



Photo by freeimages.red



Photo by idpinthat.com



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.

BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODO

76

**APROXIMACIÓN
AL CONSUMO
ENERGÉTICO**
por uso urbano y
actividad económica
en Bogotá 1980-2012

**BOGOTÁ
CIUDAD DE
ESTADÍSTICAS**

“Aproximación al consumo energético por uso urbano y actividad económica en Bogotá 1980-2012”

**SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACIÓN
SUBSECRETARÍA DE INFORMACIÓN Y ESTUDIOS ESTREATÉGICOS
DIRECCIÓN DE ESTUDIOS MACRO.**

ALCALDE MAYOR DE BOGOTÁ

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN

SUBSECRETARÍA DE INFORMACIÓN Y ESTUDIOS ESTRATÉGICOS

DIRECCIÓN DE ESTUDIOS MACRO

INVESTIGADOR

Camilo E Gaitán V

Contenido

	Pg.
Aspectos generales	3
I. Energía y valor agregado	4
II. Consumo energético en uso industrial	7
III. Consumo energético en usos servicios y equipamientos	8
IV. Consumo energético en transporte.	10
V. Consumo energético en uso residencial.	12
VI. Consumo energético en uso comercial.	14
Bibliografía	16

Aspectos generales

Las ciudades son ecosistemas que consumen recursos naturales, como la energía, provenientes de sus entornos locales, regionales y globales, mediante procesos económicos de extracción, transformación, producción, distribución, intercambio, consumo y deshecho, asociados a una ingente variedad de acciones implicadas en los usos urbanos y en el transporte.

Los usos urbanos y el transporte son dinámicas de carácter económico y ecológico, respectivamente reflejadas en el PIB (como actividades o sectores económicos), y en las alteraciones ecosistémicas del entorno natural (causadas por sus consumos energéticos). Ambas cuestiones tienen una relación poco reconocida no obstante involucrar los mismos recursos, entre ellos la energía.

Más allá de algunas mediciones sectoriales y parciales existentes, disociadas de su manifestación ambiental, territorial y socio-económica, y desde un punto de vista ecosistémico, la ciudad de Bogotá requiere mejorar sus mediciones sobre consumos energéticos, para aproximarse a una comprensión más integrada de su desempeño urbanístico, atendiendo los compromisos requeridos para ser energéticamente más eficiente de cara a las alteraciones climáticas y sus consecuencias sobrevinientes, contraproducentes para la sustentabilidad urbana.

Al respecto la Unidad de Planeación Minero Energética UPME y los bancos Mundial e Interamericano de Desarrollo y otros entes como SIEMENS en cooperación con la Economist Intelligence Unit - EUI, vienen elaborando indicadores ambientales y también energéticos, pero en términos generales y más a escala de países que de ciudades, excepto este último¹.

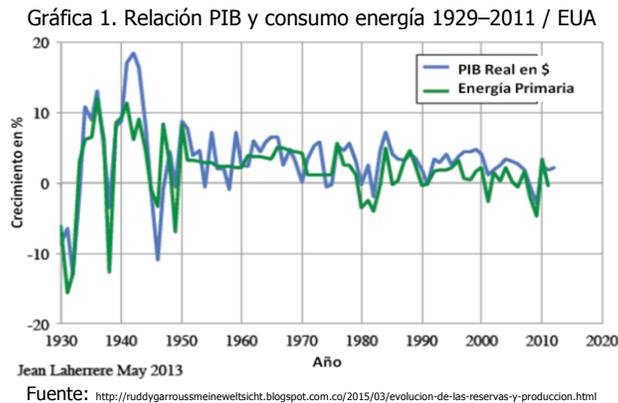
Así mismo, la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá trabaja en una serie de indicadores energéticos por sectores a escala de la ciudad, mediante la Matriz Energética para Bogotá², pero por ahora sólo para el año 2012, sin considerar las tendencias espaciales y temporales, ni el uso de servicios y además con unidades de medida disímiles que dificultan una lectura comparativa en conjunto.

De acuerdo con lo dicho, en esta ocasión se busca observar el comportamiento de las dinámicas urbanas aludidas a través de la energía, asociando el desempeño económico y ecológico, para dar cuenta de su interdependencia; considerando que el consumo de energía es sustancial para el crecimiento económico reflejado en el PIB y para los ecosistemas, entre otros aspectos; y que hay una correlación entre la eficiencia energética implicada en el desarrollo urbano y el económico frente a la sustentabilidad natural requerida para ellos. Sin embargo, medir esta conexión no es tarea fácil, teniendo en cuenta que de todos modos no se cuenta con información suficiente y que hay lecturas disímiles del panorama energético, por lo que este breve estudio es una aproximación que pretende aportar en la construcción de un horizonte más claro y completo al respecto.

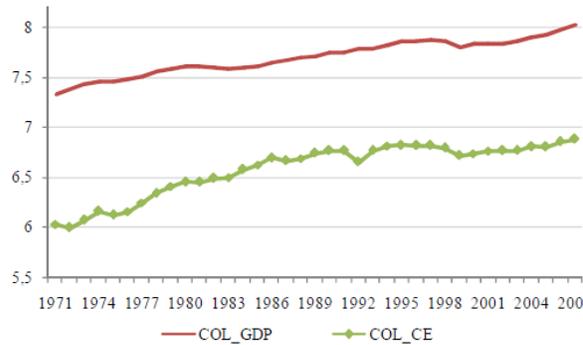
I. Energía y valor agregado

Histórica y mundialmente se ve que el crecimiento del PIB y el consumo de energía primaria están correlacionados (Gráfica 1), en tanto la energía es uno de los principales insumos en la producción de bienes y servicios, como los que ofrecen los sectores: inmobiliario, de construcción e infraestructuras, que sostienen los usos urbanos y el transporte.

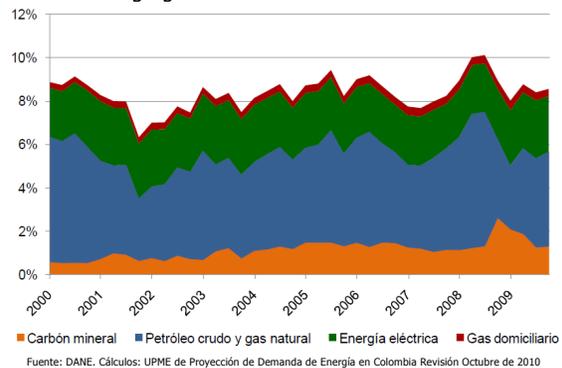
En Colombia esta correlación se ve claramente paralela (Gráfica 2), a pesar de sus variaciones específicas (Gráfica 3), que fluctúan según las condiciones de cada momento y sector, participando con diferentes proporciones dentro del PIB.



Gráfica 2. Consumo Energía (CE) y PIB real (GDP) Colombia



Gráfica 3. Participación del sector energético dentro del valor agregado de la economía nacional.

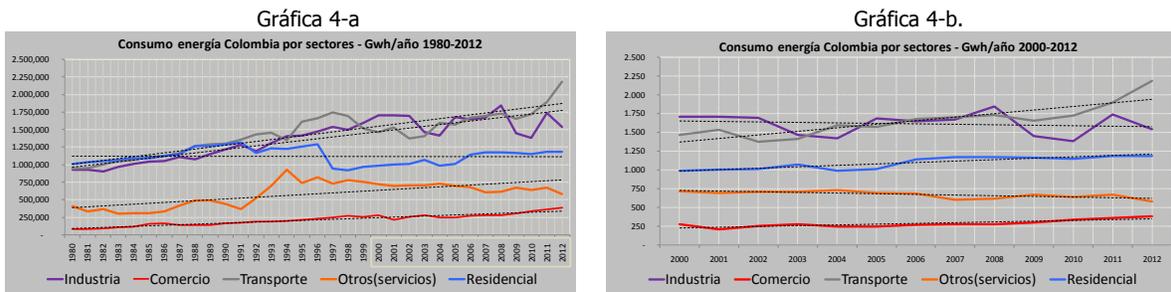


Según la información disponible, se muestra a continuación de manera contextual y de mayor a menor magnitud, el consumo nacional de energía por sectores, en dos escenarios: uno más general entre el año 1980 y 2012 y uno más específico entre el año 2000 y el 2012, aunque para el uso residencial en Bogotá no se estimó el escenario general por ausencia de información sobre la participación del PIB de la ciudad dentro del conjunto nacional antes del año 2000, así como tampoco fue posible obtener información sobre consumos energéticos por sectores ni sobre PIB con anterioridad a 1980 respecto a Bogotá.

Se advierte también que las actividades o sectores económicos homologados con los usos urbanos, comprenden otros usos, actividades o sectores más específicos. Por lo tanto, el sector servicios, está compuesto por el agregado de todos los servicios y por los usos institucionales y dotacionales; a su vez el sector industrial, por las áreas de infraestructura eléctrica, de gas, de acueducto-alcantarillado, de comunicaciones, de construcción y de obras civiles.

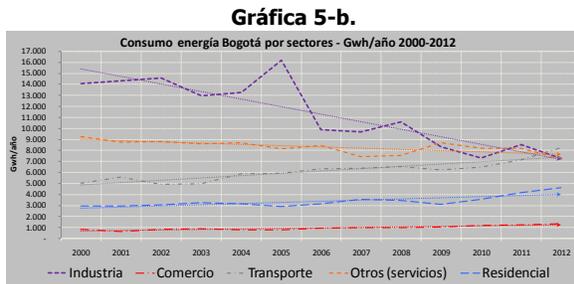
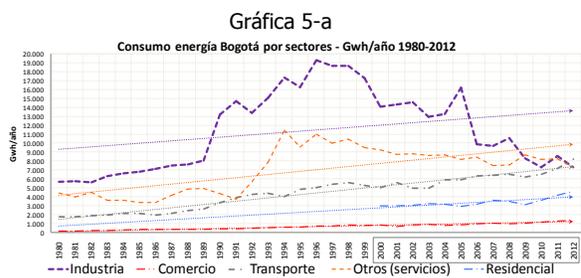
Adicionalmente se presentan las cifras sobre consumos energéticos en general y en específico para algunos sectores, asociadas a la participación per cápita de la población, para precisar la correspondencia entre los individuos actores y las dinámicas económicas y ecológicas.

De acuerdo con lo anterior se observa Inicialmente, que en el escenario nacional, el transporte y la Industria y ocupan un primer y segundo lugar respectivamente, con tendencias crecientes en general, pero decreciente en la última década para la segunda; enseguida, en tercer y cuarto lugar, se encuentran los sectores residencial y de servicios, con tendencia decreciente el tercero y creciente el cuarto, en general, pero con tendencias contrarias respectivamente en la última década; y finalmente en quinto lugar, el comercio con menor consumo pero con una tendencia creciente y constante en ambos escenarios (Gráficas 4-a y 4-b).



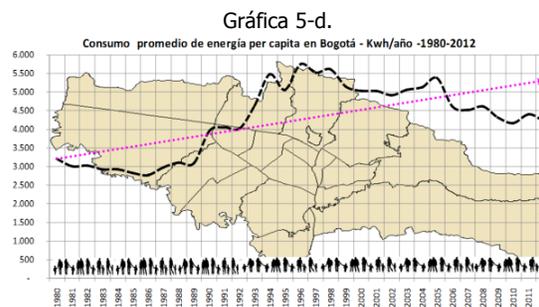
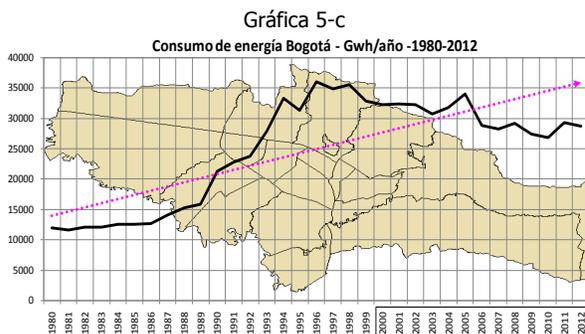
Fuente: Elaboración propia con datos del BID

En seguida en el consumo de energía por sectores en Bogotá, se observan algunas variaciones respecto al panorama nacional. En primer lugar se encuentra el uso industrial, con una tendencia general creciente, aunque decreciente en la última década; en segundo lugar está el sector servicios, que igualmente como a nivel nacional, tiene una tendencia general creciente y decreciente en los últimos años; en tercer lugar está el sector transporte, con tendencia creciente en general y decreciente en la última década; en cuarta posición, está el sector o uso residencial, que como se dijo, sólo se estima para los años 2000 a 2012 con una tendencia de consumo creciente, y finalmente el uso o sector comercial, con una tendencia creciente constante en ambos escenarios (Gráficas 5-a y 5-b).



Fuente: Elaboración propia con datos del BID y del DANE

En resumen el consumo de energía de la ciudad de Bogotá es creciente, no obstante las variaciones negativas dadas en la primera y última décadas analizadas (gráfica 5-c). Este consumo superó los 35.000 Gwh entre los años 1995 y 1998, y en la última década se acercó a los 30.000 Gwh, aunque ello probablemente sería porque al parecer los datos del BID no consideran el consumo de Gas Natural en los sectores no residenciales³, aunque para este último si se consideran en este trabajo.



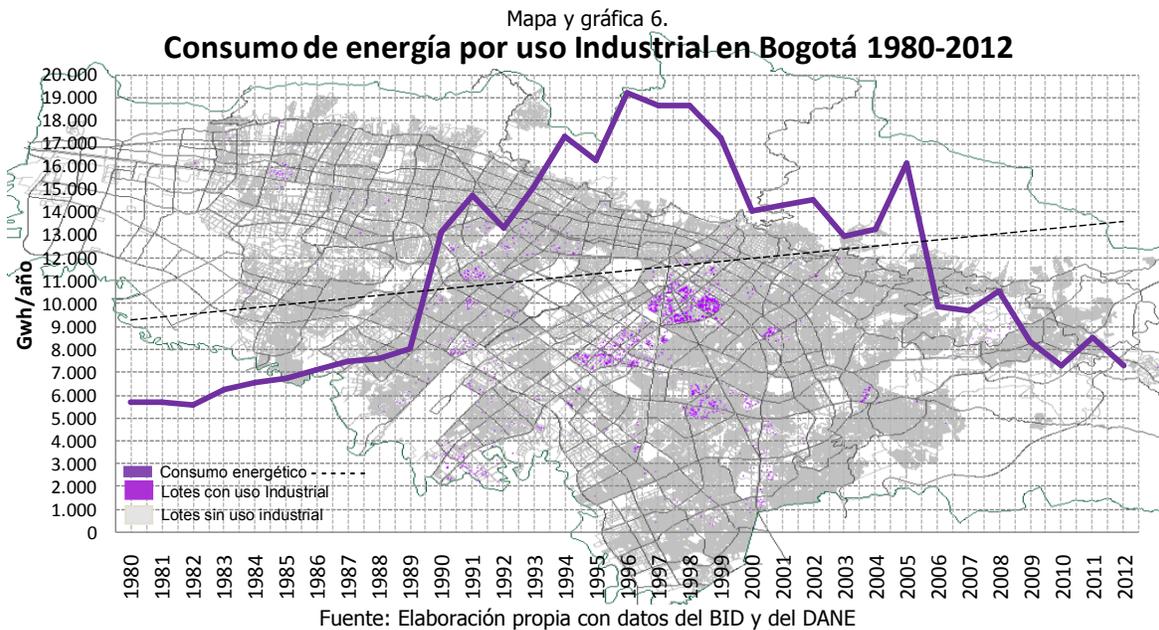
Fuente: Elaboración propia con datos del BID y del DANE

De manera correspondiente y aproximada, al lado derecho se muestra el consumo energético de la ciudad asociado a la población, buscando precisar cuánto de este consumo recae en cada persona en promedio al año. Según esto, cada persona consumió alrededor de 2.500 a 3.000 kwh/año en la primera década, en la segunda década, alrededor de 5.000 kwh/año y en la última década 4.500 kwh/año. En ello no se tiene en cuenta la industria, porque la energía involucrada en esta actividad no tiene una relación tan directa con las personas como las demás actividades (gráfica 5-d).

Con base en estos preceptos, se construyeron las cifras sobre consumo energético de los usos urbanos y del transporte para Bogotá desde el año 1980 hasta el 2012, considerando para ello las proporciones que tiene cada actividad, en tanto sector económico, en el PIB nacional y la correspondencia de este último con los valores de consumo energético por sectores económicos para Colombia publicados por el BID. Los resultados se presentan en Giga (y kilo) watios hora/año y se grafican con una imagen geográfica de fondo reflejando su manifestación territorial, observando sus magnitudes espaciales y temporales a la vez.

II. Consumo energético en uso industrial

Tal como se manifestó inicialmente, las cifras del uso o sector industrial presentadas comprenden los subsectores de servicios públicos, construcción, obras civiles e industria en sí mismo. Este último tiene mayor proporción en el agregado y por lo mismo cuenta con más protagonismo en el análisis, sin embargo los otros subsectores a su manera también son determinantes, según corresponda, en las magnitudes y sentidos que toma la serie (Mapa y gráfica 6).

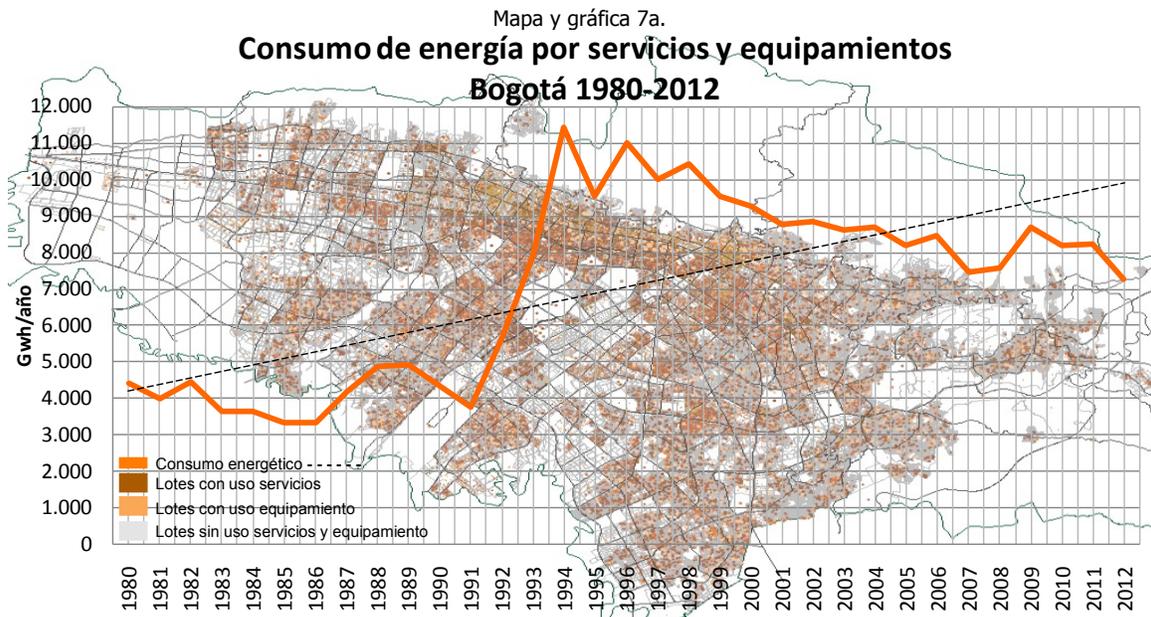


Históricamente la industria ha sido una actividad caracterizada por su alto consumo energético, que no obstante en esta serie de tiempo ha sido variable, entre otros asuntos, por cambios tecnológicos, en la división social del trabajo (Outsourcing), en las localizaciones (industria pesada con migración suburbana), en la tributación (ICA creciente) y en los mercados (apertura de importaciones en 1990, TLC y crecimiento del sector servicios). Además su consumo energético está determinado según las escalas grande, mediana y pequeña con que se presenta la misma en la ciudad de Bogotá, consumiendo biodiesel, gas natural, energía eléctrica, carbón mineral, diesel oíl entre otras formas de energía

En los últimos años la industria en Bogotá ocupó cerca de 10.692 predios⁴, equivalentes al 1.2% del total de la ciudad (mapa y gráfica 6). No obstante ser el uso o actividad económica de la ciudad que mayor consumo alcanzó en general, llegando hasta un valor de 19.260 Gwh en el año 1996 - equivalente al 13% del consumo nacional de entonces - ésta mantuvo una tendencia ligeramente creciente durante las tres décadas analizadas, pero con un carácter inestable y decreciente en los últimos años, explicado por los cambios aludidos; aunque por momentos en esta caída, muestra ciertos incrementos, probablemente asociados a la actividad de los otros subsectores como la construcción.

III. Consumo energético en usos servicios y equipamientos

Los servicios y equipamientos en Bogotá ocupan 122.389 predios,⁵ equivalentes al 13% del total de predios de la ciudad, están extendidos de manera heterogénea y concentrada a lo largo de la zona céntrica oriental (Mapa y gráfica 7). Estos, comprenden por una parte una amplia gama de actividades del tercer sector económico (denominadas en el POT: personales, técnicas, profesionales, empresariales, especializadas, etc.); y por otra parte comprenden los usos institucionales y dotacionales, también con una amplia gama de actividades (públicas y privadas, administrativas, legales, sanitarias, educativas, recreativas, culturales, deportivas, religiosas, logísticas, etc.); todas ellas en escalas altas (metropolitanas o urbanas), medias (urbanas o zonales) y bajas (vecinales o comunales),(Mapa y gráfica 7-a).

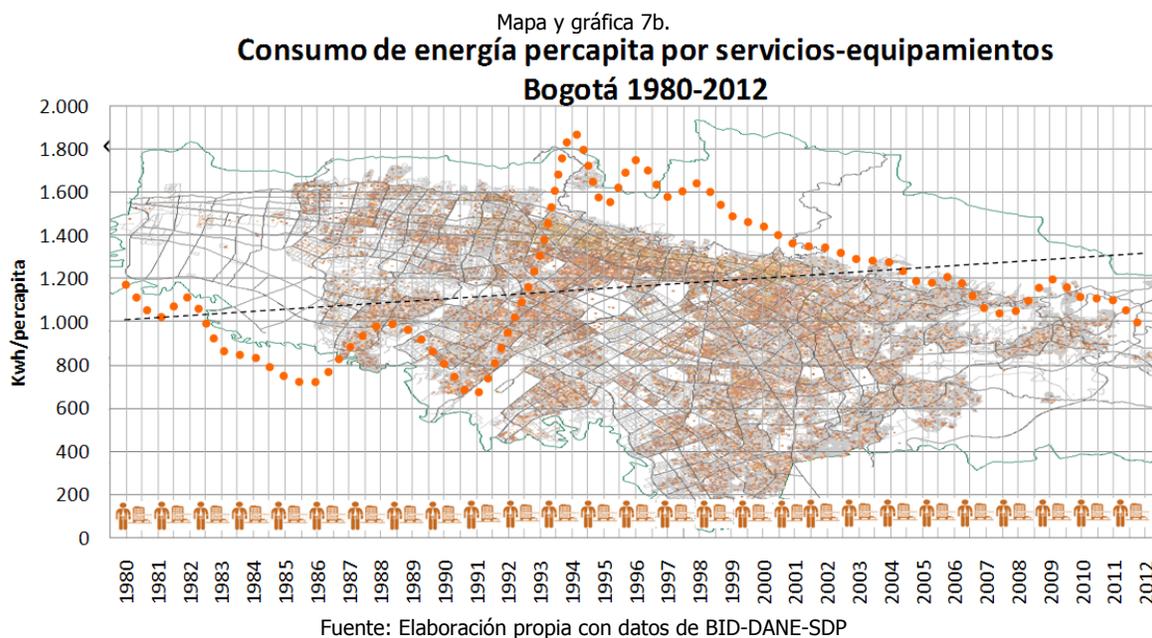


El comportamiento energético del sector y de sus subsectores está determinado por todas y cada una de las actividades que lo componen y sus respectivas variaciones legales, administrativas, económicas y tecnológicas. Por ejemplo administrativamente, las instituciones del subsector público se acogen a los PIGAS, a efectos de reducir sus consumos, mientras que las empresas privadas lo hacen mediante estrategias de responsabilidad ambiental, entre otras cosas. Así mismo, tecnológica y económicamente hablando, la variación depende del tipo de actividad y de la tecnología empleada en su funcionamiento, siendo la energía eléctrica común a todas, pero con diferencias en su intensidad, pues el gas y otros combustibles en algunos casos son más utilizados por ser más eficientes y adecuados, lo que en definitiva comprende una mezcla de tipos energéticos en las diferentes actividades con diferentes magnitudes y proporciones, aun por estudiarse de manera detallada y sistemática.

En términos económicos, el alto crecimiento del sector servicios⁶ se asocia mas a los crecimientos de los subsectores financiero, inmobiliario y de comunicaciones, pero la energía consumida en su funcionamiento no tendría un impacto ecológico tan alto, como la consumida por otros servicios con incrementos económicos menores, como por ejemplo, las actividades hoteleras, alimentarias, hospitalarias que emplean gas y carbón o los servicios educativos que consumen más cantidad de energía eléctrica.

El sector servicios en su conjunto se abastece, de mayor a menor cuantía, con energía eléctrica, gas natural, diesel oíl y gas licuado propano, principalmente⁷. Por lo tanto su impacto ambiental es variado. Este impacto, aunque es menor que el de la industria y el transporte (este último observado aquí como un sector propio y no como un servicio), no se debería subestimar considerando que sus magnitudes a escala de ciudad, muestran un crecimiento acelerado a principios de la década de los años noventa, que llegó a 11.425 Gwh/año en 1994, y aunque en 2012 bajó a 7.257 Gwh/año, su consumo energético fue semejante al de la industria y el transporte en tal momento. Ello se explicaría, en cierto modo por la reducción de costos por cambios tecnológicos asociados a la eficiencia económica, por ejemplo conversión hacia la iluminación tipo LEED.

Desde el punto de vista del consumo energético per cápita, el sector servicios muestra magnitudes en consumo per cápita desde 1.200 kwh/año en 1980 hasta cerca de 1.000 Kwh /año en 2012, llegando a más de 1.800 Kwh/año en 1994, con una tendencia creciente en general (mapa y gráfica 7-b).

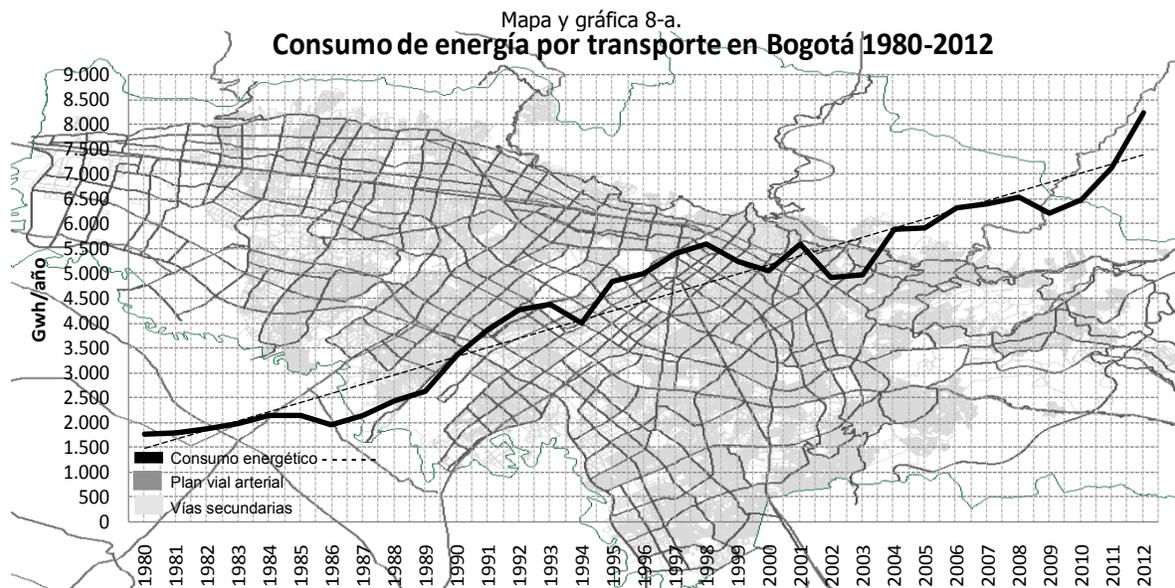


Esta óptica permite ver la correspondencia entre los servicios-equipamientos y el uso que la población hace de ellos, que lógicamente es obvia pero a la vez obviada, porque la población no es consciente de la considerable energía que consume y menos de sus respectivos costos ambientales.

IV. Consumo energético en transporte.

El transporte es una de las principales dinámicas urbanas y económicas vinculadas con la calidad del medio ambiente de la ciudad de Bogotá y con la alteración climática mundial, y la energía implicada en su funcionamiento es un vector esencial en ello, atendiendo esto se presentan a continuación las cifras sobre consumo energético encontradas, a efectos de exponer sus magnitudes, proporciones y sentidos para ser consideradas en la planeación y construcción política del territorio (Mapa y gráfica 8-a).

El consumo energético del transporte en la ciudad de Bogotá en las últimas tres décadas parece ser bastante fluctuante aunque creciente. Ello estaría asociado, entre otros asuntos, a crecimientos poblacionales, económicos, urbanísticos y del parque automotor en definitiva, que han variado según las circunstancias de cada momento.



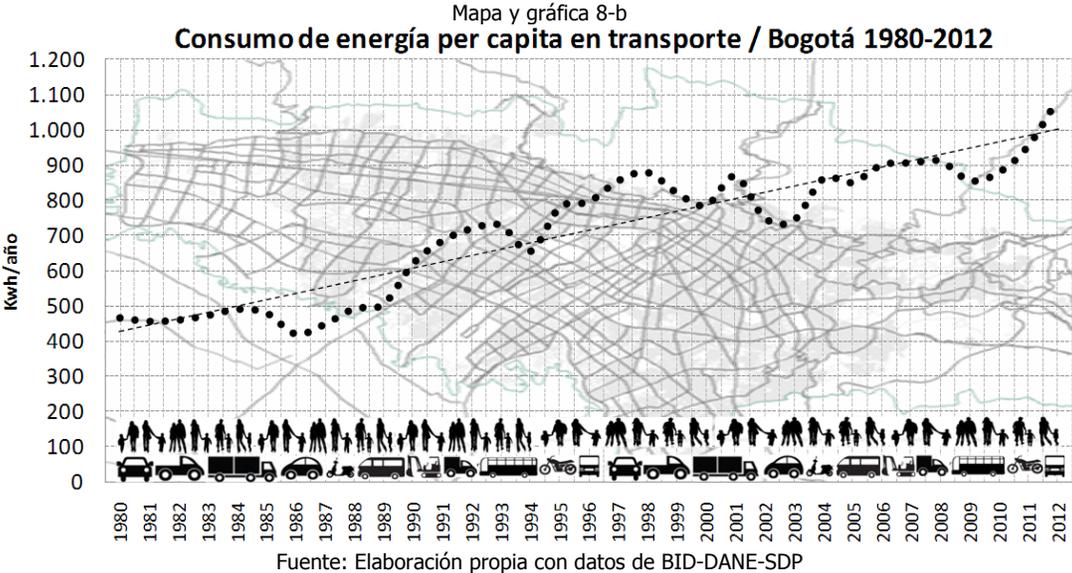
Se ve que en la década de 1.980, el consumo energético implicado en el transporte tenía un valor de 1.752 Gwh/año), por debajo del promedio (4.434 Gwh/año) de las tres décadas analizadas. Ello corresponde a una menor población (aprox. 3'500.000 Hab.), a un servicio de transporte público con buses eléctricos (Trolleys) y a una menor cantidad de vehículos particulares (590.939 unidades).

En la década de 1.990 este consumo energético aumentó casi al doble con un valor de 3.347 Gwh/año, por debajo del promedio (4.434 Gwh/año), como consecuencia del aumento de población (aprox. 5'800.000 Hab.), del reemplazo del transporte público de buses eléctricos (Trolleys) por buses de combustión y del aumento de automóviles particulares asociado a la política económica de apertura a las importaciones.

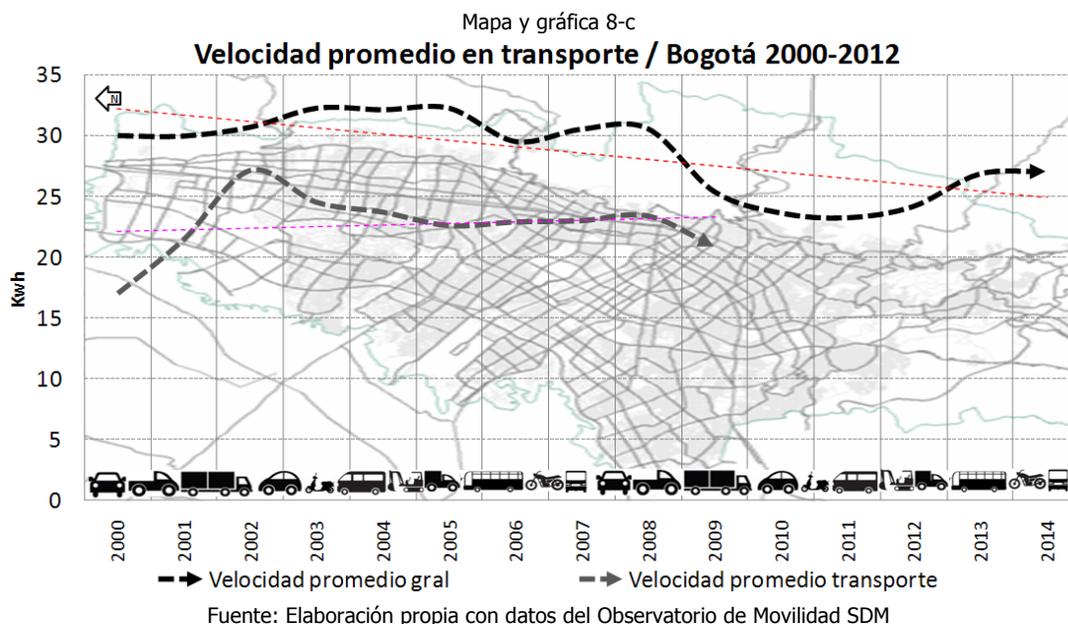
Luego en la década del 2.000 el consumo por transporte continuó creciendo desde 5.040 Gwh/año en el 2.000 hasta 8.242 Gwh/año en 2012, aunque con algunas tendencias a la baja con valores de alrededor de 4.900 Gwh, probablemente por efecto del cambio en el transporte público masivo y la implementación del sistema de troncales de Transmilenio, volviendo a subir en los años siguientes, dado el acelerado incremento del parque automotor que se multiplicó por tres, de 590.939 unidades en 2.002 paso a 1'618.834 unidades en 2.012 y debido a la disminución de la velocidad promedio en la ciudad que bajo de 30.73 k/h en 2.002 a 24.2 en 2.011⁸.

El consumo energético del sector transporte tiene mucho que decir en cuanto a la correspondencia que tiene con la población que hace uso del mismo. Esto por cuanto la cantidad de energía comprometida por persona al año tiene considerables y crecientes magnitudes que no han sido observadas como tal. Se tiene entonces que en 1980 una persona en promedio consumió 500 Kwh/año por este concepto y que de manera creciente y constante este consumo se incrementó a más del doble, con 1.150 Kwh/año en 2012 por persona (mapa y grafica 8-b).

Esta percepción aporta en la construcción del complejo y dinámico panorama de la movilidad urbana y territorial de la población, atendiendo que da cuenta en cierto modo de la correspondencia entre el factor humano y los viajes realizados junto con los medios de transporte utilizados, entre otros asuntos, asociándolos a la energía consumida como factor sustancial del fenómeno.



Así mismo, se presenta de manera muy breve, la correspondencia entre el consumo energético del transporte como tal (mapa y grafica 8-a) y su reflejo en la velocidad promedio (mapa y grafica 8-c), observándose una relación inversa en los sentidos de las tendencias respectivamente. Por lo tanto a mayor consumo de energía menor velocidad, y menor eficiencia en relación al costo-beneficio medioambiental que ello supone.

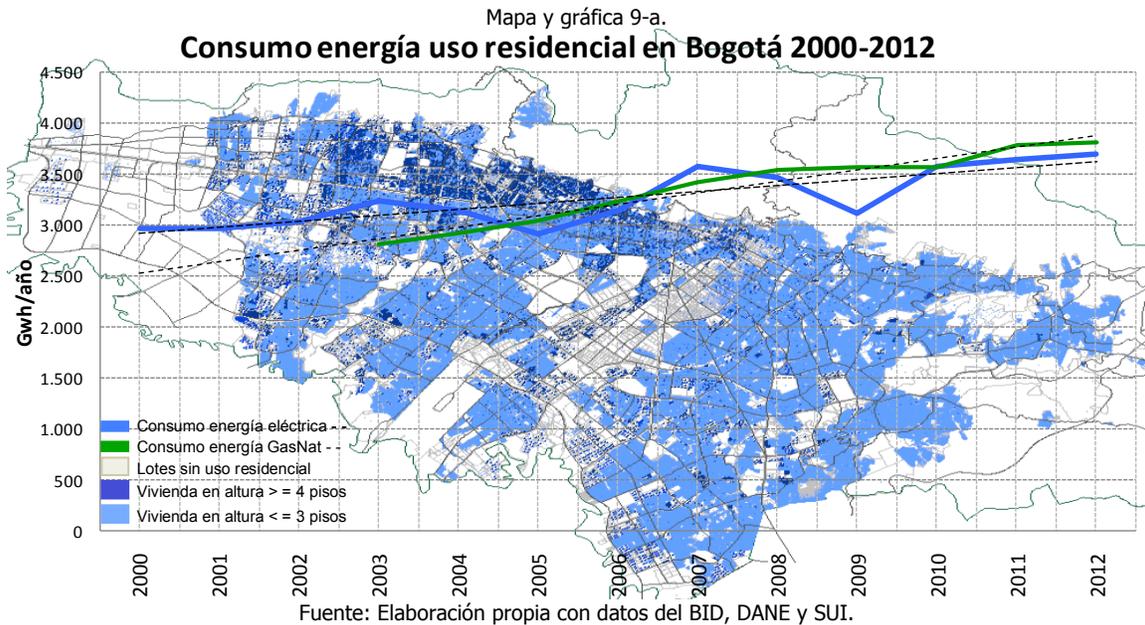


V. Consumo energético en uso residencial.

El uso o sector residencial es una actividad que ocupa cerca del 90% del total de lotes catastrales de la ciudad⁹. Sobre esta ocupación se ubican cerca de 1'892.329 inmuebles de vivienda, en diferentes alturas, densidades y calidades; dispuestas de manera extendida en casi toda el área urbana; y con mayores alturas concentradas especialmente en la zona nor-oriental, y centro oriental y occidental (mapa y gráfica 9-a).

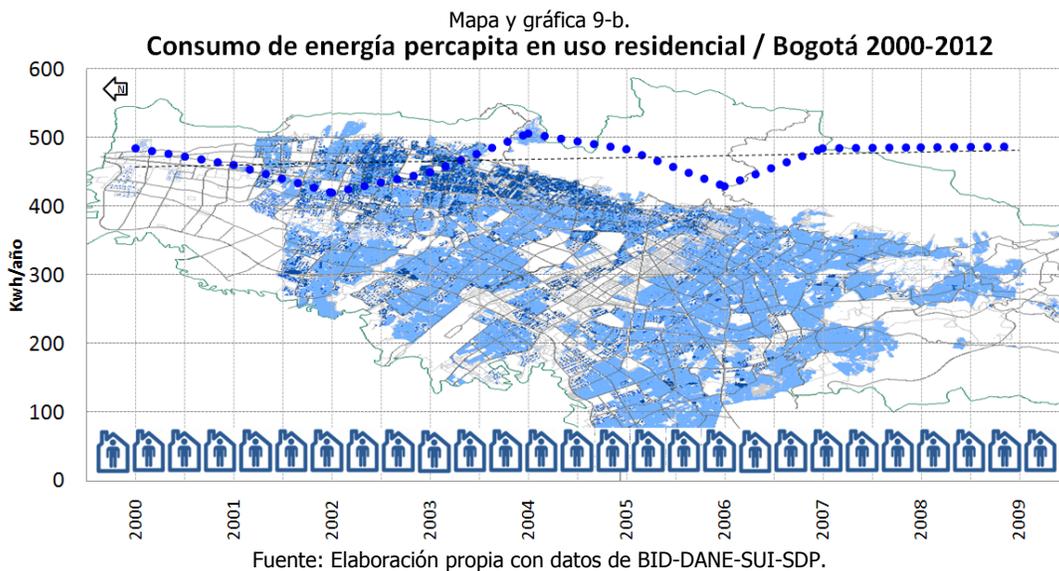
Según se dijo, los consumos para este uso se estimaron solo para el periodo del 2000-2012, por ausencia de información específica, sin embargo es plausible considerar que la tendencia energética de este sector no se aleja mucho de la tendencia de crecimiento de la población urbana de la ciudad asociada a las dos décadas anteriores (1980-1990), la cual ha sido similarmente creciente. Según esto, este uso alcanzó una magnitud de 4.610 Gwh/año en el 2.012 respecto a una población de 7'571.345 habitantes.

En este mismo sentido se considera que el sector residencial es el uso del que dependen los demás sectores o actividades aquí consideradas, en tanto constituye la demanda de la producción, industrial, de los servicios, del transporte y del comercio, por lo mismo el consumo energético de estos es un reflejo de su magnitud básica, que es la población.



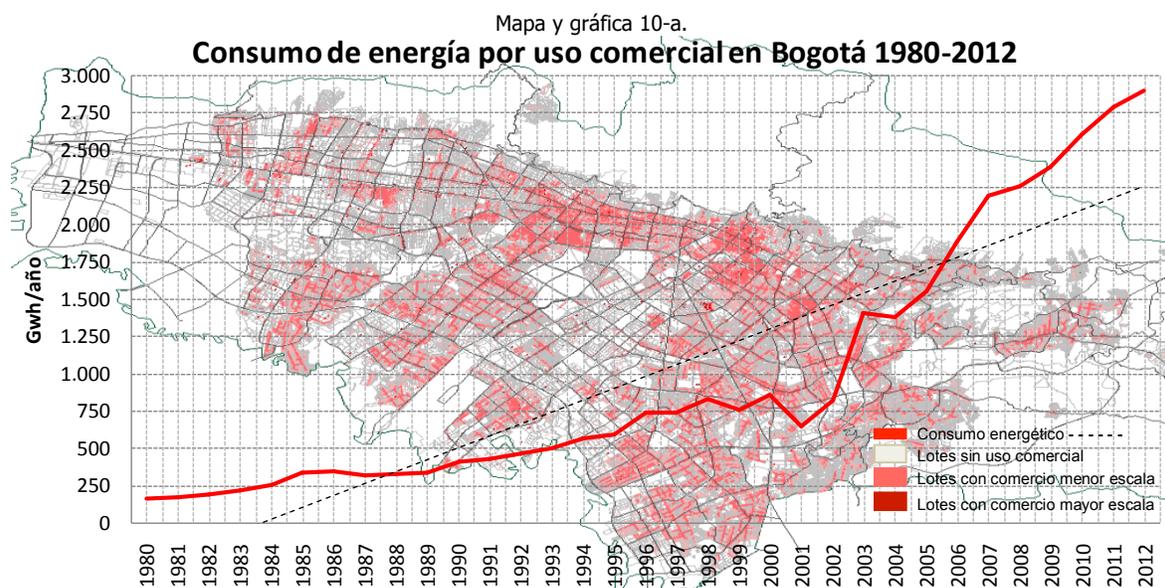
El consumo energético residencial se compone principalmente de energía eléctrica, gas natural y gas licuado propano. El consumo de electricidad para el año 2012 alcanzó un valor de aprox. 3.700 Gwh/año¹⁰, entre tanto el consumo de gas natural 3.814 Gwh/año¹¹.

El consumo per cápita de energía asociado al uso residencial presenta una tendencia relativamente constante, aunque ligeramente creciente. Se observa que en promedio una persona al año viene consumiendo alrededor de 450 kwh/año en la ciudad, indicador que da cuenta de la relación existente entre la población, este uso y los costos ecológicos y económicos implicados en su producción, entre otros aspectos (mapa y gráfica 9-b).



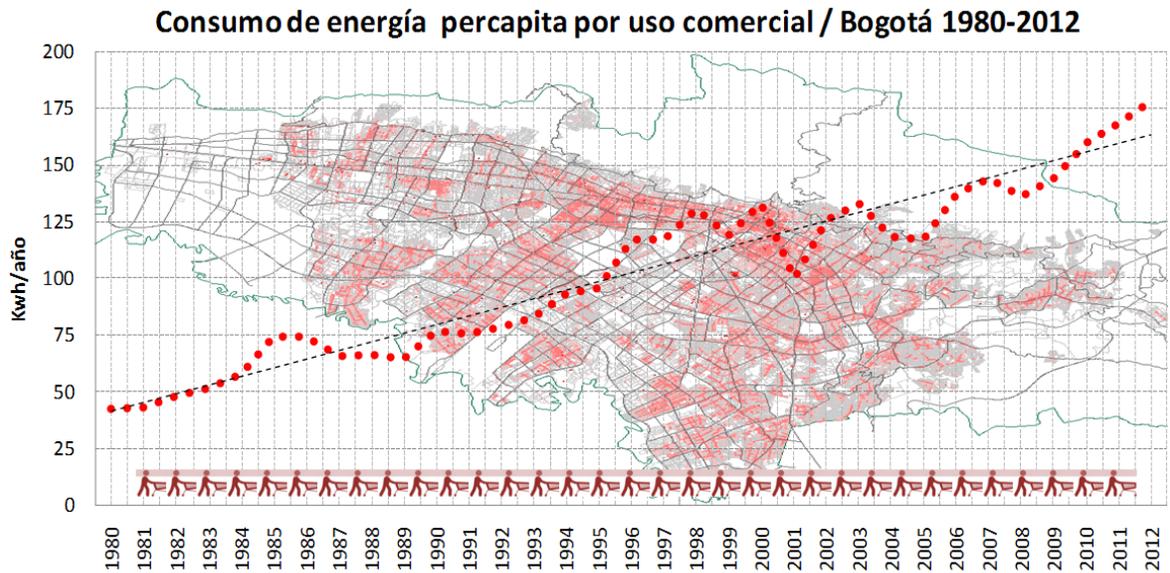
VI. Consumo energético en uso comercial.

El comercio en Bogotá ocupa 223.625 predios, equivalentes al 25% del total de la ciudad (Mapa y gráfica 10-a). Este se extiende sobre las vías principales y secundarias preferiblemente, en variadas modalidades, a escalas menores, medias y mayores; y se concentra especialmente en la zona centro oriental. Su consumo energético ha sido creciente, con una tendencia constante, no obstante algunos altibajos.



Este uso se abastece, de mayor a menor cuantía, con energía eléctrica, gas natural, Diesel oíl y gas licuado propano, principalmente¹², por lo que su impacto ambiental es variable. Tal situación sería menor que la de sectores como la industria y el transporte, aunque habría que tener en cuenta en todo caso sus magnitudes, que muestran un acentuado crecimiento en la década del año 2.000 llegando a cerca de 3.000 Gwh/año en 2.012, lo que se explica, en cierto modo por el incremento de sectores como el residencial y de servicios, entre otros asuntos, que demandan lo que este uso ofrece, entre otros asuntos.

Mapa y gráfica 10-b



Fuente: Elaboración propia con datos del BID, DANE y SUJ.

El consumo per cápita de energía implicado en el uso comercial, tiene una tendencia creciente, aunque inconstante. Se observa la cantidad energía que demanda este uso por persona, la cual normalmente no se considera, al igual que sucede con el uso servicios-equipamientos, siendo en todo caso significativo que en el año 2012 por persona el uso comercial demanda cerca de 175 kwh/año, mientras que para el año 1980 fue de cerca de 40 kwh/año (mapa y gráfica 10-b).

Bibliografía

¹ SIEMENS y EUI (Economist inteligente Unit), vienen desarrollando un índice de ciudades verdes, denominado GREEN INDEX, que comprende algunos indicadores energéticos aunque de manera muy general.

² PLAN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y DE FUENTES RENOVABLES PARA BOGOTÁ, ACTUALIZACION MATRIZ ENERGÉTICA, SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE, Omar Prias C., Bogotá, enero 22 de 2014

³ Según los cálculos realizados para la construcción del Índice de Sustentabilidad Urbana de Bogotá 2010-2012, la suma total de energía consumida para la ciudad sería de entre 35.682 Gwh a 38.498 Gwh,

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:dyps3tDguRsJ:oab.ambientebogota.gov.co/es/documentacion-e-investigaciones/resultado-busqueda/indice-de-sustentabilidad-urbana-en-bogota+&cd=1&hl=es-419&ct=clnk&gl=co>

⁴ 4 Base de datos geográfica Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital, 2014, Bogotá DC.

⁵ Base de datos geográfica Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital, 2014, Bogotá DC.

⁶ Pugliese De la Cruz Gisell, Los servicios en la capital: Fuente de crecimiento y empleo, Observatorio de desarrollo económico, 2014-06-09,

⁷ PROGRAMA DE USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA Y FUENTES NO CONVENCIONALES – PROURE, Informe Final PLAN DE ACCIÓN 2010-2015 OMAR FREDY PRIAS CAICEDO Consultor Bogotá D.C., 19 de Abril de 2010

⁸ Movilidad en cifras 2012, Secretaria de Movilidad 2012

⁹ 800.000 de 890.607 unidades, según mapa catastral 2012-2014

¹⁰ Análisis de la situación energética de Bogotá y Cundinamarca, Fedesarrollo y Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá, 2013.

¹¹ SUI, Sistema Unificado de Información, Super-Intendencia de Servicios Públicos

¹² PROGRAMA DE USO RACIONAL Y EFICIENTE DE ENERGÍA Y FUENTES NO CONVENCIONALES – PROURE, Informe Final PLAN DE ACCIÓN 2010-2015 OMAR FREDY PRIAS CAICEDO Consultor Bogotá D.C., 19 de Abril de 2010