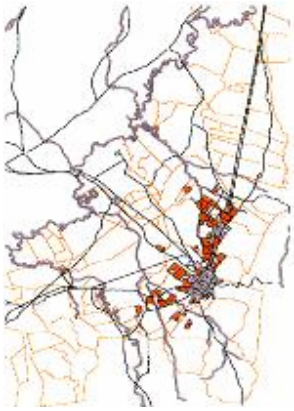
Lo anterior obedece, a que en el periodo 1900 y 1930 la población de Bogotá se triplicó y su área urbanizada se multiplicó por ocho. La diferencia notoria entre estos dos índices de crecimiento puede tener varias explicaciones. En 1900, la ciudad estaba densamente poblada dentro de un perímetro relativamente compacto. Con el surgimiento y expansión de los barrios residenciales, hubo una distensión de esa densificación. Entre

[42] Ibid.
[43] Ibid.

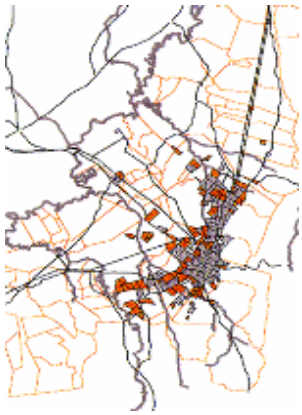
1938 y 1999 la cantidad de población se multiplicó 19 veces. La extensión física de Bogotá, en ese mismo lapso, se multiplicó apenas 12 veces, lo que indica una inversión el fenómeno de comienzos del siglo XX. A continuación, se presenta a partir de 1.538 los mapas de crecimiento urbano de la ciudad:

Figura 37. Mapas de crecimiento urbano de Bogotá

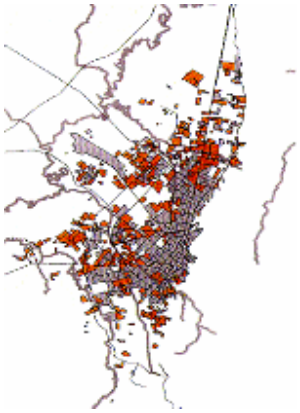
Ocupación período 1538 - 1912
Área: 892,3 ha
Densidad 149 hab/ha
Área incorporada por año
2,4 ha



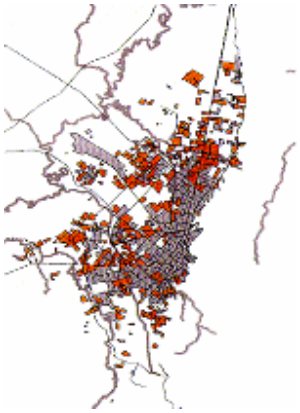
Ocupación período 1912 - 1939
Área: 1.529,8 ha
Densidad 156 hab/ha
Área incorporada por año
76,5



Ocupación década 1940
Área: 1.554, 1 ha
Densidad 222 hab/ha
Área incorporada por año
155,4 ha

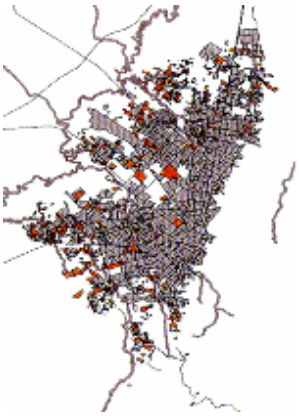


Ocupación década 1950
Área: 1.889,1 ha
Densidad 157 hab/ha
Área incorporada por año
188,9 ha

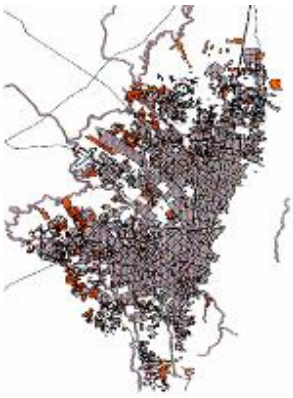


Ocupación década 1960
Área: 2.648,5 ha
Densidad 306 hab/ha
Área incorporada por año
264.9 ha

Ocupación década 1970
Área: 3.142,9
Densidad 250 hab/ha
Área incorporada por año
314,3 ha



Ocupación década 80
Área: 3.528,3 ha
Densidad 276 hab/ha
Área incorporada por año 352,8 ha



Ocupación década 90
Área: 5.812,3 ha
Densidad 206 hab/ha
Área incorporada por año 581.2 ha

Fuente: Secretaría Distrital de Planeación.

El área total urbanizada en Bogotá hacia el año 2000 es de 34.112 hectáreas. En 5 localidades se concentra el 50% del área urbanizada de la ciudad, estas son: Suba, Engativá, Kennedy, Usaquén y Ciudad Bolívar.

Tabla 21. Area Urbanizada en Bogotá

Localidad		Área urbanizada (Hectáreas)
1	Usaquén	2.987,67
2	Chapinero	1.192,72
3	Santafé	632,1
4	San Cristóbal	1.493,16
5	Usme	1.821,90
6	Tunjuelito	1.018,80
7	Bosa	1.510,88
8	Kennedy	3.151,71
9	Fontibón	2.556,67
10	Engativa	3.160,44
11	Suba	4.880,08
12	Barrios Unidos	1.184,52
13	Teusaquillo	1.400,29
14	Mártires	636,08
15	Antonio Nariño	482,07
16	Puente Aranda	1.704,73
17	La Candelaria	183,89

Localidad		Área urbanizada (Hectáreas)
18	Rafael Uribe	1.279,48
19	Ciudad Bolivar	2.835,22
	Total Bogotá	**34.112,41**

Fuente: D.A.P.D. Subdirección de Desarrollo Social, Área de Desarrollo Humano y Progreso Social

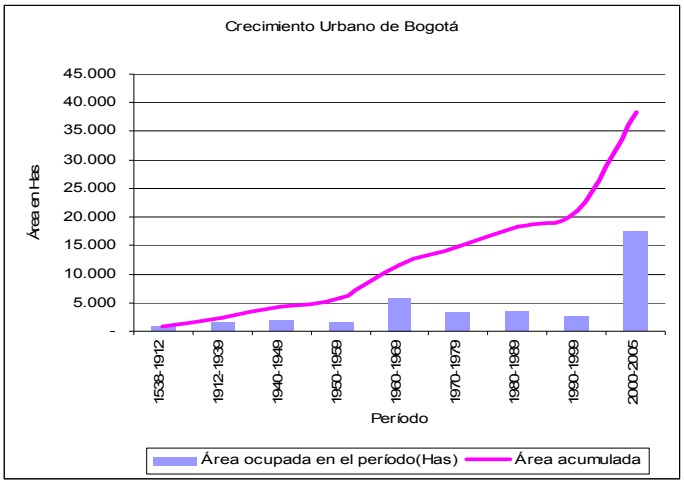
Bogotá ha sido una ciudad de crecimiento urbano reciente, esto es en los últimos 100 años de su historia, tal como se muestra en la tabla y gráficos a continuación.

Tabla 22. Índices de ocupación y crecimiento de Bogotá

Período de ocupación	Área ocupada en el período(Has)	Área acumulada	Densidad Hab/Ha.	Área Incorporada Has. / año	Población
1538-1912	892	892	149	2,39	132.953
1912-1939	1.530	2.422	156	56,66	377.848
1940-1949	1.889	4.311	157	209,90	676.858
1950-1959	1.554	5.865	222	172,68	1.302.097
1960-1969	5.812	11.678	206	645,81	2.405.586
1970-1979	3.143	14.821	250	349,21	3.705.125
1980-1989	3.528	18.349	276	392,03	5.064.269
1990-1999	2.649	20.997	306	294,28	6.425.174
2000-2005	17.429	38.427	177	3485,90	6.794.057

Fuente: DAPD

Figura 38. Crecimiento Urbano de Bogotá 1958-2008.



Fuente: DAPD

Como se puede apreciar de los datos presentados, el crecimiento de la ciudad, en área ocupada ha sido muy grande en el último período analizado, esto es 2000 a 2005, ocupando una gran área del espacio urbanizable disponible en el POT. Lo anterior ha resultado en una drástica disminución de la densidad general de poblamiento de la ciudad, de 306 (1999) a 177 habitantes por hectárea en 2005, sin embargo esto ha sido a costa de la ocupación de terreno, sin tener en cuenta las posibilidades de desarrollo vertical a partir del uso de lotes de engorde o de reutilización de construcciones que cumplieron su ciclo de vida.

8.3. Tendencia de crecimiento

Lo que se puede apreciar es la conurbación de la ciudad hacia su costado occidental, con los municipios de Mosquera, Funza, Cota y Chía y hacia el oriente con La Calera, en detrimento de zonas de cultivo y espacio que podría ser de importancia ambiental para una gran ciudad como Bogotá. En aras de ocupar de manera más eficiente el espacio sería conveniente, desde el punto de vista ecológico y ambiental, favorecer un ordenado desarrollo vertical de la ciudad.

8.4. Área de suelos de engorde (Fuente: Diario El Tiempo)[44]

"Dos años de plazo para desarrollar proyectos en 1.187 lotes de 'engorde' dio el Distrito. El Gobierno Distrital declaró ayer las 1.035 hectáreas, que corresponden a la extensión de esos terrenos, como de desarrollo prioritario. Ver gaceta de Urbanismo y

[44] http://www.eltiempo.com/colombia/bogota/2008-07-08/dos-anos-de-plazo-para-desarrollar-proyectos-en-1187-lotes-de-engorde-dio-el-distrito_4366520-1

Construcción de Bogotá. La Secretaría Distrital del Hábitat durante mes y medio revisó más de 2.000 predios en la ciudad. Buscó sus datos urbanísticos y legalidad en las fichas catastrales de la Unidad Administrativa de Catastro, en la Secretaría de Planeación y en las curadurías urbanas. Del total de predios analizados, encontró que 1.187 se ajustaban a las condiciones requeridas: se encuentran en barrios legales, en zonas residenciales y de uso mixto de estratos 1, 2 y 3, no están en áreas de riesgo ni en rondas de río. Además, no obstruyen proyectos estratégicos para la operación urbana. La mayoría de los lotes de 'engorde' útiles para desarrollar la vivienda VIS fueron identificados en localidades como Fontibón, Usme, Usaquén, Kennedy, Suba, Ciudad Bolívar, Rafael Uribe, San Cristóbal Sur y Engativá. Son terrenos que tienen entre 0,5 y 9,9 hectáreas de extensión y están situados en sitios muy urbanos como, por ejemplo, en la calle 13 o avenida Centenario con avenida Boyacá, donde hay un lote gigantesco y lo único que allí se levantan son las cercas".

El no uso de estos suelos tiene una implicación ambiental al no permitir la densificación de la ciudad y favorecer, indirectamente, el uso de suelos agrícolas o de utilidad ecológica y de esta manera expandir inútilmente la ciudad.

8.5. Renovación urbana

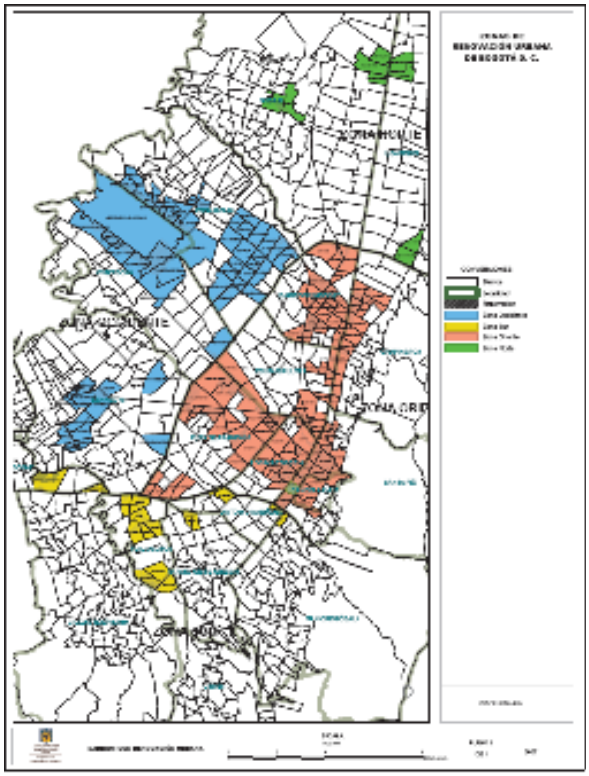
En Bogotá existe una Empresa de Renovación Urbana (ERU) dependiente de la Secretaría de Hábitat. Su misión es la recuperación y transformación de los sectores deteriorados de la ciudad y es una empresa comercial e industrial del Distrito Capital. Desde 1999 la ERU planea, gestiona y ejecuta actuaciones urbanas integrales para mejorar la competitividad de capital de Colombia y la calidad de vida de sus habitantes.

Según la fuente consultada, en el corto plazo (hasta 2010) se planea recuperar, mediante la aplicación de tres planes (Plan Centro, Centro Empresarial San Victorino y Manzana 5 Centro Cultural Español) un total de 4.500.000 m2 de nuevos desarrollos inmobiliarios, 330.000 m2 de espacio público, 335.000 m2 de nuevas zonas verdes, 129.117 m2 de área comercial y empresarial y 3.500 m2 de espacio cultural. Según la misma fuente[45], para el año 2005 se estimaba un área disponible para renovación urbana de cerca de 847,55 Has en 14 localidades de Bogotá, de las cuales 403,5 Has. (47,6%) se encuentran en el Centro de la ciudad. Sin embargo, en varias fuentes consultadas, no fue posible determinar cuanta de esta área ha sido desarrollada, ni cuanta área ha sido recuperada o renovada por el sector privado. A continuación se presenta el mapa publicada por la ERU en la que se puede apreciar las zonas propuestas y que requieren intervenciones de recuperación.

La renovación urbana tiene varias implicaciones ambientales. La primera es permitir el "reciclaje del uso del suelo" y disminuir la presión expansiva de la ciudad; permite el mejoramiento de la calidad de vida de vecinos y la valorización del suelo y evita el abandono por detrimento barrial y patrimonial, en especial del espacio público.

[45] http://www.fiabci.com/docs/congress-cartegena-2005/Patricia_Renteria-Renovacion_Urbana.pdf

Figura 39. Zonas de Renovación Urbana de Bogotá, 2008.



Fuente: Empresa de Renovación Urbana de Bogotá, 2007.

8.6. Índice de habitación (m2 construido en vivienda/hab.)

Según el censo DANE 14,5% de la población de Bogotá vive en hacinamiento. En el cuadro a continuación se presentan las estadísticas calculados por el autor con base en varias fuentes.

Tabla 23. Índice de habitación. Bogotá

Estrato	Cantidad de predios residenciales	%	Área residencial construida	%	cantidad de habitantes	%	M2 /hab.
0	35.746	4,6%	2.575.590	3,7%	224.204	3,3%	**11**
1	24.532	3,2%	2.703.292	3,9%	631.847	9,3%	**4**
2	179.553	23,4%	15.844.604	23,0%	2.901.062	42,7%	**5**
3	309.054	40,2%	27.238.469	39,5%	2.051.805	30,2%	**13**
4	123.158	16,0%	10.361.524	15,0%	618.259	9,1%	**17**
5	53.262	6,9%	5.959.249	8,7%	251.380	3,7%	**24**

Estrato	Cantidad de predios residenciales	%	Área residencial construida	%	cantidad de habitantes	%	M2 /hab.
6	43.580	5,7%	4.188.997	6,1%	115.499	1,7%	**36**
Total	768.885		68.871.725		6.794.057		

Fuentes: CENSO IDU para valorización, 1998. Datos para 29.879 manzanas, Cámara de Comercio de Bogotá Observatorio Social Julio de 2005 y http://contenido.metrocuadrado.com/contenidom2/ciudyprec_m2/inforbog_m2/informacingeneralbogot/ARTICULO-WEB-PL_DET_NOT_REDI_M2-2026901.html

Según los datos disponibles, el 85,5% de la población habita en menos de 13,m2/hab, el 94,6% en menos de 17 m2/hab y tan sólo el 5,4% habita en más de 24 m2/hab, cifra esta última considerable como el mínimo deseable, según estimación de este autor.

8.7. Impacto en la EEP

El estudio "Análisis del cambio en la cobertura vegetal de los Cerros Orientales de Bogotá en los últimos 40 años" de Camilo A. Correa señala que: "Los cambios en la estructura del paisaje de los Cerros Orientales de Bogotá plasman la heterogeneidad contrastada por la interacción hombre entorno. Esta dinámica es el resultado de complejos procesos tanto socioeconómicos como naturales que se han dado a lo largo del tiempo.

Los cambios en las coberturas vegetales de los Cerros Orientales de Bogotá para las décadas más recientes han sido direccionados básicamente por el establecimiento de normas legales que intentan la conservación de la reserva, por procesos de expansión urbana, por el establecimiento de plantaciones forestales de especies exóticas, por el incremento en las vías de comunicación y de acceso a otros bienes, por el establecimiento de otras coberturas de origen antrópico como los pastizales e invasoras como el retamo espinoso *Ulex europaeus* y el retamo liso *Cytisus monspessulanus* y por el establecimiento de canteras.

Dichos cambios se caracterizan por ser dependientes del sector donde se ubican: el frente occidental está más afectado por el crecimiento urbano, las canteras y las plantaciones forestales; el sector oriental ha sido transformado por el establecimiento de pastizales y cultivos; la zona norte por la expansión urbana y de canteras; el área de la hoya del San Francisco y de San Cristóbal ha sido ampliamente transformada por las plantaciones forestales y la zona sur por la expansión de la frontera agrícola y por el crecimiento urbano.

Las coberturas vegetales naturales y seminaturales decrecen notablemente en sus áreas entre las décadas de los años 1970 y 1990, incrementándose levemente en los años 2000. Estos cambios están ligados a la acelerada extracción de la cobertura vegetal por la necesidad de expandir el área urbana por el crecimiento poblacional. El incremento para la última década esta ligado al aumento acelerado de la vegetación de páramo.

Las plantaciones forestales de exóticas registraron un aumento significativo en sus áreas hasta la década de los años 1990, decreciendo levemente para los años 2000. Para este período de tiempo se registró un notable reemplazo, dado por la expansión urbana que se concentra hacia el límite occidental de los Cerros Orientales. En muchos casos las plantaciones forestales de exóticas son utilizadas como áreas de expansión urbana y dentro de ellas poco a poco se consolidan asentamientos urbanos. Este proceso también se relaciona con la importancia paisajística de esta cobertura sobre todo para las clases altas, como sucede en el norte de los Cerros Orientales. Las canteras han promovido el establecimiento de otras coberturas sobre todo de origen antrópico. Este proceso influye en la expansión urbana y en el establecimiento de asentamientos de tipo informal, adecuando el terreno para que los asentamientos se vayan consolidando con el tiempo"[46].

Adicionalmente, este mismo autor señala que: "el área de las coberturas naturales y seminaturales —bosques, matorrales, vegetación de páramo y vegetación riparia— disminuye notablemente entre 1970 y 2000. De 9355 ha, que representan el 70 por ciento del paisaje, pasa a 8378 ha, ocupando el 63 por ciento. Para los años 2000 aumenta levemente a 8537 ha, equivalentes al 64 por ciento. Los bosques presentan una notable disminución en sus áreas. En la década de los años 1970 cuentan con 3349 ha, 25.2 por ciento y para los años 2000 registran 2155 ha, 16.2 por ciento.

Estos resultados muestran la alteración de coberturas vegetales naturales por procesos antrópicos como la expansión de los asentamientos urbanos que se dan específicamente para el último período de tiempo (Ver Tabla 24). A pesar de que los bosques mantuvieron un alto porcentaje de su área sin transformarse durante los tres intervalos de tiempo estudiados su área ha sido altamente afectada por el establecimiento de plantaciones forestales de exóticas. Entre 1980 y 1990 el 11.7 por ciento de los bosques fueron transformados a dicha cobertura y entre 1990 y 2000 en un 10.3 por ciento.

Los matorrales presentan una disminución en su área entre 1970 y 2000, aumentando levemente para los años 2000 (Tabla 24). Este incremento para el último período de tiempo puede estar influenciado por la cobertura de especies invasoras exóticas como el retamo espinoso *Ulex europaeus* y el retamo liso *Cytisus monspessulanus* las cuales, al confundir su respuesta espectral con los matorrales nativos, no lograron ser diferenciadas a la escala de interpretación de este trabajo. Los matorrales han sido transformados a vegetación de páramo en un 28.9 por ciento entre 1990 y 2000, evidenciando procesos de «paramización». Las áreas con matorrales y bosques de porte alto abren paso a pajonales de páramo, lo cual suele suceder después de una quema o del abandono de cultivos y potreros sobre los 2700 m (Cortés et al. 2004). La vegetación de páramo presenta un incremento en su área a través del tiempo —de 3200 ha en la década de los años 1970 a 4196 ha en los años 2000— predominando la tendencia de cambio hacia ella —matorrales y bosques a vegetación de páramo— mientras que presenta un bajo grado de transformación hacia otros tipos de cobertura; ha sido reemplazada por pastizales en un 3.4 por ciento entre 1970 y 1990 y en un 5 por ciento entre 1990 y 2000, en su mayoría para uso agropecuario sobre todo en los sectores de las

[46] Tomado de: Camilo A. Correa señala. Jardín Botánico José Celestino Mutis. "Análisis del cambio en la cobertura vegetal de los Cerros Orientales de Bogotá en los últimos 40 años". 17 de septiembre de 2007.

veredas Verjón Alto y Bajo, evidenciando la influencia de procesos de expansión de la frontera agrícola.

El área de las coberturas no vegetales se incrementa levemente a través del tiempo evidenciando procesos de expansión urbana que se sitúan en su mayoría en el límite occidental de los cerros ejerciendo presión sobre los relictos de vegetación nativa. Las canteras disminuyen gradualmente su área a través del tiempo: para la década de los años 1970 se registran 131.2 ha y para los años 2000 78.3 ha (Tabla 24). Estas han promovido el establecimiento de coberturas de origen antrópico, favoreciendo el establecimiento de asentamientos urbanos sobre los cerros"[47].

Tabla 24. Cambios en el área (ha) para cada tipo de cobertura y porcentaje que ocupa en el total del área de los Cerros Orientales

Tipo de cobertura	1970	%	1980	%	1990	%	2000	%
Asentamientos	56.6	0.4	245.6	1.9	352.9	2.7	484.3	3.7
Canteras	131.2	1.0	116.3	0.9	103.4	0.8	78.3	0.6
Plantación Forestal de Exóticas	1565.0	11.8	1840.7	13.9	2457.3	18.5	2318.9	17.5
Pastizales y Cultivos	2157.2	16.3	1939.1	14.6	1975.1	14.9	1848.0	13.9
Bosques	3349.1	25.2	3032.3	22.9	3032.0	22.9	2155.4	16.2
Vegetación de Páramo	3199.8	24.1	3548.8	26.8	3489.4	26.3	4195.6	31.6
Vegetación Riparia	315.7	2.4	240.5	1.8	223.2	1.7	329.0	2.5
Matorral	2491.6	18.8	2303.1	17.4	1633.0	12.3	1856.8	14.0
Total	13266.3	100.0	13266.3	100.0	13266.3	100.0	13266.3	100.0

Fuente: Correa señala. Jardín Botánico José Celestino Mutis. "Análisis del cambio en la cobertura vegetal de los Cerros Orientales de Bogotá en los últimos 40 años". 17 de septiembre de 2007.

8.8. Espacio público urbano (Fuente: IDEA-UN Agendas Ambientales Locales 2008)[48]

Para el Plan Maestro de Espacio Público, éste lo constituyen "las estructuras y sistemas de la ciudad, que involucran los espacios abiertos colectivos de propiedad pública o de propiedad privada con limitaciones de uso desde lo público"[49], en concreto, se considera Espacio Público[50] a la suma del área ocupada por la malla vial local e intermedia (incluye área de tránsito vehicular y peatonal, y separadores de avenidas), más el área de parques y área verde (plazas, plazoletas y zonas verdes). "Las áreas requeridas para la circulación, tanto peatonal, como vehicular, las áreas para la recreación pública, activa

[47] Ibid.
[48] Datos calculados para la elaboración de las Agendas Ambientales Locales 2008, con base en el Plan maestro del Espacio Público Julio 2005.
[49] Alcaldía Mayor de Bogotá. Departamento Administrativo de Planeación Distrital. Noviembre De 2004. Plan Maestro de Espacio Público. Documento Técnico. Bogotá
[50] Montenegro, Fernando. DAPD. Plan maestro de espacio público. Bogotá D.C. 2005

o pasiva, parques, plazas, zonas verdes y similares, y uso de los elementos constitutivos del amoblamiento urbano en todas sus expresiones, y en general por todas las zonas existentes o debidamente proyectadas en las que el interés colectivo sea manifiesto[51].

- Índice de espacio público: 14,06 m^2/hab.
- Distribución espacial: la localidad con más espacio público por habitante es Suba con 25,9 m2 y la de menos índice es Kennedy con 9,07 m2. 9 localidades (Tunjuelito, Bosa, Kennedy, Engativá, Barrios Unidos, Antonio Nariño, La Candelaria, Rafael Uribe y Ciudad Bolívar) tienen un índice menor que el de la ciudad.
- Estado de conservación (Fuente: Cámara de Comercio de Bogotá 2007. Perfil Económico y Empresarial de las localidades de Bogotá). Para hacer una evaluación relativa al estado de conservación del espacio público se toma como base el estado de conservación de la malla vial. En promedio el 48% de las vías se encuentran en mal estado y el 26% en estado regular. Esto significa que tan sólo el 26% de las vías están en buen estado de conservación y mantenimiento. La localidad Bosa con el 71% de las vías en mal estado es la que ocupa el último lugar; Santafé, con el 42% de sus vías en buen estado es la que presenta el mejor indicador.

8.8.1. Área "verde" representada en parques

"*El déficit de espacio público es una característica de las ciudades colombianas. En el caso de Bogotá de acuerdo al Plan de Ordenamiento Territorial (POT) en el año 2000 la ciudad contaba con 2,87 m2 de área verde por habitante. Del 2001 al 2003 la oferta aumentó a 3,41 m2 por habitante y según el Departamento Administrativo de Defensa del Espacio Público (DADEP) al 2005 tendremos 4,12 m2/hab. Aun así los importantes avances de la capital colombiana siguen estando por debajo del estándar internacional establecido por las Naciones Unidas para las ciudades en vía de desarrollo que es de 10m2 de área verde disponible por habitante.*"[52]. Según la misma publicación refiriéndose a la encuesta de calidad de vida realizada por el DANE y DAPD (2003) el 74,3% de los encuestados opinaron que el avance realizado en cuanto a los parques y el espacio público han mejorado su calidad de vida.

- Índice de Área verde: 4,73 (m2/hab). Fuente: Datos calculados para la elaboración de las Agendas Ambientales Locales 2008, con base en el Plan maestro del Espacio Público Julio 2005.
- Distribución espacial: La localidad que tiene más área verde disponible por habitante es Teusaquillo con 11,6 m2/hab. y la menor es Bosa, con 1,83 m2/hab. 11 localidades (San Cristóbal, Usme, Bosa, Kennedy, Suba, Los Mártires, Antonio Nariño, Puente Aranda, La Candelaria, Rafael Uribe y Ciudad Bolívar) tienen un índice menor que el de la ciudad.

[51] Inciso segundo del Artículo 5 de la Ley 9 de 1.989, concordante con el inciso segundo del Artículo 70 del Acuerdo 6 de 1.990.
[52] Cámara de Comercio de Bogotá. 2005. Observatorio del Espacio Público No. 1 Julio de 2005.

Sin embargo, es necesario exponer aquí las definiciones según la clasificación legal vigente de los parques[53]. De acuerdo con el POT (TÍTULO II COMPONENTE URBANO, SUBTÍTULO 3 Los Sistemas Generales, Capítulo 10. Sistema de Espacio Público Construido: Parques y Espacios Peatonales, Subcapítulo 1. Parques distritales). La definición, clasificación y responsabilidad institucional en materia de parques en Bogotá es la siguiente: "Artículo 229. Definición: Los Parques Distritales corresponden a aquellos espacios verdes de uso colectivo que actúan como reguladores del equilibrio ambiental, son elementos representativos del patrimonio natural y garantizan el espacio libre destinado a la recreación, contemplación y ocio para todos los habitantes de la ciudad. Se organizan jerárquicamente y en forma de red para garantizar el cubrimiento de toda la ciudad, e involucran funcionalmente los principales elementos de la estructura ecológica principal para mejorar las condiciones ambientales en todo el territorio urbano." Por su parte el Artículo 230 del POT señala la clasificación de los parques. El Sistema de Parques Distritales se clasifica así:

1. Parques de escala regional
2. Parques de escala metropolitana y urbana
3. Parques de escala zonal
4. Parques vecinales y de bolsillo

1. Parques de escala regional

Son espacios naturales de gran dimensión y altos valores ambientales, de propiedad del Distrito Capital, ubicados total o parcialmente por fuera de su perímetro.

2. Parques de escala metropolitana y urbana.

Son áreas libres que cubren una superficie superior a 10 hectáreas, destinadas al desarrollo de usos recreativos activos y/o pasivos y a la generación de valores paisajísticos y ambientales, cuya área de influencia abarca todo el territorio de la ciudad.

Los parques urbanos constituyen una categoría de parque metropolitano asociada a las piezas urbanas definidas en el presente Plan. Algunos de ellos, aun si cubren una superficie inferior a 10 hectáreas, son considerados urbanos por su condición de localización o por su valor histórico y/o simbólico para la ciudad, y se catalogan como "parques urbanos especiales".

3. Parques de escala zonal.

Son áreas libres, con una dimensión variable, destinadas a la satisfacción de necesidades de recreación activa y/o pasiva de un grupo de barrios.

4. Parques de escala vecinal.

[53] http://www.redcreacion.org/reddistrital/clasificacionparques.html

Son áreas libres, destinadas a la recreación, la reunión y la integración de la comunidad, que cubren las necesidades de los barrios. Se les denomina genéricamente parques, zonas verdes o cesiones para parques; anteriormente se les denominaba cesiones tipo A. El parque de bolsillo es una modalidad de parque vecinal, que tiene un área inferior a 1.000 m2, destinado exclusivamente a la recreación pasiva contemplativa. Con los datos disponibles se generó la siguiente tabla:

Tabla 25. Parques y Zonas verdes en Bogotá (CCB Observatorio del Espacio Público 2005)

Tipo	cantidad	Área	%	m^2/hab (2)
Bolsillo	357	297.408	0,9%	0,04
Vecinal	3.539	12.398.091	38,7%	1,82
Zonal	73	3.062.980	9,6%	0,45
Urbano	21	2.404.924	7,5%	0,35
Metropolitano	16	5.447.034	17,0%	0,80
Ecológicos	6	3.610.329	11,3%	0,53
Regionales	2	4.788.735	15,0%	0,70
Total	4.014	32.009.501	100%	4,71
(1): con Base en IDRD y DAPD				
(2) Con base en población Censo 2005 6.794.057				

Con la información anterior se puede deducir lo siguiente: el 50,8 % de las áreas verdes corresponde a grandes espacios representados por parques metropolitanos, ecológicos, urbanos y regionales, que tienen influencia sobre toda la población del distrito y el 49,2 corresponden a parques vecinales, que tienen influencia sobre barrios o grupos de barrios. En otras palabras, la ciudad como un todo tiene un espacio de parques y zonas verdes, pero a nivel local y barrial, verdadero disfrute inmediato ciudadano, el área es la mitad de lo total disponible, lo que genera un índice realmente bajo en cuanto a posibilidad de uso y disfrute y enriquecimiento ambiental del área urbanizada.

Aunque el estado de conservación de los parques ha mejorado mucho en los últimos 10 años, según el trabajo realizado por el IDEA-UN (Agendas Ambientales Locales 2008), en todas las localidades se presenta invasión y deterioro del espacio verde por actividades económicas informales y por contaminación por excretas de mascotas y regular estado de mantenimiento del amoblado urbano presente.

8.8.2. Arbolado urbano en espacio público de uso público

Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Secretaría Distrital de Ambiente. Jardín Botánico José Celestino Mutis. 2007. Censo del Arbolado Urbano)

Según el Censo referido, en Bogotá hay un total de 1.114.765 árboles en el espacio urbano y en el espacio público de uso público, para un índice de 29 árboles por hectárea.

- Cantidad por habitante: 0,16; o 6 habitantes por árbol.
- Distribución espacial: La localidad con más cantidad de árboles es Suba con 253.713 y 4 habitantes por cada árbol. La localidad con menos arbolado es La Candelaria con 4.523 árboles y 5 habitantes por cada árbol. Bosa es la localidad que tiene más habitantes por árbol, esto es 25. Por otro lado, la localidad con mayor densidad de árboles por hectárea es Santafé con 120 y la de menor densidad es Los Mártires, con 9.
- Estado Fitosanitario: Según el censo del arbolado urbano el 39% de los árboles están en buen estado; 24% en regular; 18% en deficiente; 8% malo; y 10% en estado crítico.

8.9. Riesgos

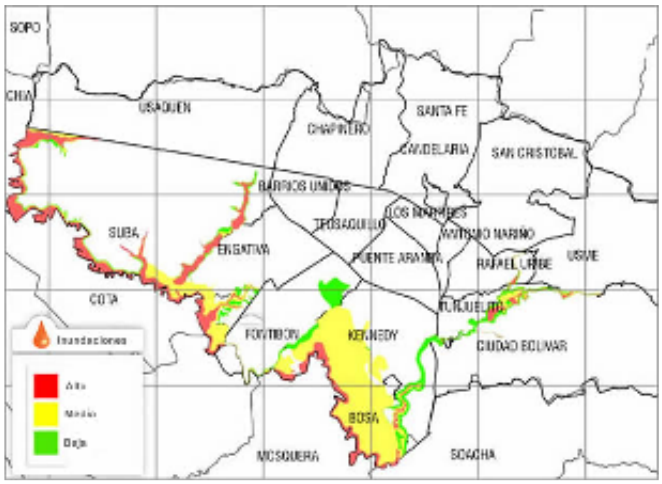
Área habitada en zonas de riesgo (tectónico y por inundación) Fuente: http://www.fopae.gov.co/portal/page/portal/fopae/inundaciones

8.9.1. Riesgo de inundación

"En la ciudad se producen periódicamente inundaciones menores o encharcamientos a causa de la insuficiencia de los sistemas de alcantarillado de los barrios que están cercanos a los ríos Bogotá, Tunjuelo, Fucha y Juan Amarillo en la parte baja de sus cuencas, ya que no pueden drenar cuando el nivel del agua de los mismos supera cierto nivel. Los barrios más afectados por este problema están localizados en Suba."

A continuación se presenta el mapa de riesgo de inundación publicado por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias DPAE.

Figura 40. Riesgos por inundación Bogota, 2008.



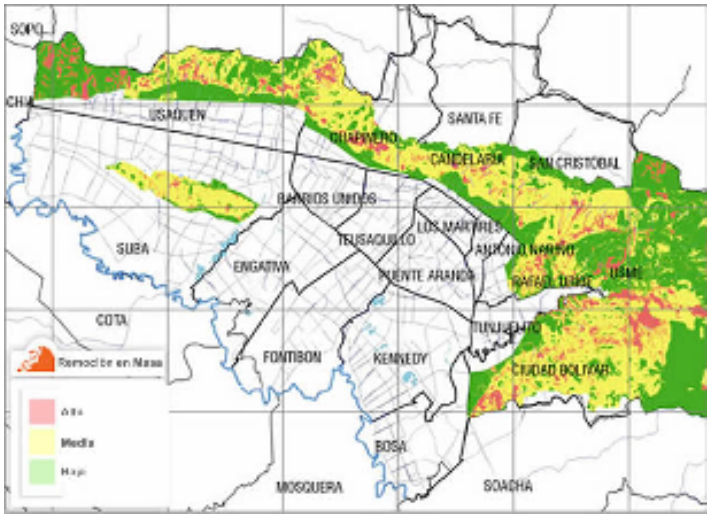
Fuente: www.dpae.gov.co

8.9.2. Riesgo de remoción en masa

"Teniendo en cuenta los estudios realizados en Bogotá, se han definido las zonas de ladera, que por sus condiciones tanto naturales como antrópicas son susceptibles de presentar problemas de remoción en masa de tipo puntual: Usaquén, Chapinero, Santafe, San Cristóbal, Usme, Rafael Uribe Uribe, Suba y Ciudad Bolívar."

A continuación se presenta el mapa de riesgo de remoción en masa publicado por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias DPAE.

Figura 41. Riesgos por remoción en masa Bogota, 2008.



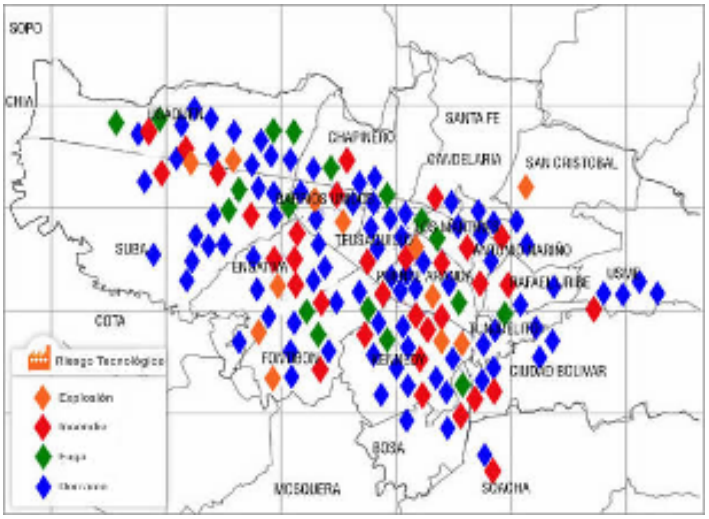
Fuente: www.dpae.gov.co

8.9.3. Riesgos tecnológicos

"Para Bogotá, las amenazas tecnológicas están relacionadas con incendios, explosiones, fugas, generadas por la liberación de sustancias químicas peligrosas presentes en los establecimientos industriales, en los establecimientos comerciales y en las viviendas familiares o fallas en los sistemas o equipos eléctricos."

A continuación se presenta el mapa de riesgos tecnológicos publicado por la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias DPAE.

Figura 42. Riesgos Tecnológicos Bogota, 2008.



Fuente: www.dpae.gov.co

8.9.4. Riesgo de incendios forestales

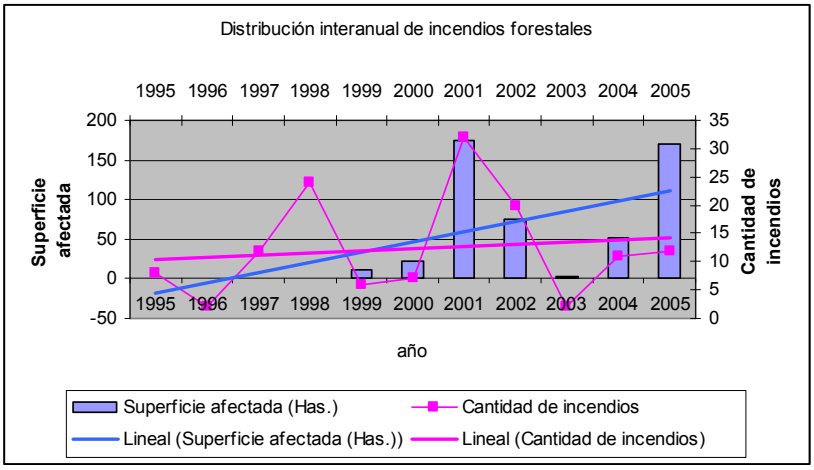
"La generación del fuego ocurre por el uso del fuego como preparación de terrenos para urbanizar, la quema de basuras, de pastos, el aprovechamiento forestal para la producción de carbón de leña. Otra razón es la presencia de caminantes que arrojan a su paso colillas y fósforos encendidos o dejan fogatas encendidas."

"Por sus condiciones climáticas y topográficas, los Cerros Orientales de Bogotá D.C. son muy susceptibles a la ocurrencia de incendios forestales. El fuego contribuye a retardar y/o impedir la autorregulación de los ecosistemas existentes, lo que genera la destrucción de una buena parte del componente ambiental de la ciudad"[54]. Los eventos tienden a aumentar en los años en que se presenta el fenómeno del Niño.

El mapa correspondiente al riesgo por incendios forestales puede verse en el Atlas Ambiental de Bogotá, página 225.

[54] Alcaldía Mayor de Bogotá. Secretaría Distrital de Ambiente. 2007. Atlas Ambiental de Bogotá. pp. 223 y ss

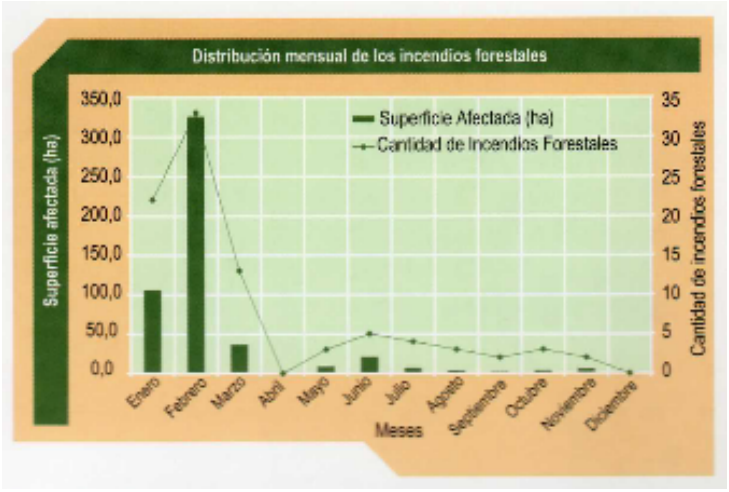
Figura 43. Distribución Interanual Incendios Forestales Bogota, 2008.



Fuente: Elaboración del autor, con base en Atlas Ambiental de Bogotá

Como se ve en el gráfico a continuación, la tendencia es a aumentar los eventos y el área a través de los años, sin embargo, a pesar de que la tendencia en el número de eventos no es muy pronunciada, la del área afectada si aumenta de manera importante.

Figura 44. Distribución Mensual Incendios Forestales Bogota, 2008.



Fuente: Atlas Ambiental de Bogotá.

9. CALIDAD DEL AGUA (Efluentes Líquidos de Bogotá D.C)

9.1. Impactos en la salud

En el Decreto 012 de 1994, por el cual "se clasifica la actividad de la industria transformadora y se dictan disposiciones generales sobre las condiciones de funcionamiento en los establecimientos", en su artículo 4 se establece que los efluentes son todas aquellas sustancias de desecho derivadas de la actividad humana que por su naturaleza, constitución química, concentración o volumen, envenenan o intoxican los medios: líquidos (aguas en general), aéreo (atmósfera en general) o al substrato (suelos en general).

La incorporación al agua de materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales y de otros tipos, o aguas residuales produce contaminación del recurso hídrico. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil. Los principales contaminantes de este recurso son las aguas residuales, materia orgánica, agroquímicos, detergentes, petróleo, minerales inorgánicos y compuestos químicos, sedimentos arrastrados por escorrentía, etc.

El incremento en el agua de sulfuros, amoníaco, nitratos y sustancias ácidas, por efecto de vertimiento ya sea de origen agrícola, industrial o residencial, puede ocasionar diversas enfermedades tras su consumo (elevadas cantidades de nitratos y fluoruros, por ejemplo, están relacionados con metahemoglobinemia infantil y fluorosis endémica crónica respectivamente). También cabe resaltar la presencia, cada vez más habitual de compuestos hidrocarburados y elementos como mercurio, plomo, cobre, zinc, selenio y cadmio. El agua contaminada transporta bacterias, y larvas de nemátodos que ocasionan diversas enfermedades gastrointestinales y respiratorias a los animales y al hombre.[55]

Así mismo, las aguas residuales contaminadas por desechos humanos, animales o químicos pueden ser causantes de la presencia de enfermedades como el cólera, la fiebre tifoidea, la shigella, la poliomelitis, la meningitis, la hepatitis A y E y la diarrea. A su vez, relacionadas con estas aguas hay presencia de enfermedades transmitidas por vectores, como los mosquitos, moscas y ratas que se crían y viven cerca de aguas contaminadas. Se suman a esto los daños que puede causar la inhalación de olores molestos, las erupciones en la piel, y los inconvenientes para la vida y el trabajo de las personas que habitan sectores adyacentes a lugares con presencia de aguas de este tipo.

9.2. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales el Salitre

La PTAR Salitre forma parte de las unidades de transformación de los efluentes industriales y domésticos, es decir, unidades de transformación de la materia orgánica.

[55] Ideam , 1988.

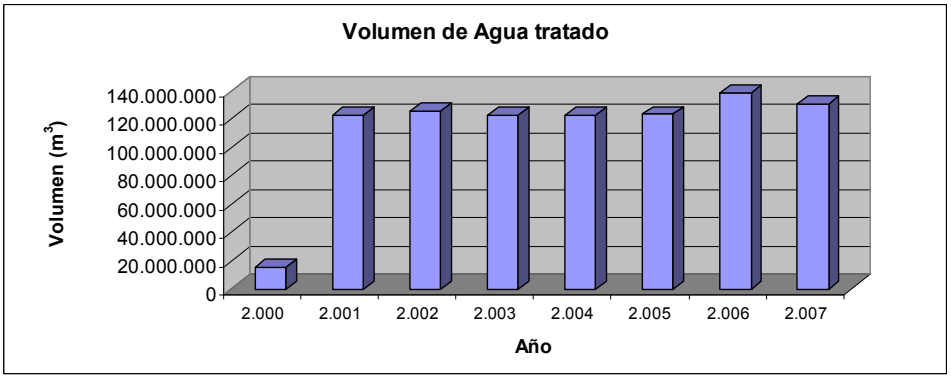
Una vez derogado el Decreto 043 del 18 de febrero de 2004 con el 626 del 28 de diciembre de 2007, se asigna a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá E.S.P, la función de establecer las condiciones de uso y tenencia de la estructura actual de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales El Salitre y la ejecución, operación, administración y mantenimiento de la misma.

A partir de la expedición de este Decreto, se ordenó la terminación anticipada del Convenio No. 022 de 2007. Posteriormente, el 29 de diciembre del mismo año, se firmó el acta de terminación anticipada por mutuo acuerdo para proceder a la liquidación del convenio.

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales El Salitre, está diseñada para tratar un caudal promedio de 4 m^3/s, variando ligeramente durante la operación. En la Figura 45 se presenta los valores de caudales tratados durante el periodo comprendido entre la entrada en operación de la PTAR y diciembre de 2007.

Los caudales tratados se encuentran dentro del rango para el cual fue diseñada la Planta de Tratamiento. Las variación mes a mes del caudal, representa un porcentaje muy bajo, no afectando el normal funcionamiento de la planta ni el cumplimiento del objetivo trazado, lo anterior se explica por que la captación de agua se realiza con bombas cuya capacidad es de 2,5 m^3/s, de manera que los 4 m^3/s, se logran promediando la operación de 1 a 2 bombas.

Figura 45. Volumen de Agua tratado



Fuente: Oficina de Control de Calidad y Uso del Agua.

Adicionalmente, la Planta de Tratamiento El Salitre ofrece tratamiento primario y está definida para una reducción del 60% de la carga de sólidos suspendidos totales y 40% de la carga de materia orgánica expresada como DBO_5; de esta manera se evita verter mayores cargas contaminantes al Río Bogotá. Con la remoción ofrecida por la PTAR se mejora la calidad del Río Bogotá y consecuentemente se evita aumentar el deterioro de esta fuente hídrica, impactando positivamente la comunidad ubicada aguas abajo de esta zona, disminuyendo la emisión de olores ofensivos y de focos de infección.

Durante el proceso en la PTAR se sedimenta la materia orgánica con ayuda química, este lodo (materia orgánica) se trata y procesa convirtiéndolo en biosólido, el cual está siendo aprovechado en la cobertura del relleno sanitario Doña Juana.

Los indicadores básicos sobre comportamiento de la PTAR durante año 2007 fueron:

Tabla 26. Indicadores PTAR El Salitre. 2007. Bogotá

Parámetros	Ene.	Feb.	Mar.	Abril	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Q (m^3/s)	3.85	3.93	3.92	4.04	4.09	4.01	4.01	4.0	3.94	4.37	5.40	4.07
DBO (mg/l)	24.87	41.03	44.33	45.23	42.70	41.59	41.29	41.95	41.65	42.58	40.08	43.10
SST (mg/l)	43.31	60.02	58.18	61.69	61.47	59.05	60.92	60.07	61.33	58.43	55.82	61.08

Fuente: Oficina de Control de calidad y Uso del Agua.

Para el mes de diciembre se registró un caudal promedio de 4.07 m^3/s, superando levemente el caudal de diseño (4 m^3/s). La Producción de Biosólidos para este mes fue de 4.288 toneladas. Así mismo, todos los parámetros se encontraron dentro de los valores establecidos en la licencia ambiental.

Para el mes de noviembre se registró un caudal promedio de agua tratada de 5.40 m^3/s, como consecuencia del represamiento en el sistema de alcantarillado, los altos niveles del Río Bogotá que limitaron la capacidad de drenaje de los caudales de exceso y las difíciles condiciones de operación reportadas por la estación elevadora El Salitre de la EAAB a la altura de calle 80 con avenida 68. Este caudal supera el caudal de diseño de 4 m^3/s, el cual se reportó la mayor parte del mes de noviembre (18 días).

La concentración media en SST en el afluente fue de 201.89 mg/l y en efluente fue de 85.96 mg/l, lo cual representa una remoción del 55.82%. Para la DBO, se observó una condición de alta variabilidad, pues se reporto un valor promedio inferior al histórico de la PTAR, en el afluente se reportó 204.01 mg/l y el efluente reportó 121.71 mg/l, consecuentemente arrojó una remoción de 40.08%.

En noviembre se produjeron 5.203 toneladas de biosólido, valor superior al obtenido en el mes de octubre. Este biosólido se dispuso en el predio El Corzo, propiedad de la EAAB.

Para octubre se produjeron 4.178 toneladas de biosólido, los cuales se dispusieron en el predio El Corzo y se obtuvo el 42,58 % de remoción lo cual indica una remoción mayor al programado (40%).

Durante enero el rendimiento fue inferior al programado, situación esperada teniendo en cuenta que desde el 17 de abril del año 2006 hasta el 17 de febrero de 2007, se realizaron las pruebas operativas o pruebas de esfuerzo, con las cuales se buscó establecer el comportamiento de la PTAR para manejar caudales entre 4 y 12 m^3/s y diferentes dosis de químicos. Cabe anotar que estas pruebas fueron autorizadas por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, ya que su ejecución no

permitía cumplir con los lineamientos de eficiencias establecidos (Resolución No. 1699 del 11 de Noviembre de 2005).

9.3. Operación y Monitoreo del Recurso Hídrico en Bogotá

Con el fin de iniciar la operación y funcionamiento de la Red de Calidad Hídrica de Bogotá, la Secretaría Distrital de Ambiente (antes DAMA) suscribió el convenio interadministrativo No. 041/02 cuyo objeto fue "Realizar la instalación, el mantenimiento y la operación de la Red de Calidad de Recurso Hídrico de Bogotá, D.C.".

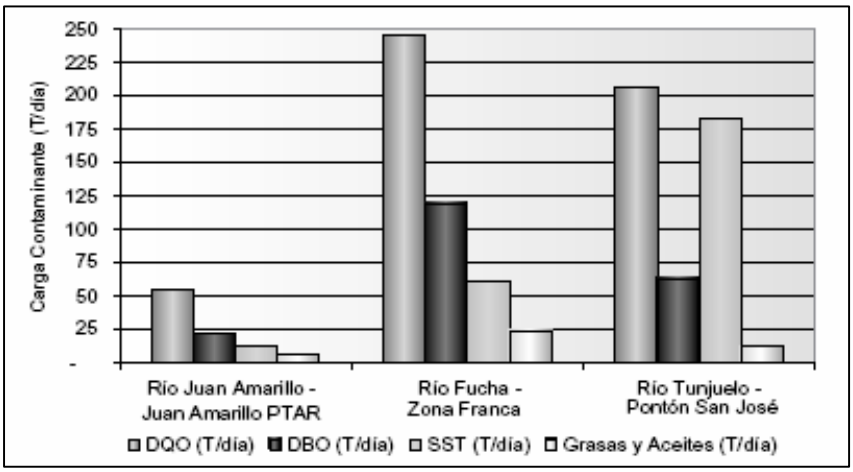
Durante este proyecto se decidió que el diseño contemplaría 33 puntos de monitoreo de los cuales veintiséis (26) se ejecutaron con estaciones móviles y siete (7) con estaciones fijas. Con reportes de información histórica sobre calidad del recurso hídrico desde el 25 de agosto del 2003 y hasta el 8 de julio del 2004, en forma continua, se obtuvieron registros básicos para el proceso de análisis de información mediante procesos de modelación. Del mencionado proyecto se obtuvieron los siguientes resultados:

- 574 muestreos a las principales fuentes superficiales y descargas a los Río Salitre, Tunjuelo, Fucha y Bogotá.
- 440 aforos a los Río Salitre, Tunjuelo, Fucha y Bogotá.
- Más de 17.000 análisis dentro de los cuales se analizaron 32 parámetros.

Adicionalmente, en el Informe de la Red de Calidad Hídrica de Bogotá del año 2004 se encontró que: "*El río Fucha recibe el mayor aporte de aguas residuales de la ciudad, con cargas cercanas a los 250 de DQO y 120 T/día de DBO respectivamente; en tanto que el río Tunjuelo aporta altas cargas de SST al río Bogotá. Los resultados de SST muestran que, para el caso del río Juan Amarillo, el sitio que registra mayor aporte de carga contaminante es la estación Avenida 68, con un 10% más a lo medido en PTAR Juan Amarillo. En el río Fucha sobre el sitio de monitoreo Visión Colombia se midieron alrededor de 80 T/día y sobre Zona Franca 60 T/día, indicando nuevamente un proceso de depuración del río, el cual puede ser generado por procesos de sedimentación en el tramo comprendido entre las estaciones Visión Colombia y Zona Franca. Sobre las descargas realizadas al río Bogotá se observan tres sitios donde la carga contaminante de SST aumenta considerablemente: descarga de la PTAR El Salitre, río Fucha en la estación Zona Franca y río Tunjuelo en la estación Pontón San José; sin embargo, la carga vertida por el río Tunjuelo es tres (3) veces mayor a la vertida por el río Fucha y doce (12) veces mayor a la de la PTAR El Salitre. Como se puede observar en la Figura 46 la carga de metales pesados sobre el río Juan Amarillo es mucho menor a la presentada en los ríos Fucha y Tunjuelo. La cuenca del río Juan Amarillo vierte al río Bogotá aproximadamente 24 kg/día de metales pesados; sin embargo, este río nuevamente presenta un comportamiento, en donde la carga contaminante de metales pesados medida en la estación Avenida 68 (34 kg/día) es mayor a la registrada en la estación Juan Amarillo PTAR (24 kg/día), cuyas concentraciones de metales pesados se deben básicamente a zinc y en más baja proporción, a cobre*"[56].

[56] Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá. Departamento Administrativo del Medio Ambiente – Ideam.. Año 2004. 60 – 61 p.

Figura 46. Cargas contaminantes de DQO, DBO, SST y Grasas y Aceites vertidas al río Bogotá

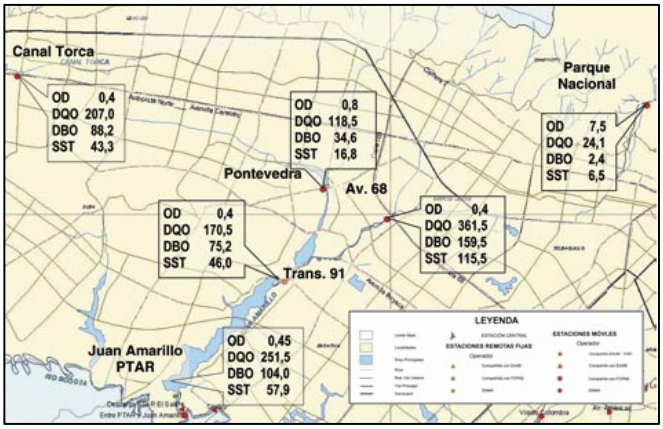


Fuente: Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá. Departamento Administrativo del Medio Ambiente – Ideam.. Año 2004.

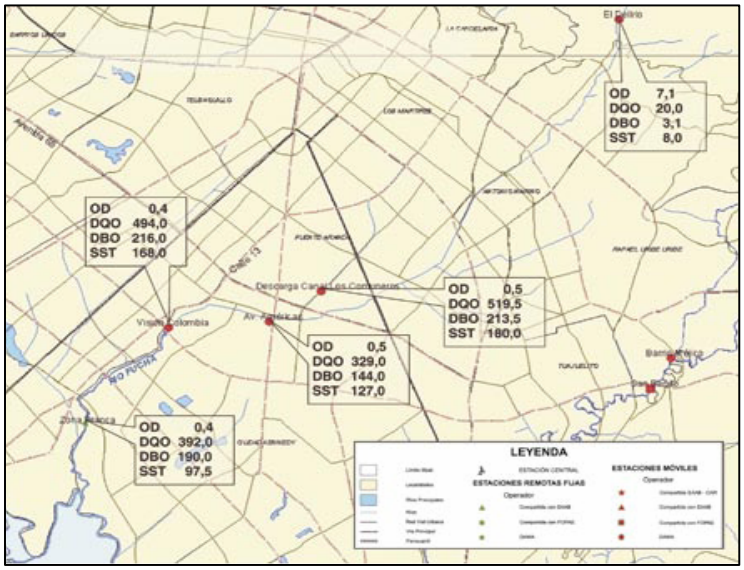
A continuación, se presenta por estación los principales resultados de las concentraciones obtenidas.

Figura 47. Concentraciones de Oxígeno Disuelto (OD), DQO, DBO y SST de las estaciones de monitoreo a 2004

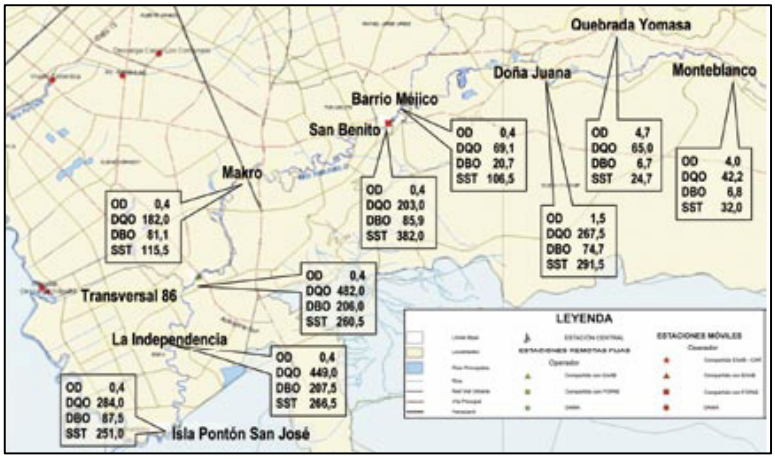
1. Cuenca del Río Juan Amarillo



2. Cuenca del Río Fucha



3. Cuenca del Río Tunjuelo.



Fuente: Calidad del Recurso Hídrico de Bogotá. Departamento Administrativo del Medio Ambiente – Ideam.. Año 2004.

Para dar continuidad al proyecto, la Secretaría Distrital de Ambiente (antes DAMA) suscribió un convenio con la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - ESP, mediante el cual efectuó el análisis de la información obtenida durante los años 2003 y 2004 para determinar la operación, evaluación y optimización del programa de funcionamiento tanto a nivel económico, técnico y humano y así garantizar la funcionalidad y mantenimiento de la Red de Calidad Hídrica de Bogotá.

Para operar la Red de Calidad Hídrica durante un año se suscribió el Convenio No. 005 de 2006 con la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. En el marco mencionado concevio se localizaron 37 puntos de monitoreo a las cuencas del Río Juan Amarillo, Canal Torca, Río Fucha, Río Tunjuelito, y Cuenca Media del Río Bogotá para un 100% del monitoreo de la calidad del Recurso Hídrico. De los 37 puntos de observación y monitoreo, 7 son estaciones fijas y dentro de éstas 4 serán estaciones antiguas y 3 nuevas. Para la vigencia 2007, se construyeron las 3 nuevas estaciones fijas en: Parque Nacional – Quebrada Arzobispo; Delirio – Río Fucha y Río Tunjuelo.

9.4. Programa de monitoreo y seguimiento de efluentes

La Secretaría Distrital de Ambiente (antes Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente – DAMA) en ejercicio de sus funciones como autoridad ambiental ha venido adelantando desde el año de 1995, el Programa de Seguimiento y Monitoreo de Efluentes Líquidos y de Corrientes Superficiales, a través del cual se ha identificado la dinámica de la calidad del recurso hídrico, generando importantes resultados en el mejoramiento de la calidad de los efluentes industriales de Bogotá y por consiguiente de los cuerpos hídricos de la ciudad.

El programa de seguimiento y monitoreo de efluentes líquidos surge con el propósito de controlar y reducir la contaminación hídrica generada por el sector industrial, y al mismo tiempo con el fin de generar información que sirviera como base para la toma de decisiones en cuanto al manejo y recuperación del recurso hídrico de la ciudad. Fue así como en 1995 se implementó la primera fase, en donde se propuso el control de vertimientos enfocado principalmente a descargas de tipo industrial; durante la segunda, tercera y cuarta fase, ejecutadas entre los años 1996 al 1999, se da inicio al aforo y caracterización de los efluentes del sector productivo, dando como resultado el monitoreo de 300, 459 y 512 empresas, respectivamente.

En la ejecución de las diferentes fases del programa (segunda a sexta), se reflejó una reducción respecto al año 1995 de la carga contaminante vertida por el sector industrial, aproximadamente del 66,85% y 75,33% para sólidos suspendidos totales (SST) y demanda bioquímica de oxigeno (DBO5), respectivamente. Durante la quinta fase (año 2000) se continúo con el seguimiento al sector industrial monitoreando 968 industrias y se incluyó el monitoreo al componente hídrico superficial, iniciándose con el Río Salitre.

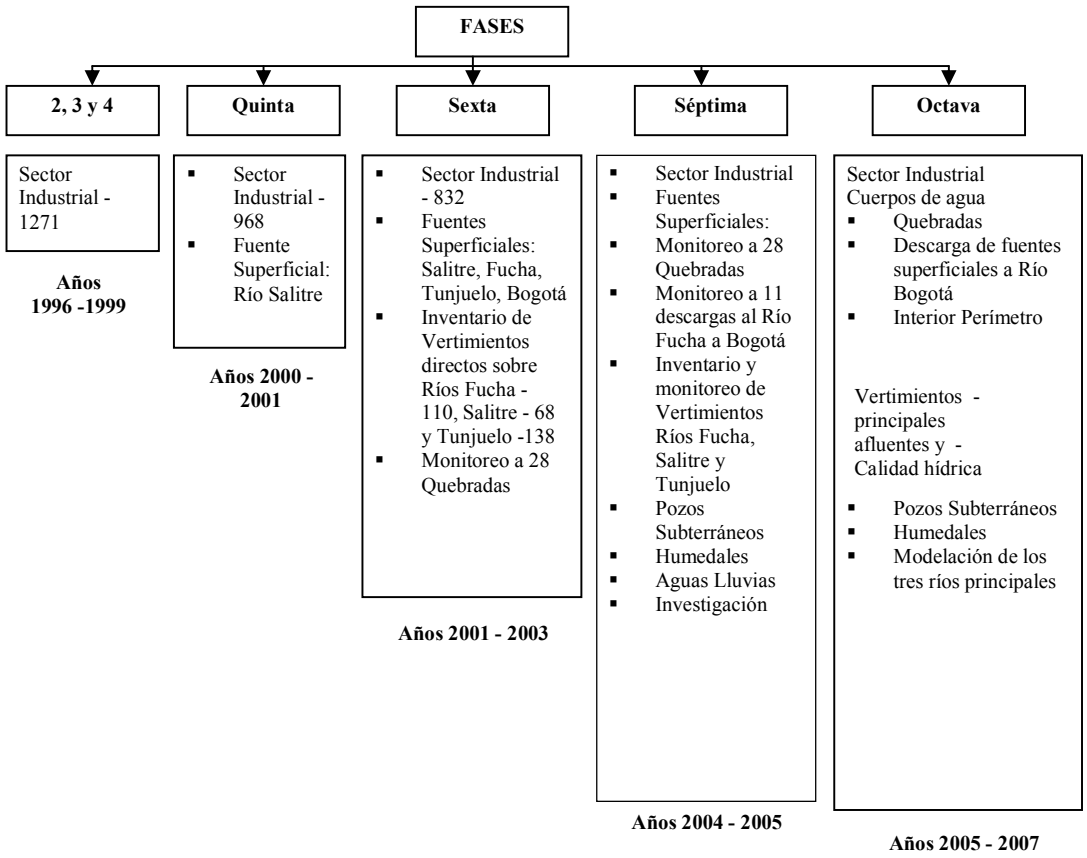
A partir de la sexta fase, se adiciona al componente industrial la información de calidad para los Ríos Fucha, Tunjuelo, Salitre y Bogotá. Así mismo, en esta fase se incluyó el inventario y monitoreo de los vertimientos directos a los Ríos Fucha, Tunjuelo, Salitre y Bogotá, así como el monitoreo de algunos afluentes de los principales cursos hídricos superficiales de Bogotá. En ese sentido, se adelantaron jornadas de monitoreo sobre las Quebradas Arzobispo, Chico, El Codito, La Cañada, Las Delicias, Los Cerros, Los Molinos, Los Rosales, Luce, Moraji, Torca y Santa Cecilia de la Cuenca del Salitre; para la cuenca del Fucha las Quebradas Finca San José, La Peña, Los Laches, San Cristóbal, San Francisco, Santa Isabel y Honda; y para la Cuenca del Tunjuelo, Chiguaza, El triangulo, El Zuque, Santa Librada, Juan Rey, La Pichosa, Moralvia, Nueva Delhi y Gaviotas. En

cuanto al sector industrial se caracterizaron 832 vertimientos pertenecientes a 626 empresas.

Durante los años 2004 al 2005, se ejecutó la séptima fase mediante la cual se desarrolló no sólo el programa de seguimiento a los efluentes industriales sino también se actualizó el inventario y caracterización de los vertimientos a los cuerpos superficiales Salitre, Fucha, Tunjuelo, Bogotá y se extendió esta actividad al Canal Torca. De igual forma y bajo el esquema de ampliación del programa, se analizó la calidad fisicoquímica y bacteriológica de las aguas de pozos profundos a los cuales el DAMA realiza seguimiento y control, así como la calidad de los trece humedales de Bogotá y el monitoreo a 27 quebradas al ingreso del perímetro urbano.

Durante el año 2005 se suscribió con la EAAB, el convenio interadministrativo No. 011-06 para ejecutar la fase octava del programa, a través de la cual se realiza la modelación de los Ríos Fucha, Salitre y Tunjuelo. En la Figura 48 se puede observar las diferentes fases del programa de seguimiento y monitoreo y las actividades que se han desarrollado.

Figura 48. Fases de seguimiento Programa de Monitoreo y Seguimiento de Efluentes



Fuente: Atlas Ambiental. Secretaría Distrital de Ambiente.

Bajo la octava fase en el año 2007, se desarrollaron actividades de muestreo, aforo y análisis de laboratorio de agua residual del sector empresarial, cuerpos de agua (Quebradas – entradas al perímetro urbano- y salidas del perímetro urbano), vertimientos a cuerpos de agua, pozos subterráneos, caracterización de los vertimientos a los trece humedales (Torca, Guaymaral, La Conejera, Juan Amarillo, Jaboque, Córdoba, Santa María del Lago, Capellania, Meandro del Say, Burro, Vaca, Techo y Tibanica) y las descargas de al Río Bogotá.

De acuerdo a los resultados de los diferentes monitoreos efectuados al sector productivo de la ciudad durante las diferentes fases (1996-2005) y según el número de muestreos por industrias se puede observar tanto en la Tabla 27 y Figura 49, como la carga contaminante en Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO) y en Sólidos Suspendidos Totales (SST), a disminuido de acuerdo a las actividades de comando control que ha realizado la Secretaría.

Tabla 27. Carga contaminante de DBO5 y SST para el sector industrial monitoreado del Programa de Seguimiento y Monitoreo.

Fase	Año	No. Muestreos	Carga[57] DBO (Kg/mes)	Carga SST (Kg/mes)	Carga DBO (Kg/mes) * Ind	Carga SST (Kg/mes) * Ind
Segunda	1996	300	2409354	1620370	8031,2	5401,2
Tercera	1997 - 1998	459	1151000	1413628	2507,6	3079,8
Cuarta	1999	512	667981	511304	1304,7	998,6
Quinta	2000 - 2001	968	568762	303932	587,6	314
Sexta	2001 - 2002	832	594480	537088	714,5	645,5
Séptima	2004 - 2005	660	212678	423060	322,2	641

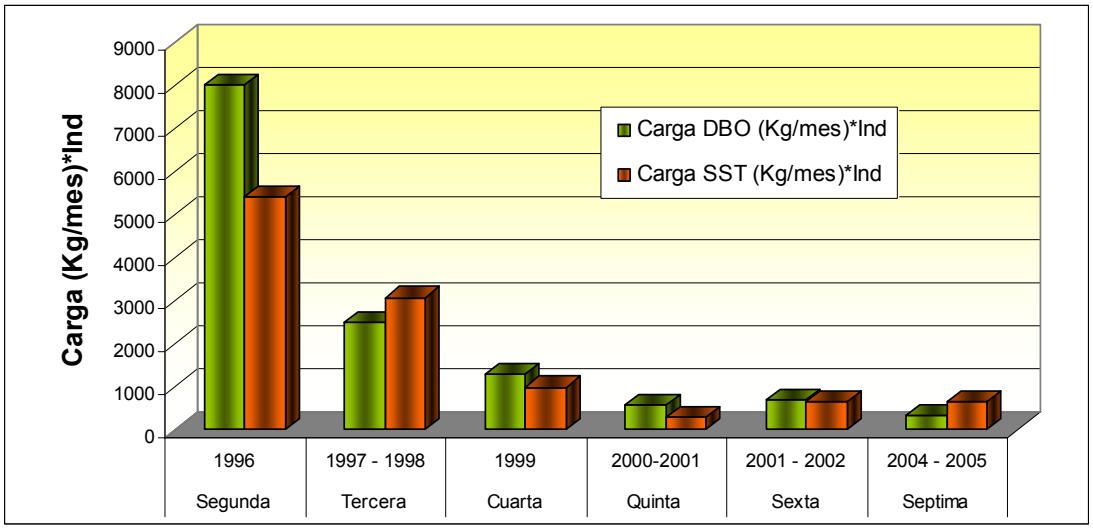
Fuente: Oficina de Control de Calidad y Uso del Agua.

En la tabla anterior, el DBO indica la cantidad de oxígeno requerido por parte de los microorganismos para degradar la materia orgánica presente en un cuerpo de agua y por ende muestra los aportes de materia orgánica presente en un cuerpo de agua.

En tanto, los Sólidos Suspendidos Totales, indican la cantidad de partículas que por su peso no alcanzan a sedimentarse y quedan suspendidos en un volumen de agua. Estos dos parámetros son estimativos de la calidad de un cuerpo de agua.

[57] La carga es el producto de la concentración de un parámetro por el caudal que en ese momento esta circulando (en este caso los parámetros son DBO y SST).

Figura 49. Carga contaminante de DBO5 y SST para el sector industrial monitoreado del Programa de Seguimiento y Monitoreo.



Fuente: Oficina de Control de Calidad y Uso del Agua.

Los datos relacionados con la carga contaminante de Demanda Bioquímica de Oxigeno (DBO_5) y en Sólidos Suspendidos Totales (SST) de los monitoreos efectuados en los ríos Salitre, Fucha y Tunjuelo, se pueden observar en la Tabla 28.

Tabla 28. Carga contaminante de DBO5 y SST (toneladas/año) para las Cuencas monitoreadas dentro del Programa de Seguimiento y Monitoreo.

INDICADORES	CUENCA	2003	2004	2005 *	2006	2007
Carga unitaria por STT vertida a los ríos Salitre, Fucha y Tunjuelo (ton/año)	SALITRE	9.339,60	37.727,74	**57.781**	16.338,52	4.289,22
	FUCHA	55.052,40	38.298,50		41.265,60	31.409,05
	TUNJUELO	46.246,80	24.007,96		52.087,30	44.560,79
	TOTAL	**110.639**	**100.034**		**109.741**	**80.259**
Carga unitaria por DBO5 vertida a los ríos Salitre, Fucha y Tunjuelo (ton/año)	SALITRE	11347,2	37328,53	**85.539**	4280,43	3375,63
	FUCHA	66519,6	71140,09		52900,64	48013,04
	TUNJUELO	23790	28319,36		25975,7	27818,85
	TOTAL	**101.657**	**136.788**		**83.156**	**79.208**

* Datos reportados de acuerdo al Programa de Tasas Retributivas.

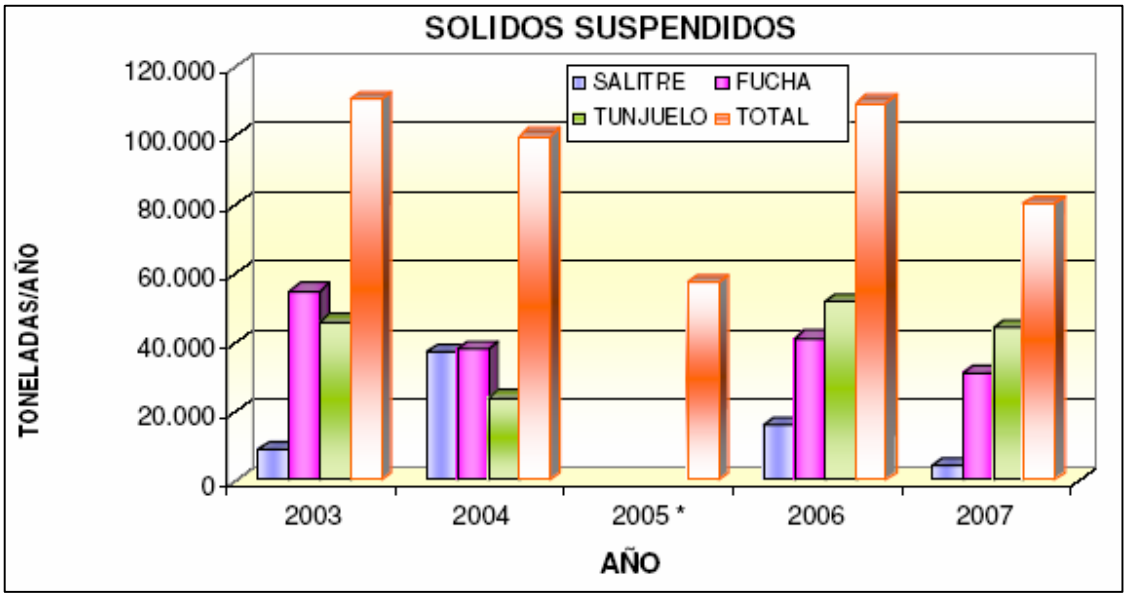
La metodología para el cálculo de las cargas esta ligada a la recolección de muestras y caracterización fisicoquímica de las corrientes en el marco de la operación de la Red Hídrica de Bogota y el programa de seguimiento de fuentes superficiales. Sin embargo, para el año 2005, no se contaba con información para el cálculo en ese periodo, razón por la cual se estableció dicho valor del Programa de tasa retributiva.

Los valores calculados para los parámetros DBO5 y SST representan la carga total vertida por todos los usuarios de la red de alcantarillado público y los usuarios que descargan sus vertimientos sobre las fuentes superficiales dentro del perímetro urbano, a excepción de los que descargan directamente al río Bogotá.

Estos vertimientos agrupan los realizados desde establecimientos industriales, comerciales, de servicios y la mayor cantidad de los vertimientos de tipo doméstico que representan el mayor aporte de materia orgánica y sólidos a las corrientes de aguas que las colectan.

Según los resultados obtenidos en los diferentes años en cuanto a los Sólidos suspendidos para el periodo analizado presentan un comportamiento estable para los años 2003, 2004 y 2006, con un valor de 106.000 Ton/año aproximadamente y para el año 2007 presenta una sustancial disminución en dicho valor calculado correspondiente a 80.259 Ton/año. (Ver Figura 50).

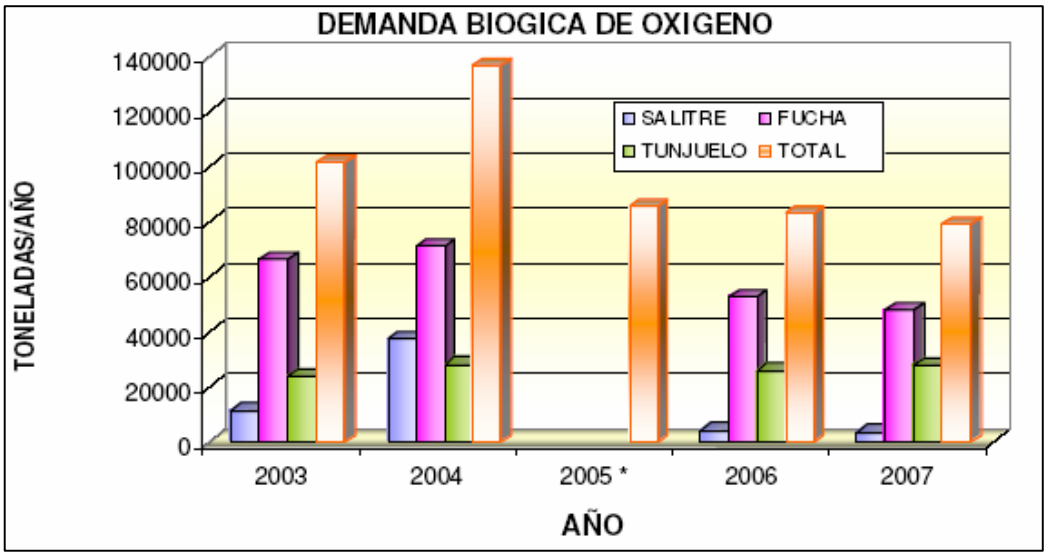
Figura 50. Carga de Sólidos Suspendidos Totales



Fuente: Tomado de: Informe Bogotá como vamos. Secretaría Distrital de Ambiente. Marzo de 2008.

En cuanto a la DBO_5 presenta una disminución gradual en la carga generada ubicándose para el año 2007 en 79.208 Ton/año, la cuenca que realiza el aporte más importante de DBO5 es la cuenca del río Fucha, seguida por la cuenca del río Tunjuelo.

Figura 51. Demanda biológica de oxígeno

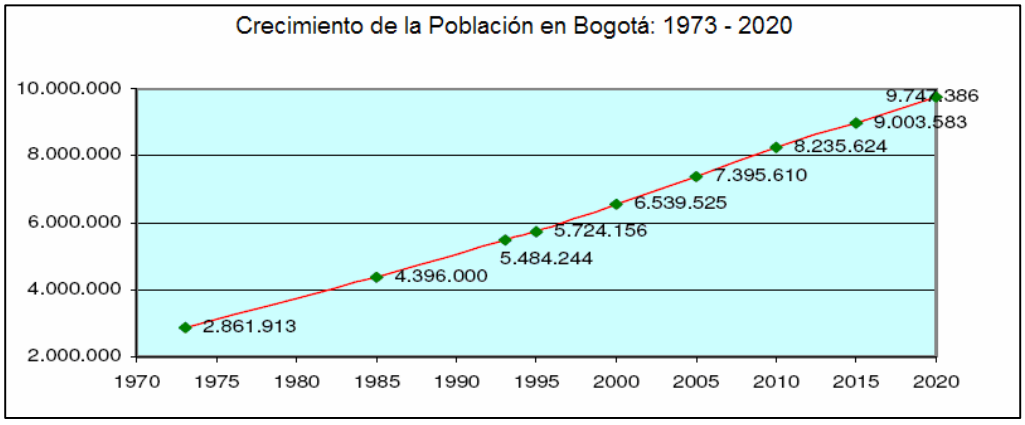


Fuente: Tomado de: Informe Bogotá como vamos. Secretaría Distrital de Ambiente. Marzo de 2008.

Es importante resaltar que para el periodo 2006 – 2007 se obtuvo una reducción de 29.482 Ton/dia para el parámetro de SST teniendo la más importante reducción en la cuenca del Salitre y de 3.948 Ton/dia para la DBO_5. Lo anterior, se puede atribuir a la operación de la Planta de tratamiento el Salitre.

Por otra parte, una consecuencia lógica del incremento poblacional en la ciudad, es el incremento de las aguas residuales generadas por ésta que se traduce en el incremento de las cargas contaminantes que son vertidas por la red de alcantarillado a los cuerpos de agua de Bogotá. En la Figura 52 se muestra el crecimiento poblacional de la ciudad.

Figura 52. Crecimiento de la población de Bogotá



Fuente: Tomado de: Informe Bogotá como vamos. Secretaría Distrital de Ambiente. Marzo de 2008. "Actualización de la Proyección de la Demanda de Agua para Bogotá D.C." entregado a la Empresa de Acueducto, Agua y Saneamiento de Bogotá por el Consultor Humberto Molina, Dic. 2004.

De acuerdo al comportamiento poblacional como se observa en la gráfica anterior, se esperaría que los parámetros DBO5 y SST presentaran una tendencia similar ya que éstos sirven como indicadores de la contaminación generada por la ciudad, esa diferencia puede identificarse como el resultado de la gestión realizada por la SDA en su programa de seguimiento y control de efluentes industriales, las acciones de comando control, al programa de producción más limpia y a la definición de estrategias de acuerdo a los resultados obtenidos por la operación de la Red de Calidad Hídrica de Bogotá.

9.5. Abastecimiento de agua[58]

(Fuente: Atlas Ambiental de Bogotá Pág. 112 y ss.)

- Capacidad de almacenamiento útil: 1.222,4 Mm3
  - Tibitoc: 893,2 Mm3: (Sisga 101,2 Mm3, Tominé 691Mm3 y Neusa 101 Mm3)
  - Tunjuelo: 10,4 Mm3 : (la Regadera 3,7 Mm3 y Chisacá 6,7 Mm3)
  - Chingaza: 325 Mm3 :(Chuza 252 Mm3 y San Rafael 70 Mm3)
- Oferta hídrica de la EAAB : 22 m3/seg. Demanda hídrica: 14,2 m3/seg.
- Capacidad de abastecimiento en sequía extrema: 996 días (Cálculos del autor)
- Actualmente la EAAB ESP, protege el recurso hídrico a través de la preservación de 29.000 Has. del Páramo de Chingaza, 5.500 Has. de los cerros Orientales, 3.500 Has. del Páramo de Sumapaz e interviene ríos, quebradas, humedales y cuerpos de agua.

10. ECOSISTEMAS PRESTADORES DE SERVICIOS Y BIENES AMBIENTALES ESTRATÉGICOS PARA LA CIUDAD

10.1. Cuenca del páramo de Chingaza

- Área: La cuenca aprovechada para el abastecimiento de agua tiene una extensión aproximada de 279 Km2 (EAAB).
- Oferta Hídrica: El páramo de Chingaza hace parte del Parque Nacional Natural Chingaza, el cual es uno de los ecosistemas paramunos que genera mayores beneficios económicos ya que tiene una capacidad de abastecer en promedio 30 m3/s de agua, y suple el 70 % de la demanda de agua de la capital colombiana (Fundación Natura Colombia 1998)[59].
- Estado de conservación: Bien conservado
- Desde 1977, con la creación del Parque Nacional Natural Chingaza, entró a formar parte del Sistema Nacional de Parques Naturales y Áreas Protegidas

[58] EAAB. http://www.acueducto.com.co/wps/html/resources/empresa/PresentacionPMAA.pdf
[59] Mario Díaz-Granados, Daniel Céspedes, Andrés Tamayo, William Clavijo & Juan Sáenz. Sistemas De Información Geográfica Como Herramienta De Apoyo Al Estudio De Cuencas De Páramo.

del Gobierno de Colombia. El Parque inicialmente abarcó área aproximada de 50,374 ha, incluyendo la totalidad del páramo de Chingaza. En 1998 fue extendida su cobertura en 26,226 Has., correspondientes al ecosistema de selva andina de los Farallones de Medina desde los 800 m de elevación en la vertiente oriental de la cordillera. Durante la década de los años 1970 la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá adquirió grandes extensiones del páramo de Chingaza y construyó en él importantes obras de infraestructura, como carreteras de acceso, el embalse de Chuza y un sistema de túneles de conducción de agua de mas de 50 km de longitud, con el fin de atender la creciente demanda de agua potable para Bogotá. Gracias a los esfuerzos de estas dos instituciones estatales, el páramo de Chingaza es hoy uno de los mejor conservados de Colombia. Su cercanía a la capital del país, le confiere especial importancia, dado que es fuente de agua para cerca de 8 millones de habitantes y una importante localidad ecoturística. En la actualidad se cuenta con un buen conocimiento taxonómico de la flora del Páramo de Chingaza. Sin embargo, este conocimiento se limita a listados de nombres de especies y la mayoría de los trabajos están consignados en documentos de difícil acceso, comúnmente llamados "literatura gris" (i.e., informes, documentos internos, tesis, etc.). Durante el período de estudio se colectaron un total de 697 muestras la flora del Páramo de Chingaza. De estas 123 correspondieron a líquenes, briófitos, y helechos, y 574 a plantas con flores. De los 367 nombres de especies de plantas con flores previamente reportados para el páramo de Chingaza, se confirmó la presencia de 157 especies. Adicionalmente se reportaron 84 especies, para un total de 231 especies identificadas.[60]

10.2. Cuenca del Tunjuelo hasta La Regadera

- Área: 162 Km2 (Atlas Ambiental de Bogotá[61], Pág. 112)
- Oferta Hídrica: 3,15 m3/seg.
- Ecosistemas de páramo Para el área de la Cuenca del río Tunjuelo (Fuente: POMCART)[62]: estos ecosistemas se encuentran representados por los páramos de Chisacá, Las Mercedes – Pasquilla, Reserva de Páramo Los Salitres, Reserva de Páramo Puente Piedra, Páramo de Cruz Verde y Páramo de Chicaque. El sector de Chisacá comprende 414 hectáreas, ubicadas entre 3.700 y 4.000 m de altitud, cubiertas con vegetación de páramo propiamente dicho. Así, Chisacá se puede considerar como un sitio que alberga una alta riqueza florística, pues contiene el 8% de las especies registradas para los páramos del mundo y el 16% de las registradas para los páramos de Colombia.
- Páramo de las Mercedes y de Pasquilla: Localizado en la Vereda Las Margaritas (Localidad Usme) y Veredas Las Mercedes, Santa Rosa, Pasquillita y Pasquilla

[60] Santiago Madriñán, Felipe Zapata, Angélica Aponte, María Angélica Bello y Favio González 2001. Flora Ilustrada del Páramo de Chingaza, Universidad de los Andes, Bogotá. Colombia.
[61] AAB: Atlas Ambiental de Bogotá D.C. Alcaldía Mayor de Bogotá. Secretaría Distrital de Ambiente. 2007.
[62] Corporación Autónoma regional de Cundinamarca CAR. Ecoforest Ltda. – Planeación Ecológica Ltda. 2007. POMCA del Río Tunjuelo. Elaboración del Diagnóstico, Prospectiva y Formulación de la Cuenca Hidrográfica del río Tunjuelo. CAR. Bogotá

(Localidad Ciudad Bolívar), en una Franja alta de la vertiente occidental de la cuenca alta y media del Tunjuelo a los 3300 – 3700 msnm y una extensión de 1.319.44 Ha. Se caracteriza por ser una zona de páramo intensamente perturbado, que presenta algunos relictos de subpáramo. En cuanto a su estado actual se observa un deterioro profundo de cobertura vegetal, suelos y nacimientos de agua, principalmente por el pastoreo extensivo del páramo, tendencialmente se exhibe un deterioro progresivo del páramo por pastoreo extensivo y quemas crónicas de verano.

- Páramo de los Salitres: Localización: Cuenca alta del Curubital. Vereda Curubital, Localidad Usme. 3375 - 3900 msnm. Extensión: 773.8 Has. área de páramo y subpáramo con pendientes fuertes a escarpadas. Atmosféricamente muy húmeda. Estado de conservación: Bien conservada, con tendencia estable. Área de recarga de las cuencas de Curubital y Piedra Gorda. Soporte hídrico del área productora de Piedra Gorda. Conexión del páramo al corredor de restauración de Piedra Gorda.
- Ecosistemas de Bosque Alto Andino para el área de la Cuenca del río Tunjuelo (Fuente: POMCART). Área de restauración de Santa Bárbara: Catalogado como área protegida del Orden Nacional y Regional, modificado por el artículo 84 del Decreto 469 de 2003 con categoría jurídica Reserva Forestal Distrital, se localiza en la vereda de Santa Bárbara, localidad Ciudad Bolívar, ronda del embalse de La Regadera en una franja altitudinal de 2.950 – 3.300 msnm y una extensión de 194,8 Has. Actualmente, se caracteriza por presentar numerosos relictos de rastrojo muy fragmentados, correspondientes al bosque de pie de ladera con predominio de raques y transición al encenillal y sus subserales en las partes altas. Bosques riparios relictuales sobre la margen del Tunjuelo, con una fuerte fragmentación y alteración de los relictos.
- Corredor de restauración de Piedra Gorda: Categoría jurídica: Reserva Forestal Distrital, artículo 84 del Decreto 469 de 2003, localizado en la vereda Curubital, localidad Usme, faldas del Alto del Cacique, entre las cuencas de la quebrada Piedra Gorda y baja del río Curubital, a una franja altitudinal entre los 3.150 y 3.400 msnm, con una extensión de 408,23 Ha. Se caracteriza por presentar numerosos fragmentos de subserales del encenillal y transición al subpáramo, concentrados principalmente en estrechos cordones riparios. Actualmente presenta una fuerte fragmentación y alteración de la cobertura vegetal, por presión de pastoreo, principalmente proveniente del Área productora de Piedra Gorda. La tendencia de este ecosistema es la fragmentación progresiva y deterioro de la recarga del acuífero, presenta conservación de fragmentos de subpáramo y subserales del encenillal. Ecológicamente es importante porque tiene un fuerte papel en la recarga del acuífero y protección de numerosos nacimientos y su abastecimiento hídrico de la parte baja de la vereda Curubital. Tributaria del Embalse de La Regadera.
- Corredor de restauración Aguadita-La Regadera: Este ecosistema se caracteriza por ser catalogado como un ecosistema estratégico para restauración. su categoría jurídica según el artículo 84 del Decreto 469 de 2003 es una Reserva Forestal Distrital, localizada en las rondas de las quebradas del mismo nombre en la vereda el Destino, de la localidad Usme, a una altura que oscila entre los 3.100 – 3.275 msnm y una extensión de 211.66

Ha. Actualmente es una zona de subpáramo alterado en la parte alta. Sobre las rondas, fragmentos riparios muy estrechos de rastrojo. Mínimos elementos relictuales en la parte baja. Con un fuerte deterioro de la cobertura vegetal, especiamente en la contracción y fragmentación de los cordones riparios. La tendencia: fragmentación progresiva; eventual desaparición de los cordones riparios y el agotamiento del acuífero. El valor intrínseco: conservación de subpáramo e individuos relictuales del bosque de laderas bajas. Protección del área de recarga del acuífero de las dos microcuencas.

- Corredor de restauración río Curubital: Este ecosistema se caracteriza por ser catalogado como un ecosistema estratégico para la restauración. Categoría jurídica: Reserva Forestal Distrital, localizado en ronda del río Curubital, entre las veredas Curubital y Arrayanes, en la Localidad Usme. 3.175 – 3.600 msnm con una extensión: 300,41 Ha, se caracteriza por presentar numerosos fragmentos de bosque ripario altoandino y de subpáramo. Actualmente presenta una fuerte fragmentación del bosque ripario y la tendencia es una fragmentación progresiva y contracción del bosque ripario bajo la presión de cultivos y pastoreo.

10.3. Cuenca del río Bogotá hasta Tibitoc. Fuente POMCA Río Bogotá[63]

- Área: 1.709 Km^2
- Oferta Hídrica: Se construye la oferta hídrica con base en los valores reportados para las sub-cuencas aportantes hasta la planta del acueducto denominada Tibitoc.

Tabla 29. Oferta Hídrica Bogotá

Subcuenca	Has	Oferta hídrica (m^3/seg.)	
		Período seco	Período húmedo
Neusa	44.735	3,02	4,86
Teusacá	35.818	2,73	5,38
Tominé	37.428	3,51	10,05
Sisga – Tibitoc	25.397	7,73	10,29
Río Alto Bogotá	27.615	0,94	3,74
Total	**170.993**	**17,93**	**34,32**

Fuente: POMCA Río Bogotá.

- Estado de conservación: Altamente intervenido
- En general se presentan movimientos en masa por solifluxión profunda y lenta degradación de tierras y desertificación; explotación antitécnica de canteras genera riesgo por deslizamientos locales; altas pendientes, poco desarrollo tecnológico agropecuario, falta de manejo ambiental de curtiembres y zonas de cultivo de papa; la industria de curtiembres afecta la calidad del agua del

[63] Corporación Autónoma regional de Cundinamarca CAR. Ecoforest Ltda. – Planeación Ecológica Ltda. 2007. POMCA del Río Tunjuelo. Elaboración del Diagnóstico, Prospectiva y Formulación de la Cuenca Hidrográfica del río Tunjuelo. CAR. Bogotá

río, los desechos de esta industria contienen altas cargas de sulfuro de Sodio y de Cromo, y son usados como abonos de potreros.

- En el nacimiento del río Bogotá se observa deforestación antigua y la regeneración natural es muy lenta y erosión eólica en la parte occidental de la laguna El Valle. Hay erosión por uso pecuario sobre todo en las partes de media y alta pendiente; uso privado de las riberas bajo diversos sistemas de explotación, inclusive construcción e invasión de cauces; afectación de la calidad del agua por floricultura; tala de la cobertura natural para uso final en potrerización; sedimentación acelerada de humedales con generación de riesgos por inundación; deterioro de la estructura de los suelos con tendencia al aumento de la torrencialidad superficial y disminución de la infiltración; agricultura en laderas; y disposición inadecuada de basuras.

10.4. Cerros Orientales

- Área: 14.116 Hectáreas.
- Fuente: Corporación Autónoma Regional De Cundinamarca – CAR. 2006. Plan de Manejo Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá
- Los Cerros Orientales son considerados como parte de la estructura ecológica principal y reconocidos como componente sustancial del paisaje de la ciudad capital, es decir que pertenecen al imaginario colectivo de propios y extraños y considerado el paisaje bajo la perspectiva de constituir patrimonio común y desempeñar un rol importante en el interés general de los campos cultural, ecológico, medioambiental y social, (CONVENIO EUROPEO del Paisaje, hecho en Florencia el 20 de octubre de – 2000)
- Delimitación De La Zona De Reserva Forestal Protectora: A continuación, se presentan los principales aspectos y actos administrativos que definen la delimitación de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá:
  - Resolución No. 76 De 1977: El 30 de septiembre de 1976 el Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables INDERENA, mediante el Acuerdo 30 de 1976 y en usos de sus facultades legales y estatutarias, declaró y alinderó esta zona como reserva forestal y delegó funciones para su administración en la CAR.
  - Sustracciones Realizadas por la CAR. La Corporación, en uso de sus facultades legales, expidió cuatro actos administrativos, mediante los cuales se sustrajeron algunas áreas de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, declarada mediante la Resolución Ejecutiva 76 de 1977:

Tabla 30. Sustracciones a la Reserva Forestal Cerros Orientales de Bogotá

Sustracciones	Acto Administrativo	Área (Ha)
San Luís, San Isidro, La Sureña	Resolución No 2337 del 6 de agosto de 1985	130
Parque Nacional	Acuerdo 17 del 5 de junio de 1990	74
Parque Nacional	Acuerdo 18 del 5 de junio de 1990	114*
Puente Chicó	Resolución No 2413 del 17 de junio de 1993	284
Total		**602**

Fuente: CAR

- Resolución No. 463 de 2005: El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial en cumplimiento de la sentencia del Tribunal Administrativo de Cundinamarca, Sección Segunda, Subsección C, del primero de marzo del año 2001, y de conformidad con el artículo 10 de la Resolución 76 de 1977, llevó a cabo las acciones tendientes a la inscripción del citado acto administrativo, en las oficinas de Instrumentos públicos de los municipios correspondientes, así como su publicación en el medio más idóneo. Como soporte de dicho procedimiento redelimitó la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá. Adicionalmente el Ministerio en la Resolución 463 de 2005 estableció 5 zonas dentro del área de la reserva, que sumadas con el área de sustracción de San Luís San Isidro La sureña, comprenden un área total de la reserva de 14.116 Has, que se muestran en el cuadro a continuación

Tabla 31. ZONIFICACION AMBIENTAL PMA CAR de la Reserva Forestal Cerros Orientales de Bogotá

Zona	Área (Has.)	Porcentaje (%)
Conservación	8.238	58,37%
Franja de adecuación o sustracción	842	5,96%
Rehabilitación ecológica	4.453	31,54%
Recuperación ambiental	353	2,50%
Recuperación paisajística	100	0,71%
San Luís, San Isidro y la Sureña (urbanizado)	130	0,92%
TOTAL	**14.116**	**100%**

Fuente: CAR

- Acción Popular No. 05-0662 (Expediente No. 2005 – 662): la redelimitación establecida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en cumplimiento de lo dispuesto en la Acción Popular No. 05-0662 del Tribunal Administrativo de Cundinamarca, Sección Segunda, mediante Auto del 1 de junio 2005, resuelve "Suspender provisionalmente los efectos de la Resolución 0463/05, solamente en cuanto excluye una parte del área de reserva protectora de bosque oriental de Bogotá, comprendida en el artículo segundo de la resolución 076/77".
- Resolución 1582 De 2005: el 26 de octubre de 2005 el MAVDT, a través de la Resolución 1582 interpreta el Parágrafo del artículo quinto, de la resolución 463 del mismo año, el cual dice: "hasta tanto el Distrito Capital de Bogotá, establezca la reglamentación urbanística con base en las determinantes de ordenamiento y manejo consagradas en la presente resolución no se permite ningún desarrollo urbanístico ni se podrán expedir licencias de urbanismo y construcción por parte de las Curadurías urbanas".

- Decreto Distrital 122 De 2006: el Alcalde Mayor de Bogotá D.C. el 4 de abril de 2006 expidió el Decreto 122, con el fin de adoptar medidas de defensa y protección de la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá.
- Plantaciones Forestales: un elemento importante de la vegetación de los Cerros Orientales, es el establecimiento de plantaciones forestales, actividad

fomentada en gran parte por entidades estatales durante los años setentas y ochentas, de acuerdo a la verificación de área realizada, mediante fotointerpretación se determina que cerca del 17.34% (2.485 Ha distribuidas en 187 "parches") de la Reserva Forestal Protectora. La mayoría de estas plantaciones son propiedad de particulares, cuya expectativa generalizada ha sido la explotación comercial y sostenible (aprovechamientos persistentes) de sus plantaciones. Dichas plantaciones están conformadas, especialmente, por las siguientes especies, Pino Pátula (Pinus patula); Eucalipto (Eucalyptus globulus); Ciprés (Cupressus lusitanica): Acacia (Acacia decurrens)

- Coberturas de Uso Agropecuario: áreas con usos agropecuarios, que ha perdido su condición de vegetación nativa, pero por la naturaleza del uso (agropecuario), son zonas deterioradas pero susceptibles de ser restauradas. Corresponden a este grupo: Pastizal, Pastizal Arbustivo, Cultivos Transitorios y Misceláneo de Cultivos y Rastrojo; en conjunto estas coberturas alcanzan el 12,59 % (1.778,41 Ha).
- De los párrafos anteriores se deduce que el 29,53% de la cobertura corresponde a uso agropecuario, incluyendo el forestal, como cultivo de madera. El 38.62 % de la Reserva se encuentra en coberturas (plantaciones forestales, usos agropecuarios, vegetación nativa fuertemente intervenidas) que han desplazado las coberturas nativas.

Tabla 32. Cobertura Vegetal la Reserva Forestal Cerros Orientales de Bogotá

Cobertura		Área (Has.)	%
Vegetación nativa	Ligeramente intervenida	5.378,56	38,10
	Fuertemente intervenida	3.552,95	25,17
Plantaciones forestales		2.485,56	17,61
Actividad agropecuaria		1.778,41	12,60
Eriales (por causas diferentes a la minería)		6,2	0,04
Actividad minera,		104,58	0,74
Asentamientos zona con vivienda		418,00	2,96
Zona de Borde Occidental		379,49	2,69
Otros: Vías, cauces		9,68	0,07
Espejos de agua		2,25	0,02
TOTAL		**14.115,68**	**100**

Fuente: CAR

- Estado de conservación: los datos anteriores permiten inferir un adecuado estado de conservación de los cerros orientales, dada su situación en el borde de una gran urbe como Bogotá. Tan sólo el 6,5% del área de los Cerros se encuentra intervenida con algún tipo de actividad deteriorante (eriales, actividad minera, vivienda, borde occidental y vías), sin embargo, lo anterior no es impedimento para que la presión sobre este paisaje permanezca y las actividades de control y vigilancia deban ser permanentes.

-000-