

Impacto del Programa de Mínimo Vital de Agua Potable en el consumo promedio de agua de la ciudad de Bogotá .

Secretaría Distrital del Hábitat
Subsecretaría de Planeación y Política
Subdirección de Información Sectorial





**BOGOTÁ
MEJOR
PARA TODOS**

**Secretario Distrital del Hábitat
Guillermo Herrera Castaño**

**Subsecretario de Planeación y Política
Armando Ojeda Acosta**

**Subdirector de Información Sectorial
Oscar Arcos Palma**

**Equipo Técnico
Cristián Torres
Carlos Quiñonez**

**Corrección de estilo
Isaac Echeverry Watcher**

Bogotá, 2017

Contenido

Resumen	4
Introducción	4
El Programa	6
Datos	7
Metodología	8
Resumen	8
Resultados	17
Efectos por localidad	21
Conclusiones y recomendaciones	23
Anexo	23
Bibliografía	30

Resumen

Este documento tiene como objetivo estimar el posible efecto causal en el consumo de agua en la ciudad de Bogotá del Programa de Mínimo Vital de Agua Potable en adelante (PMVAP) el cual garantiza a los hogares de viviendas estrato uno y dos un mínimo de 6 metros mensuales de agua potable gratis, esto a través de la metodología de panel sintético, identificando efectos heterogéneos entre localidades. Este ejercicio estimó que gracias al PMVAP los hogares bogotanos de estratos 1 y 2 consumen en promedio 0.53m^3 más de agua al mes, con los mayores efectos en las localidades de Suba, Engativá y Kennedy. El estudio también encontró que las localidades con los menores ingresos, donde se esperaban mayores impactos, son localidades con impactos cercanos a cero, lo cual, podría ser evidencia que el programa no solo suplió una necesidad de consumo adicional en los hogares más vulnerables, sino que generó una recomposición de su patrón de gasto, hipótesis difícil de corroborar por la falta de información. Otra pregunta que deja abierta este documento es si realmente el aumento del consumo se generó en los hogares cuyo consumo promedio no alcanzaba a lograr el mínimo básico¹ o solo fue un aumento generalizado. Este documento también hace hincapié en lo poco conveniente de basar un sistema de focalización en la estratificación socioeconómica de las viviendas y no en las condiciones de vulnerabilidad de los hogares.

Introducción

La Asamblea General de las Naciones Unidas reconoce abiertamente que “...*que el derecho al agua potable y el saneamiento es un derecho humano esencial para el pleno disfrute de la vida y de todos los derechos humanos*”. Así mismo, en los Objetivos y Metas del Desarrollo Sostenible planteados por PNUD con el fin de erradicar la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad se incluye el de “*Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos*”; estableciendo como meta que para el año 2030 exista acceso universal y equitativo al agua potable con un precio asequible para todos (DESARROLLO, 2017).

Es así como resulta una obligación para los gobiernos trabajar en pro del suministro de agua potable para su población. De tal forma, la Constitución Política de Colombia en su artículo 368 establece lo siguiente: “*La Nación, los departamentos, los distritos, los municipios y las entidades descentralizadas podrán conceder subsidios, en sus respectivos presupuestos, para que las personas de menores ingresos puedan pagar las tarifas de los servicios públicos domiciliarios que cubran sus necesidades básicas*”. Por su parte, en Bogotá se estableció el Acuerdo 347 de 2008 “*Por el cual se*

¹ Para la ciudad de Bogotá este consumo básico es de 11 metros (Maria del Carmen Santana, 2017).

establecen los lineamientos de la política pública del agua en Bogotá, D.C.". En este acuerdo se establecen los lineamientos para una política pública que permita asegurar que la población bogotana satisfaga sus necesidades actuales respecto al recurso hídrico. Igualmente, el acuerdo establece que la Administración Distrital debe procurar garantizar un Mínimo Vital, definido éste como la *"...cantidad mínima de agua que permita a las personas llevar una vida en condiciones dignas conforme a lo establecido en la Constitución Política y la Ley"*.

Los avances en este aspecto para la ciudad de Bogotá se reflejan en la creación del Programa de Mínimo Vital de Agua Potable en adelante (PMVAP) implementada a través del Decreto 485 de 2011 *"Por el cual se adopta el Plan Distrital del Agua"*. Así las cosas, el Artículo 4 menciona que *"El Distrito Capital reconocerá una cantidad de agua potable medida en metros cúbicos para asegurar a las personas una subsistencia digna con el fin de satisfacer sus necesidades básicas de alimentación, salubridad y saneamiento básico, la cual se ha fijado en 6 metros cúbicos mensuales a cada suscriptor del servicio de acueducto, localizado en su jurisdicción, perteneciente a la clase de uso residencial, cuya vivienda corresponda al estrato socioeconómico 1, de acuerdo con los criterios señalados en el Plan Distrital del Agua "Compromiso de Todos" y su documento técnico soporte"*.

El Artículo 4 del Decreto 485 de 2011, se modifica en el Decreto 64 de 2012 en el que principalmente se establece el público objetivo del PMVAP. De esta manera, el Artículo 4 queda establecido de la siguiente forma: *"Fijase en seis (6) metros cúbicos mensuales la cantidad de agua potable que deberán suministrar las Prestadoras del Servicio de Acueducto, como mínimo vital, para asegurar a las personas de los estratos socio-económicos uno y dos, de uso residencial y mixto, una vida digna que permita satisfacer sus necesidades básicas. Esta cantidad le será suministrada sin costo alguno a cada suscriptor del servicio de acueducto de esos estratos, localizado en Bogotá, D.C., y el valor económico que para las Prestadoras del servicio represente dicho suministro, será reconocido por la Administración Distrital."*

Ahora bien, el propósito de este documento es estimar el impacto en el consumo medio de agua potable en los estratos 1 y 2, atribuible a la implementación del PMVAP en la ciudad de Bogotá. Para el cumplimiento de este propósito se utiliza la metodología de panel sintético propuesta por (Alberto ABADIE, 2010), la cual, permite estimar un control sintético para el consumo promedio de agua por localidad² como la combinación lineal de los resultados de consumo promedio en los estratos 1 y 2

² Debido a que en algunas localidades de la ciudad de Bogotá la presencia de los estratos 1 y 2 es muy baja o nula se decidió agrupar los hogares beneficiarios de las localidades de: Barrios Unidos, Puente Aranda, Teusaquillo, Antonio Nariño, Los

en otras ciudades del país teniendo como criterio la similitud entre estos controles y las distintas localidades de la ciudad en los resultados de consumo promedio en los periodos anteriores a la intervención y algunas variables consideradas fundamentales para el consumo promedio de agua en una ciudad (Maria del Carmen Santana, 2017).

- Altitud de las ciudades.
- Ingreso per cápita medio.
- Precio por unidad de consumo.
- Tamaño de la ciudad medido como la población de la localidad.

Debido a la imposibilidad de asociar a los suscriptores algún tipo de ingresos el grupo investigador trata de ver los efectos del programa por localidad y de esta manera asumiendo estabilidad agregada entre las diferencias socioeconómicas de las mismas se hace un análisis de efectos heterogéneos del programa por condiciones socioeconómicas de los hogares.

Así las cosas, el documento se divide en seis secciones adicionales a la introducción. La segunda sección, se realiza una reseña del PMVAP en Bogotá. La tercera sección, se ocupa de mostrar los datos seleccionados para la investigación y de explicar en detalle la estrategia empírica utilizada en esta investigación. La cuarta sección, se encarga de revelar los resultados obtenidos, y finalmente, la quinta sección muestra las conclusiones y recomendaciones del estudio.

El Programa

El Plan Distrital del Agua de Bogotá se estableció a través del Acuerdo 347 de 2008 *"Por el cual se establecen los lineamientos de la política pública del agua en Bogotá, D. C."*. En este Plan se incluyen varios objetivos, estrategias y programas en pro de proteger y garantizar una cantidad mínima de agua potable para la población más vulnerable (ver Ilustración 1).

Mártires, Chapinero, Usaquén y Fontibón, logrando agrupar un total de 64.487 hogares cifra similar a la registrada por la localidad de Engativá en cuanto a peso de estos estratos dentro de su población, la cual registra un total de 63.239 hogares estrato 1 y 2. Estos datos son tomados de la Encuesta Multipropósito (EM) de 2014 realizada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), ver Anexo 1.



Ilustración 1 Estructura del Acuerdo 347 de 2008 Fuente: Elaboración propia a partir del Documento Técnico de Soporte del Plan Distrital de Agua “compromiso de todos”. 2011.

Ahora bien, el PMVAP fue implementado en Bogotá a través del Decreto 485 de 2011. En este decreto, se fija que los primeros beneficiarios serían los hogares de estrato 1, posteriormente, se ampliaría el programa al estrato 2 a través del Decreto 064 de 2012. Desde ese entonces, el beneficio del PMVAP ha llegado a aproximadamente a 668.601 suscriptores³ de la capital (estrato 1 y 2 de uso residencial). Estos hogares beneficiados cuentan con el acceso gratuito a seis metros cúbicos de agua mensuales.

El Artículo 6 del Decreto 347 de 2008 da a la Secretaría Distrital del Hábitat la función de validar la relación de los suscriptores beneficiarios del PMVAP, tanto de la información como las cuentas de cobro radicadas por las personas prestadoras del servicio de acueducto y una vez legalizadas las remitirá a la Secretaría Distrital de Hacienda – Dirección Distrital de Presupuesto, quien elaborará el orden de pago por cada persona prestadora del servicio de acueducto y correrá traslado de las mismas a la Dirección Distrital de Tesorería, quien realizará el giro de los recursos de acuerdo con el procedimiento vigente.

Datos

Para el presente documento se tienen las siguientes fuentes de información:

³ Subdirección de Servicios Públicos de la SDHT.

- Consumo promedio y precio por unidad de consumo para las ciudades distintas a Bogotá: Esta información tiene como fuente el Sistema Único de Información (SUI) de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.
- Consumo promedio y precio por unidad de consumo para Bogotá: Esta información tiene como fuente la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá EAB ESP la cual cubre el servicio para más del 90% de los suscriptores de la ciudad.
- Altitud de las ciudades: Esta información es tomada del INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC).
- Ingreso per cápita medio: Esta información tiene como fuente el reporte anual de la Gran Encuesta de Integrada de Hogares (GEIH) sobre pobreza realizado por el (DANE)⁴.
- Población: Esta información tiene como fuente las proyecciones de población realizadas para las distintas ciudades del país por el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) con base en el Censo 2005 realizado por la misma entidad.

Cadena de valor

Todos los hogares bogotanos de estratos uno o dos de manera automática son beneficiarios del PMVAP, recibiendo de manera gratuita los primeros seis metros cúbicos del consumo bimestral generado. Este programa busca propiciar las condiciones necesarias para que los hogares más vulnerables de la ciudad logren alcanzar un mínimo de consumo básico, mejorando el bienestar del hogar en cuanto a condiciones de alimentación y salubridad o generando procesos de recomposición en los patrones de gasto dando prioridad a rubros como gasto en capital humano (educación) o alimentación. Ahora bien, si bien es de esperarse un impacto positivo en el consumo de agua debido al proceso de focalización basado en el estrato socioeconómico no es posible saber si este aumento en el consumo de agua está asociado a los hogares cuyo consumo básico no lograba alcanzar el consumo básico antes de la entrada del programa.

Resumen

La variable consumo promedio de agua y valor por unidad de consumo, sufrieron los siguientes filtros de validación:

⁴ Debido a que el informe anual de la GEIH no permite desagregar los resultados de Bogotá por localidad, se decide tomar el dato anual del ingreso para Bogotá y ajustar este resultado a las brechas de ingreso registradas entre localidades en la EM de 2014, la cual, si posee representatividad por localidad, si bien el equipo investigador entiende las limitaciones de suponer que estas brechas de ingreso se mantienen en el tiempo, también, considera que es una buena opción para aproximar esta información no disponible. Además de esto, para las ciudades que no son reportadas en la GEIH se imputa el ingreso registrado para la categoría cabeceras de esta misma operación estadística.

- Se remplazaron por la mediana aquellos consumos o valores por unidad de consumo que rompían la siguiente regla $C_{ijk} < 0$, donde C_{ijk} es el consumo o valor promedio de la localidad i , en el mes j en el año k .
- Se remplazaron por el promedio los consumos o valores por unidad de consumo que rompían la siguiente regla $C_{ijk} > Q_3 + 1.5IQR$ o $C_{ijk} < Q_1 - 1.5IQR$ donde Q_1 es el primer cuartil, Q_3 el tercer cuartil y $IQR = Q_3 - Q_1$.

El primer paso en este trabajo es dar una pequeña descripción del funcionamiento del programa en la ciudad. Bogotá ha gastado desde 2012 un total de 294 mil 823 millones de pesos en el PMVAP atendiendo a un promedio anual de 668.601 suscriptores, los cuales, en su totalidad se encuentran en los estratos 1 y 2 de la ciudad con un gasto bimestral por suscriptor de 13.841 pesos.

Tabla 0-1Tabla 1: Inversión anual PMVAP Fuente: EAB, cálculos SDHT-SIS.

Año	Descuento mínimo vital	Número de Beneficiarios	Gasto Anual Suscriptor	Gasto Bimestral Suscriptor
2012	\$ 48.255.428.713	626.602	\$ 77.011	\$ 12.835
2013	\$ 52.642.470.324	635.755	\$ 82.803	\$ 13.801
2014	\$ 56.094.916.864	651.631	\$ 86.084	\$ 14.347
2015	\$ 59.535.370.190	666.023	\$ 89.389	\$ 14.898
2016	\$ 59.381.037.282	674.845	\$ 87.992	\$ 14.665
2017 ⁵	\$ 18.914.440.207	756.753	\$ 24.994	\$ 12.497

Según la Encuesta Multipropósito (EM) los hogares beneficiarios del Mínimo Vital representaban en 2014 el 51,7% de la población de la ciudad. Estos hogares también registraban un nivel de cobertura en el servicio de acueducto superior al 99%, niveles de pobreza monetaria del 36,4% y el 20% para el estrato 1 y 2 respectivamente. Este hecho muestra la gran diferencia entre los perfiles socioeconómicos de estos dos grupos, diferencias que se hacen más evidentes al analizar el índice de Necesidades Básicas Insatisfechas NBI para el estrato 1, el cual muestra una incidencia del 11,2% superior en 6 p.p respecto al estrato 2 y 7 p.p al agregado de Bogotá. Además de las diferencias entre estratos dentro de los mismos existe una alta heterogeneidad en los patrones de ingreso y gasto de los hogares beneficiarios. Estas heterogeneidades se evidencian en los altos coeficientes de variación presentados por los estratos 1 y 2 en las variables de ingreso y gasto en servicios públicos, donde en la gran mayoría de las variables son los estratos 1 y 2 los más heterogéneos en cada tema, de especial manera en el gasto en acueducto, ver tabla 2.

⁵ Información hasta marzo de 2017.

Tabla 0-2 Coeficiente de variación de las variables de ingreso y gasto en servicios públicos por estrato en Bogotá,
Fuente: EM 2014 (DANE)

Estrato	Ingreso imputado de la unidad de gasto			Ingreso percapita de la unidad de gasto			Gasto en acueducto			Gasto en servicios básicos		
	Desviación típica	Media	CV	Desviación típica	Media	CV	Desviación típica	Media	CV	Desviación típica	Media	CV
1	1.300.398	1.379.837	94	667.748	446.803	149	12.984	10.815	120	66.739	40.983	163
2	1.876.087	1.832.260	102	574.501	591.157	97	27.300	18.967	144	54.154	63.205	86
3	2.799.176	3.065.654	91	1.220.547	1.129.157	108	32.673	35.075	93	86.058	109.315	79
4	5.403.048	6.251.919	86	2.829.185	2.738.544	103	53.924	54.289	99	85.816	150.499	57
5	7.173.539	9.434.462	76	3.855.082	4.249.203	91	61.688	89.113	69	195.964	244.480	80
6	10.282.979	11.061.268	93	5.636.010	5.771.354	98	67.195	104.661	64	154.811	315.755	49
Total	4.074.438	3.164.049	129	2.030.020	1.240.407	164	40.975	32.839	125	99.714	99.232	100

La implementación de una política pública hace necesario como primera medida identificar las características y necesidades de la población objetivo a la cual está dirigida dicha política. Este ejercicio permite tener una acertada planeación institucional, lo que consiste en presentar servicios focalizados que responden satisfactoriamente al mayor número de requerimientos y la satisfacción de las necesidades de los ciudadanos, lo cual no es tan claro en este programa ya que la población beneficiaria logra tener tanto grado de heterogeneidad en perfiles de ingreso y gasto que hacen de la operación del programa algo ineficiente a la hora de optimizar gastos (metros subsidiados) versus resultados (número de hogares vulnerables que lograron alcanzar un nivel de consumo básico no alcanzable antes del programa).

La tabla 3 muestra que las localidades con mayor número de beneficiarios son: Bosa (125.728 suscriptores), Kennedy (103.266 suscriptores) y Ciudad Bolívar (92.500 suscriptores) agrupando el 49,3% de los beneficiarios del programa. La tabla también muestra que los costos por suscriptor más altos se encuentran en las localidades de Antonio Nariño (\$17.900), Tunjuelito (\$16.284) y Suba (\$15.227).

Tabla 0-3 Inversión PMVAP año 2014 por localidad. Fuente: EAB, cálculos SDHT-SIS

Etiquetas de fila	Número de suscriptores 2014	Dinero Anual Facturado Mínimo Vital 2014	Gasto Anual por suscriptor	Gasto bimestral por suscriptor
CIUDAD BOLIVAR	92.560	\$ 6.339.348.638	\$ 68.489	\$ 11.415
USME	60.900	\$ 4.373.281.052	\$ 71.810	\$ 11.968
CANDELARIA	2.487	\$ 184.421.509	\$ 74.144	\$ 12.357
LOS MARTIRES	1.131	\$ 84.509.055	\$ 74.699	\$ 12.450
BARRIOS UNIDOS	16	\$ 1.263.184	\$ 78.135	\$ 13.023
CHAPINERO	3.315	\$ 260.432.941	\$ 78.562	\$ 13.094
PUENTE ARANDA	353	\$ 28.467.891	\$ 80.722	\$ 13.454
USAQUEN	8.888	\$ 727.328.711	\$ 81.834	\$ 13.639
SANTA FE	12.527	\$ 1.072.875.431	\$ 85.647	\$ 14.275
RAFAEL URIBE	37.765	\$ 3.268.812.570	\$ 86.556	\$ 14.426
SAN CRISTOBAL	54.130	\$ 4.810.168.668	\$ 88.864	\$ 14.811
BOSA	125.728	\$ 11.341.810.989	\$ 90.209	\$ 15.035
TEUSAQUILLO	7	\$ 635.920	\$ 90.846	\$ 15.141
FONTIBON	17.661	\$ 1.626.246.453	\$ 92.080	\$ 15.347
KENNEDY	103.266	\$ 9.583.418.177	\$ 92.803	\$ 15.467
ENGATIVA	38.731	\$ 3.644.816.806	\$ 94.106	\$ 15.684
SUBA	77.801	\$ 7.341.379.106	\$ 94.362	\$ 15.727
TUNJUELITO	13.908	\$ 1.358.836.582	\$ 97.704	\$ 16.284
ANTONIO NARIÑO	457	\$ 46.863.181	\$ 102.545	\$ 17.091

La figura 2 muestra el comportamiento de la inversión total del programa año a año desde 2012 hasta 2016 por localidad evidenciando una fuerte tendencia creciente entre los años 2012 y 2015 explicada por un aumento sostenido en el número de suscriptores estrato 1 y 2 entre estos años, tendencia que tiende a estabilizarse entre 2015 y 2016.

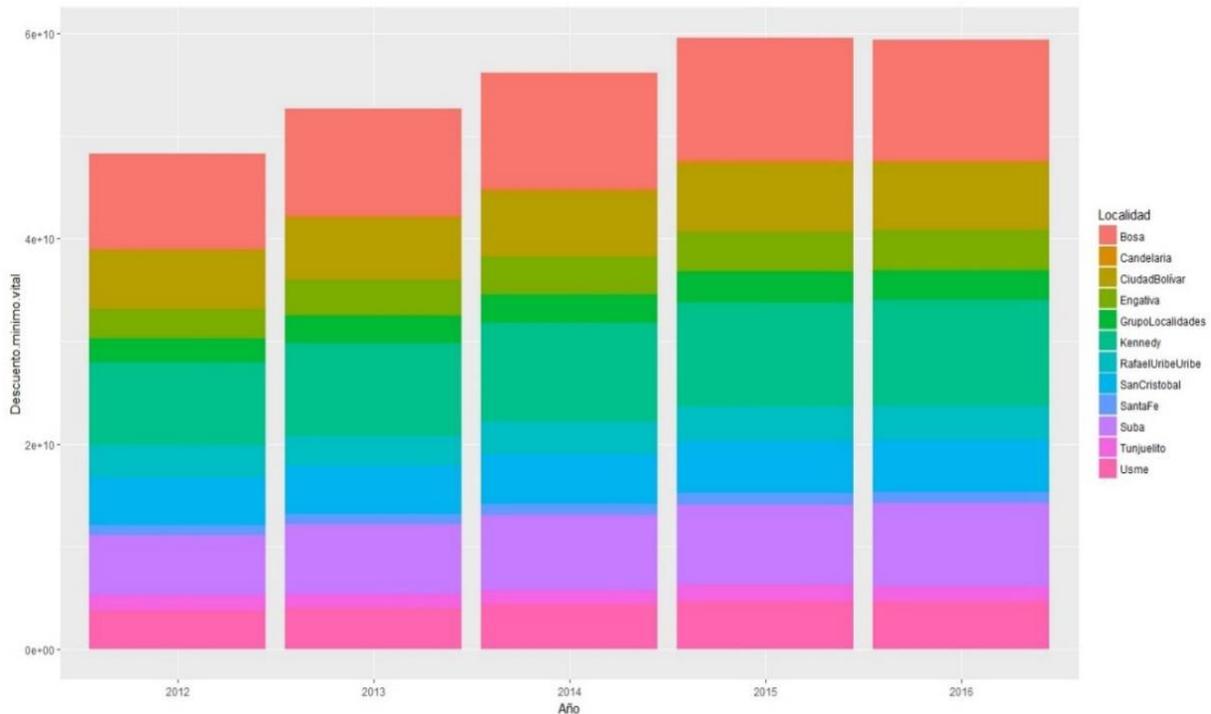


Ilustración 2 Comportamiento anual del gasto en el PMVAP por localidad. Fuente: EAB, cálculos SDHT-SIS

Descrito el programa, el siguiente paso es establecer el sentido y la relevancia de las relaciones entre la variable de interés consumo promedio de agua potable y las variables planteadas como explicativas, dando luces de cuáles pueden ser los candidatos más fuertes para construir el contrafactual del consumo de agua potable de los hogares beneficiarios del Mínimo Vital en la ciudad.

La figura 3 muestra el consumo histórico promedio de cada una de las ciudades analizadas según el clima predominante en la región, en ella se aprecia que los consumos más altos se registran en las ciudades de Bucaramanga, Cali y Sincelejo siendo esta última la de mayor dispersión en los datos. Se puede ver cómo la gran mayoría de las localidades de la ciudad presentan consumos promedio por debajo del registrado para las ciudades consideradas de clima templado, lo que ubica a los posibles contrafactuales en el rango de ciudades de clima frío.

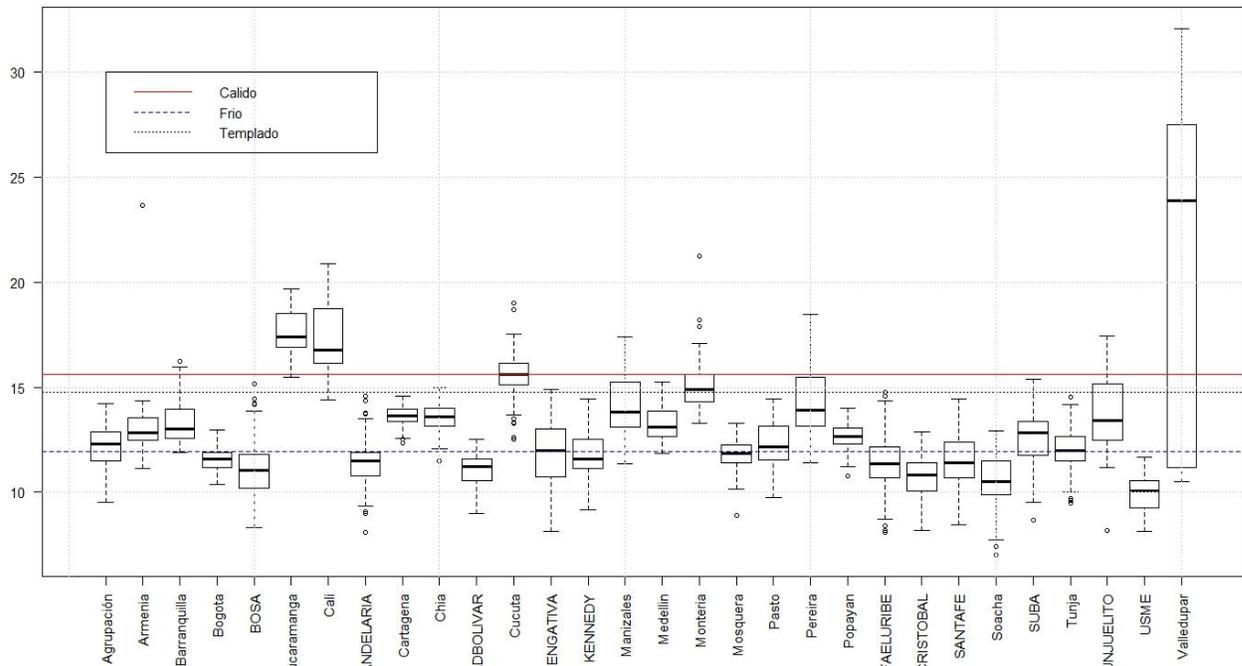


Ilustración 3 Comportamiento del consumo promedio estratos 1 y 2 en las ciudades analizadas. Fuente: EAB, cálculos SDHT-SIS

En la tabla 4 se muestran los consumos promedios para los grupos de ciudades consideradas de clima frío, templado y cálido según su altitud, ésta muestra que las ciudades de clima cálido tienen un consumo de 3,6 metros cúbicos superior al registrado por las ciudades de clima frío.

Tabla 0-4 Consumo promedio por tipo de clima. Fuente: EAB, cálculos SDHT-SIS

Clima	Consumo	Desvest	CV
Cálido	15,6269	4,3422	27,8%
Frio	11,9397	1,8202	15,2%
Templado	14,7701	2,3294	15,8%
Total general	13,3019	3,0645	23,0%

La figura 4 ilustra la relación negativa presente en la base de datos entre el consumo promedio y el valor promedio por unidad de consumo, la cual, muestra tener una fuerte tendencia negativa con un coeficiente de correlación igual a -0,68.

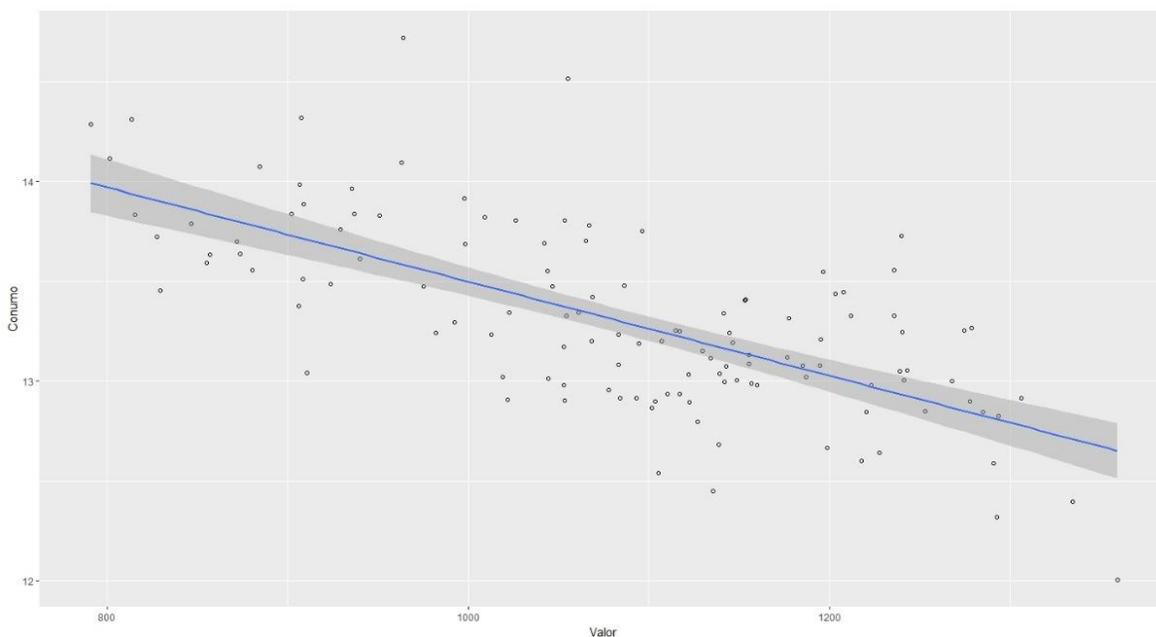


Ilustración 4 Relación entre el consumo y el valor por unidad de consumo. Fuente: EAB, cálculos SDHT-SIS

La tabla 5 muestra el comportamiento del consumo promedio de agua por parte de los suscriptores de estrato 1 y 2 en la capital, esta tabla muestra que históricamente estos hogares consumen mensualmente 11,8 metros cúbicos de agua potable al mes. También se evidencia una tendencia decreciente en el consumo promedio entre los años 2015 y 2017, lo cual, puede ser atribuido a la fuerte política mediática pro ahorro de agua y energía realizada por el gobierno nacional durante la fuerte sequía registrada entre 2015 y 2016, fenómeno que el equipo investigador considera afecta a todas las regiones de manera uniforme de tal manera que la capacidad de la metodología para aislar el efecto del PMVAP sobre el consumo promedio de los beneficiarios no se ve afectada de manera significativa.

Tabla 0-5 Consumo promedio por suscriptor agua potable estratos 1 y 2 de la ciudad de Bogotá. Fuente: EAB, cálculos SDHT SIS

Año	Cantidad de Suscriptores	Consumo promedio por suscriptor	Desviación de Consumo por suscriptor
2006	520.194	12,92	5,15
2007	536.621	13,52	7,30
2008	542.466	13,92	7,82
2009	564.626	14,63	11,05
2010	585.605	12,76	8,70
2011	602.262	11,90	4,61
2012	626.602	11,53	4,65
2013	635.755	12,35	7,44
2014	651.631	11,47	3,81
2015	666.023	11,15	3,93
2016	674.845	10,96	4,51
2017	756.753	10,88	4,48

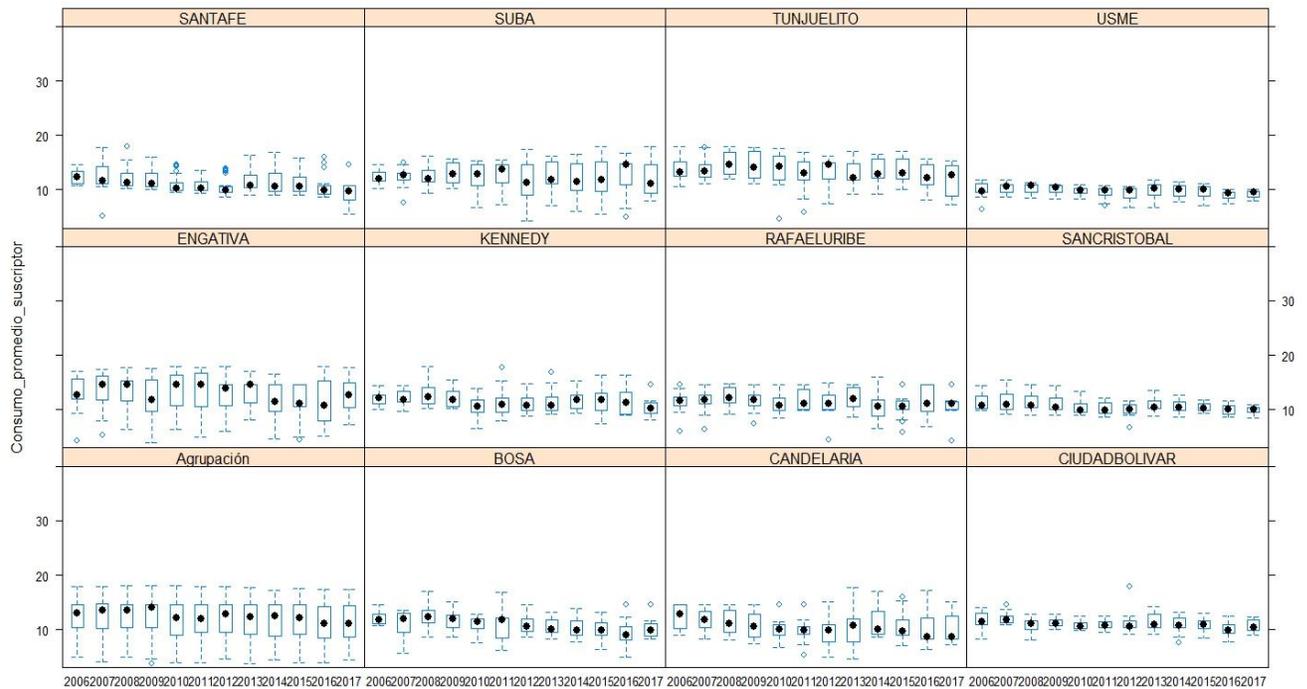


Ilustración 5 Comportamiento del consumo promedio de los suscriptores de estrato 1 y 2 en Bogotá por localidad para los años 2006 a 2017. Fuente: EAB, cálculos SDHT-SIS.

La figura 5 muestra un comportamiento histórico del consumo promedio de agua bastante estable en las localidades de Ciudad Bolívar, Usme y Kennedy comportamiento totalmente opuesto al registrado en las localidades de Suba, Santa Fe y Engativá.

Metodología

Con el fin de medir el impacto del PMVAP en el consumo de agua de los hogares estrato 1 y 2 de Bogotá, se propone trabajar con la metodología propuesta por (Alberto ABADIE, 2010) quienes definen una unidad de control sintético como una combinación convexa de las unidades de control, cuyas características son similares a las de la unidad tratada antes de la intervención, esta metodología tiene la ventaja de permitir evaluar la similitud del tratamiento con su contraparte sintética. Con este fin, se pretende usar los consumos promedio de los suscriptores de estrato 1 y 2 de las ciudades reportadas en el SUI, y además, se supondrá que el consumo medio de agua en la ciudad está determinado por el precio, el tamaño poblacional de la ciudad, su altitud frente al nivel del mar y el ingreso per cápita medio.

Para la exposición de la metodología se supone que existe una sola unidad intervenida, esto por facilidad en la presentación, pero esta metodología puede ser fácilmente expandida a varias unidades

intervenidas. De manera formal se tiene que para la medición del impacto de un programa X se supone un registro de $J + 1$ unidades observadas en T períodos de tiempo con una unidad intervenida⁶, lo cual, genera J unidades de insumo para la estimación del contrafactual sintético. Dada una intervención que ocurre en el periodo $T_0 + 1$ de tal manera que $1, 2, 3, \dots, T_0$ son los períodos pre-intervención y $T_0 + 1, T_0 + 2, T_0 + 3, \dots, T$ son los periodos post-intervención.

Se define Y_{it}^N como el posible valor de Y para el individuo i en el periodo t si la unidad no es intervenida y Y_{it}^I como el posible valor de Y para el individuo i en el periodo t si la unidad es intervenida.

El objetivo de la metodología es estimar Y_{it}^N para los periodos $T_0 + 1, T_0 + 2, T_0 + 3, \dots, T$ a través de la combinación convexa de las J unidades restantes. Los autores proponen escoger aquel $W = (w_2, \dots, w_{J+1})$ ⁷ que genere la mejor aproximación a las variables pre-intervención en la unidad de interés, es decir, un W tal que $\sum_{j=2}^{J+1} w_j U_j = U_1$, además este W debe ser aquel que mejor asemeje a M combinaciones lineales de los resultados pre-intervención de la unidad $(\bar{Y}_i^{K_1}, \bar{Y}_i^{K_2}, \bar{Y}_i^{K_3}, \dots, \bar{Y}_i^{K_M})$, es decir, $\sum_{j=2}^{J+1} w_j \bar{Y}_i^{K_1} = \bar{Y}_1^{K_1}, \dots, \sum_{j=2}^{J+1} w_j \bar{Y}_i^{K_M} = \bar{Y}_1^{K_M}$. De esta manera el impacto estimado queda dado por:

$$\hat{\alpha}_t = Y_{1t} - \sum_{j=2}^{J+1} w_j^* Y_{jt}$$

Debido a que en la aplicación empírica no es frecuente encontrar un $W = (w_2, \dots, w_{J+1})$ que cumpla las condiciones de identidad de manera exacta, se elige un W que las cumpla de manera aproximada.

El criterio usado por el paquete⁸ estadístico usado para los cálculos es escoger un W que minimice la distancia:

$$\sqrt{(X_1 - X_o W)' V (X_1 - X_o W)}$$

⁶ De manera inicial es solo una unidad intervenida la ciudad de Bogotá, pero dada la heterogeneidad presente entre localidades dentro de la ciudad y la disponibilidad de información el equipo investigador decide realizar un análisis desagregado, lo cual, dada la agrupación de localidades ya presentadas genera 12 unidades intervenidas.

⁷ El vector W elegido debe cumplir $w_j \geq 0, w_2 + \dots + w_{J+1} = 1$

⁸ Para los cálculos y desarrollo metodológico de esta parte del trabajo se usará el paquete Synth el cual implementa la metodología de panel sintético dentro del entorno del software estadístico R.

Donde $X_1 = (U_1, \bar{Y}_1^{K_1}, \dots, \bar{Y}_1^{K_M})$ y X_0W son matrices de dimensión $(k \times J)$ y V es una matriz $(k \times k)$ simétrica, definida positiva la cual es elegida a través del siguiente proceso de minimización:

$$\min_{V \in v} \sqrt{(Z_1 - Z_0W^*(V))^T V (X_1 - Z_0W^*(V))}$$

Donde Z_1 es un vector $(T_p \times 1)$ el cual contiene los valores de la variable de interés para algunos periodos antes de la intervención, es decir, $1 \leq T_p \leq T_0$ y Z_0 es un vector $(T_p \times J)$ que contiene los valores de preintervención para las unidades de control.

De esta manera, se tiene un vector de pesos estimado por ciudad el cual maximiza la similitud de Bogotá con las demás ciudades.

Resultados

Para este ejercicio se excluyeron las ciudades de Manizales, Medellín y Tunja debido a que las dos primeras han sido intervenidas con esquemas similares al Mínimo Vital; Tunja fue excluida debido a algunas inconsistencias registradas en la serie de consumo. Como ya se mencionó, se supone que el logaritmo del consumo promedio de agua en cada ciudad depende⁹ de su altitud, su población, el valor de la unidad de consumo y su ingreso per cápita promedio.

Tabla 0-1 Pesos por ciudad para el contrafactual de la ciudad de Bogotá agregada. Fuente: Cálculos SDHT-SIS

Ciudad	Peso
Valledupar	0,000000085
Barranquilla	0,000001918
Pasto	0,625265800
Cartagena	0,000000414
Monteria	0,000000074
Cucuta	0,000000183
Armenia	0,000000096
Pereira	0,000000166
Bucaramanga	0,000000284
Mosquera	0,000000001
Soacha	0,374731000
Chia	0,000000002

La tabla 0-1 muestra los pesos dentro del contrafactual sintético de cada una de las ciudades analizadas las ciudades con mayor peso son Pasto y Soacha con pesos del 62% y el 37% respectivamente.

⁹ Es necesario aclarar que la variable más importante para determinar el consumo promedio de agua la temperatura no está disponible para las ciudades analizadas, esto hace que los resultados deban ser analizados con cuidado.

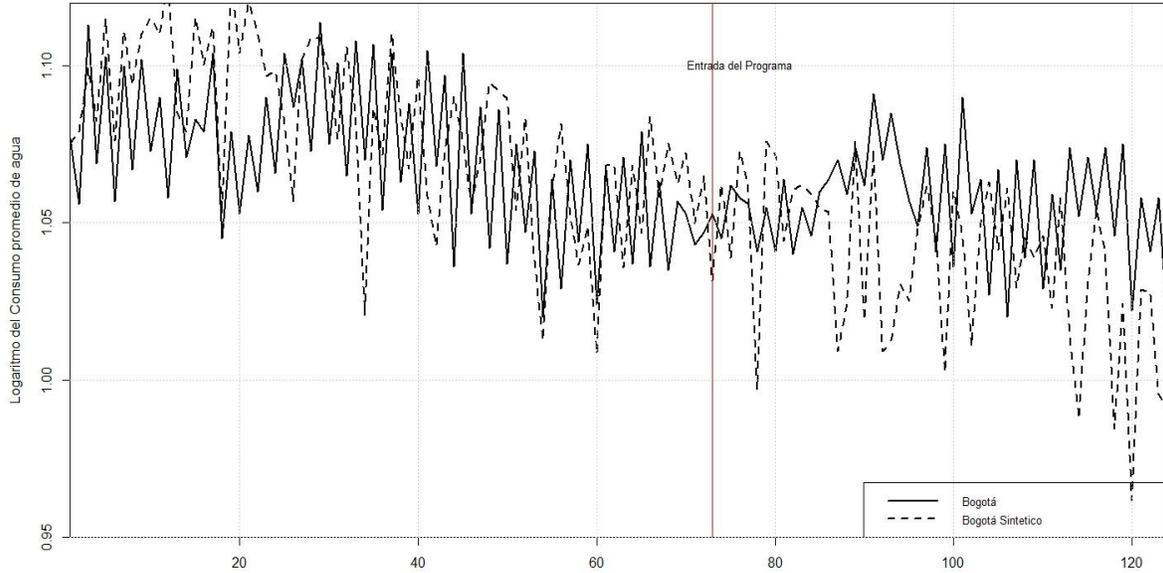


Ilustración 6 Comportamiento de Bogotá Vs su contrafactual sintético. Fuente: Cálculos SDHT-SIS

La grafica 6 muestra el comportamiento del logaritmo del consumo mensual tanto del control sintético como de la ciudad de Bogotá, antes y después de la entrada en operación del PMVAP. Este grafico evidencia un comportamiento bastante homogéneo entre las dos series hasta la entrada en vigencia del PMVAP en 2012 donde las dos series empiezan a presentar un comportamiento un poco más dispar de especial manera en 2013 y el periodo comprendido entre septiembre de 2015 y abril de 2016

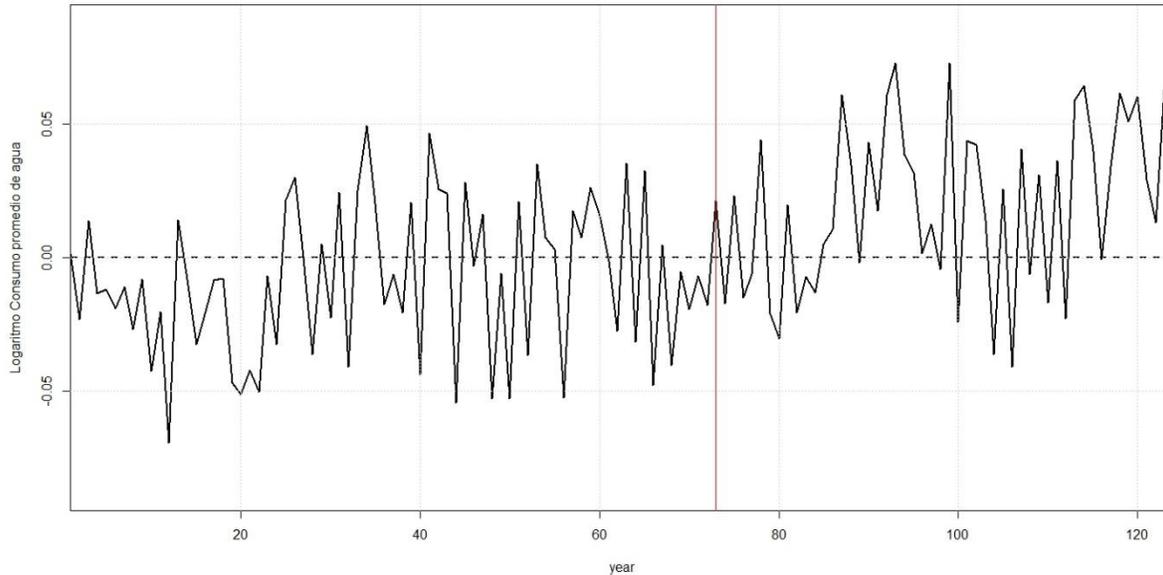


Ilustración 7 Comportamiento de la diferencia Bogotá Vs su contrafactual sintético. Fuente: Cálculos SDHT-SIS

El grafico 7 muestra el valor de $Y_{1t} - \sum_{j=2}^{J+1} w_j^* Y_{jt}$ para todo el periodo de tiempo analizado, es claro como estos valores se mueven de manera estable alrededor de cero antes de la intervención con un valor medio de -0.00871 y una desviación típica de 0.02 para el periodo posterior a la intervención la serie adquiere un comportamiento bastante inestable con una desviación típica 1.09 veces mayor a la presentada en el periodo pre intervención, además muestra un comportamiento tendencial positivo en

los últimos 13 meses lo cual puede considerarse como el efecto de largo plazo del programa. La grafica muestra también que la mayoría de los datos post intervención caen en el segundo cuadrante lo cual es evidencia de un efecto positivo del programa en el consumo de agua de los hogares. El mayor efecto se presenta en septiembre de 2013 donde la diferencia entre Bogotá y el control sintético alcanzó los 1.88 metros cúbicos.

Si bien esta metodología permite tener un efecto por periodo, el grupo investigador decide calcular un efecto promedio sobre el periodo posterior a la intervención, este ejercicio arroja que gracias a la entrada del programa los estratos dos y uno consumen en promedio 0.55 metros cúbicos más de agua al mes, es importante mencionar que el promedio del impacto para los últimos trece meses ha sido de 0.9 metros cúbicos lo que es casi el doble del impacto promedio en todo el periodo post intervención.

En que hogares aumento el consumo

El grupo investigador considera que es importante determinar si este aumento fue por una necesidad de consumo, es decir, comprobar si fueron los hogares que estaban consumiendo por debajo del consumo básico de la ciudad (11 metros cúbicos) los que aumentaron su consumo o por el contrario lo que generó el programa fue un incentivo perverso en la ciudad al desahorro de agua¹⁰.

Con este fin se construyó un panel a nivel suscriptor residencial no multiusuario excluyendo jardines infantiles, predios en conservación arquitectónica y aquellos cuyo consumo promedio anual resultó ser cero en al menos un año. Su construcción se basó en la información de consumo anual reportadas por la EAB a la SDHT para los años 2009, 2010, 2011, 2013 y 2014¹¹ a nivel suscriptor.

Este ejercicio se basa en agrupación de los suscriptores por rangos de consumo con intervalos de 5 metros cúbicos (m³) y la observación de los procesos de transición para el nivel de consumo, los resultados más importantes se resumen en la tabla 2 la cual muestra que durante el periodo 2011-2013 la probabilidad de mantenerse en consumos por debajo de los 5 m³ disminuyó considerablemente apuntando a que algunos suscriptores que en 2011 registraban consumos por debajo de los 5 m³ estaban restringiendo su consumo por un tema monetario, esta probabilidad regresa a sus niveles históricos en el periodo 2014-2015 explicado tal vez por las campañas de ahorro en el consumo de agua potable incentivada por el fenómeno del niño ocurrido en 2015 y apoyada en las sanciones

¹⁰ Esto puede expresarse en un aumento generalizado del consumo o peor aún en un aumento del consumo suntuario.

¹¹ El año 2012 no fue usado ya que reportaba datos en el consumo promedio bastante inconsistentes con la tendencia de la ciudad.

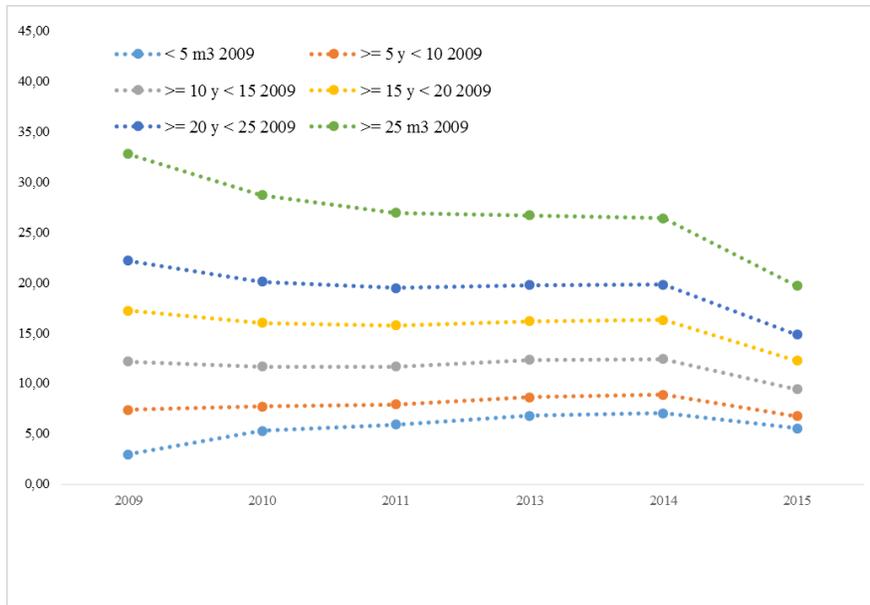
económicas reglamentadas en la Resolución CRA 726 de 2015. Estas sanciones económicas podrían explicar los resultados de las trayectorias de consumo promedio de las cohortes de consumo de 2009 y 2011 donde las mayores caídas en el consumo en 2015 están en los segmentos superiores a los 20 m³, en ella también se puede observar como entre 2011 y 2013 los segmentos de consumo que más crecieron fueron aquellos con consumos por debajo de los 5 m³ con aumentos del 54% para la cohorte de 2011 y del 15% para la cohorte de 2009.

Otro resultado interesante del proceso de transición es como la probabilidad de pasar de consumos inferiores a los 20 m³ a consumos iguales o superiores entre 2011 y 2013 fue casi el doble del promedio histórico al igual que la probabilidad de pasar de un consumo inferior a 5 m³ a uno superior a los 20 m³.

Tabla 0-2 Transición en el consumo promedio anual de agua potable

	2009-2010		2010-2011		2011-2013		2013-2014		2014-2015	
Probabilidad permanecer en consumos por debajo de los 5 m ³	73.043	13,83%	71.945	13,62%	61.103	11,57%	65.071	12,32%	74.600	14,12%
Probabilidad de pasar de un consumo menor a 5 m ³ a un consumo entre 5 y 20 metros	47.817	9,1%	31.580	6,0%	41.473	7,9%	29.287	5,5%	19.387	3,7%
Probabilidad de pasar de un consumo inferior a 5 m ³ a uno mayor de 20 m ³ .	1.304	0,2%	500	0,1%	863	0,2%	480	0,1%	449	0,1%
Pasar de un consumo inferior a 20 m ³ a uno igual o superior a 20 m ³	14.047	2,66%	15.161	2,87%	25.039	4,74%	17.412	3,3%	9.236	1,7%
Probabilidad de mantenerse en consumos por encima de los 20 metros	36.542	6,92%	36.760	6,96%	37.027	7,01%	47.904	9,07%	32.361	6,13%

Ilustración 8 Evolución consumo promedio de los hogares agrupados por rango de consumo en 2009 y 2011.



Los resultados de la base por suscriptor muestran que si bien el programa de mínimo vital genero un aumento en el consumo de suscriptores quienes se restringían por temas monetarios también es evidente el aumento de los incentivos perversos al no ahorro de agua y al despilfarro del líquido.

Efectos por localidad

En esta parte del trabajo el grupo investigador realiza ejercicio paralelo por localidad¹² del impacto del Mínimo Vital entendiendo las limitaciones de este análisis en cuanto al volumen de beneficiarios por localidad¹³ y características de las localidades

Los resultados parecen evidenciar que:

- El efecto positivo del programa se concentra en 5 localidades las cuales agrupan el 47,7% de los beneficiarios con un efecto promedio de 0,41 metros cúbicos mensuales.
- Las localidades con los mayores aumentos son Suba, Candelaria y Tunjuelito, localidades con una baja homogeneidad de perfil y comportamiento dentro de los hogares beneficiarios, lo cual podría evidenciar la generación de un incentivo perverso al no ahorro de agua en los hogares beneficiarios de estas localidades.
- Los efectos negativos o casi nulos en las localidades de Bosa, San Cristóbal, Usme y Ciudad Bolívar contrastan con los bajos ingresos per cápita promedio registrados en estas localidades (Anexo 2), lo cual, iría en contra de la lógica del programa ya que serían estas localidades por su falta de recursos para acceder al consumo básico las que se esperaría aumentara en mayor medida el consumo promedio, esto puede ser evidencia de una recomposición de los patrones de gasto de los hogares de estas localidades, es decir, los hogares al no necesitar consumir más agua transfieren estos recursos a otros rubros, con lo cual el consumo promedio se mantiene estable.
- Los resultados de la localidad de Usme deben ser tomados con cuidado debido a lo difícil de encontrar una combinación lineal de ciudades que formen un adecuado contrafactual para este sector de la ciudad tan particular.

¹² En esta parte del trabajo se asume que cada localidad es una ciudad intervenida.

¹³ Estos resultados deben ser tomados con cuidado ya que si bien algunas localidades por su dimensión y dinámica podrían llegar a comportarse como ciudades no es el caso de todas, lo cual, podría afectar en cierta medida los resultados de la metodología.

Tabla 0-3 Estimaciones impacto Mínimo Vital por localidad. Fuente: EM 2014, EAB - Cálculos SDHT-SIS

Localidad	Impacto estimado*	No de Hogares estrato 1 y 2	Peso hogares estrato 1 y 2 de la localidad en Bogotá
BOSA	-0,763	26.685	2,30%
USME	-0,511	144.452	12,43%
SANCRISTOBAL	-0,333	62.206	5,35%
Agrupación	-0,188	119.375	10,27%
RAFAELURIBE	-0,110	183.096	15,75%
ENGATIVA	-0,094	7.535	0,65%
SANTAFE	-0,063	64.487	5,55%
KENNEDY	0,115	38.717	3,33%
CIUDADBOLIVAR	0,204	102.683	8,83%
TUNJUELITO	0,364	63.239	5,44%
SUBA	0,492	174.376	15,00%
CANDELARIA	0,887	175.583	15,10%
Impacto promedio localidades con efecto positivo	0,41	1.162.433	

*Algunos resultados deben ser analizados con cuidado en especial los obtenidos para localidades como Candelaria, Santa Fe, Tunjuelito que representan menos del 6% de los hogares estrato 1 y 2 de la ciudad y por último los resultados obtenidos para la localidad de Usme debido a su carácter altamente rural deben ser tratados con cuidado.

Conclusiones y recomendaciones

Los autores recomiendan reestructurar el sistema de focalización del programa ya que debido al deficiente proceso de focalización del PMVAP la ciudad podría estar presentando una desaceleración en sus patrones de ahorro de agua jalonado por los incentivos al no ahorro presentes en los consumos de los estratos uno y dos que no necesariamente son todos hogares que no logran alcanzar un consumo de subsistencia. De no ser posible una reestructuración del sistema de focalización del programa se propone crear esquemas donde se castigue con la salida del programa a aquellos suscriptores con incrementos exagerados año a año o esquemas que planteen un rango de consumo donde este beneficio aplique.

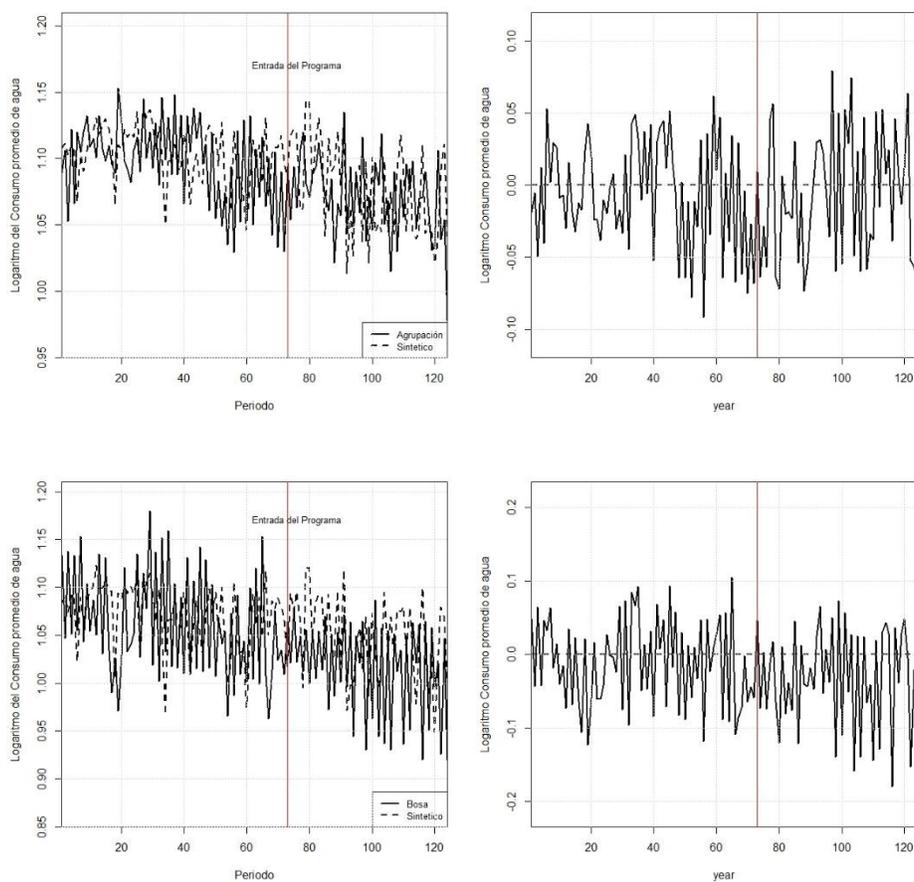
Anexo

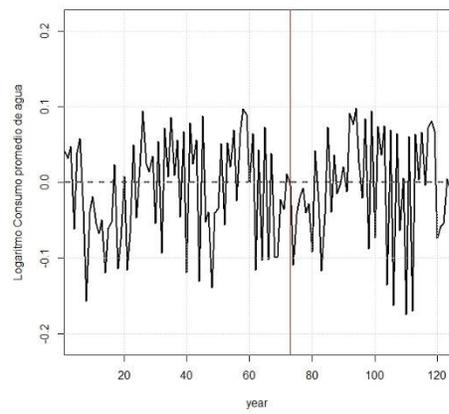
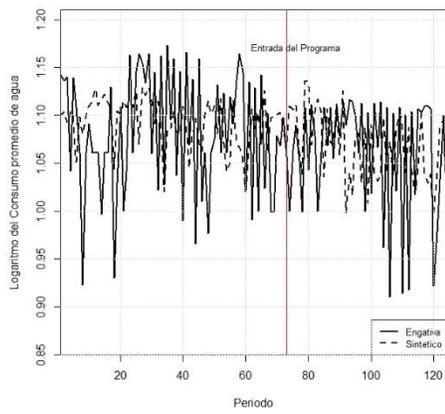
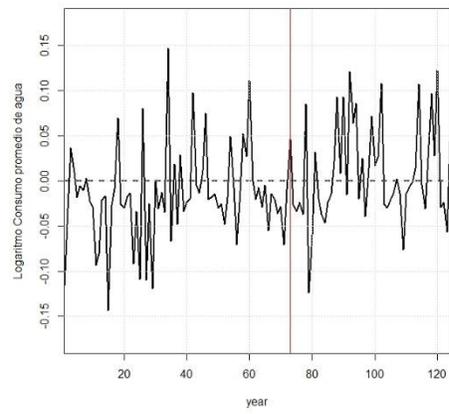
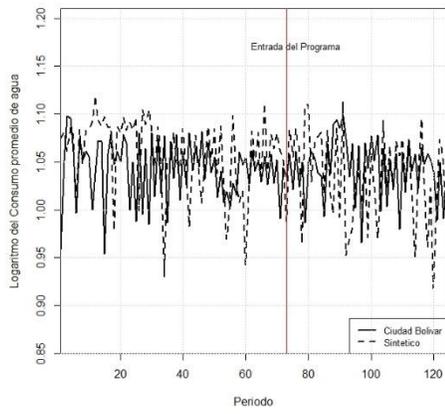
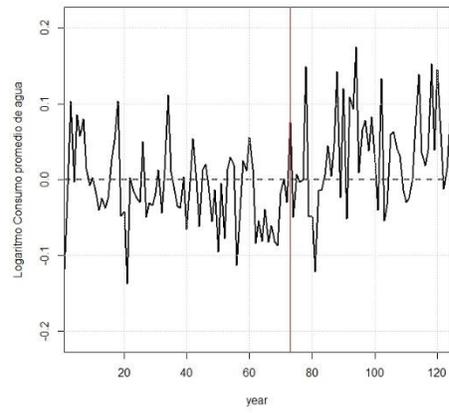
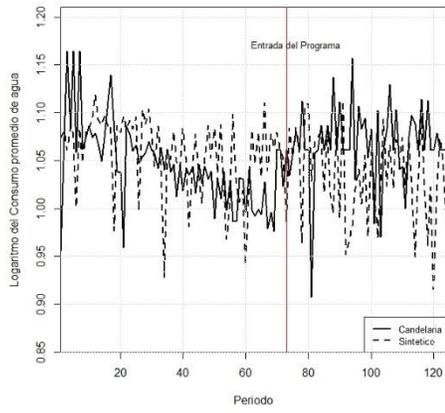
- Anexo 1 Fuente: Encuesta Multipropósito (EM) 2014

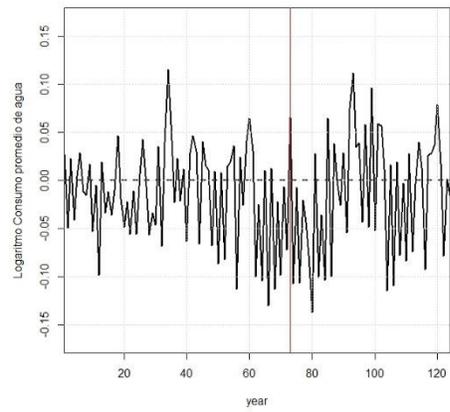
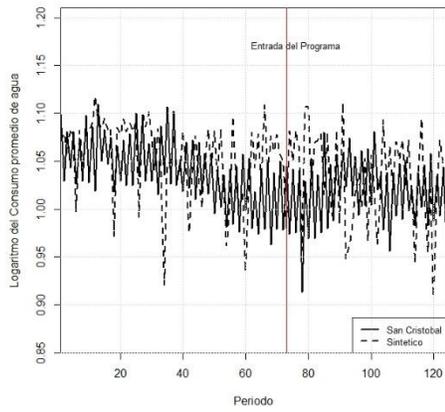
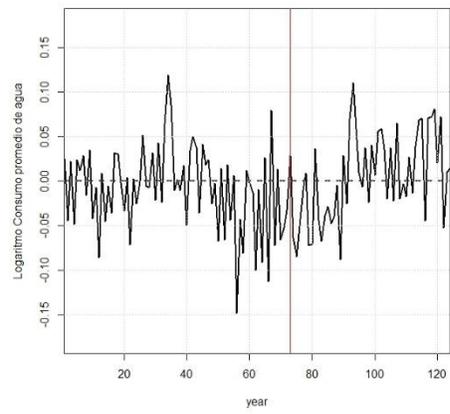
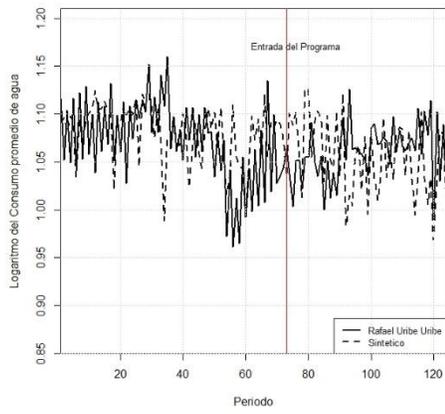
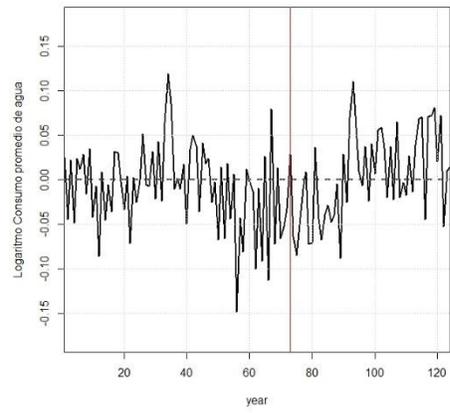
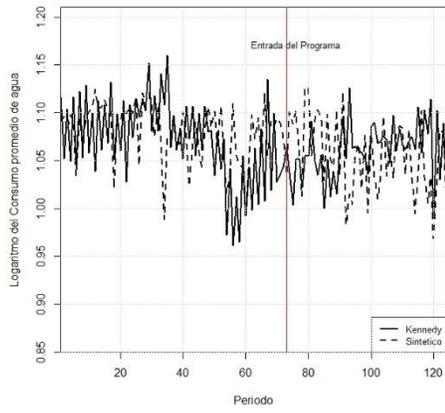
Loca	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	Peso del Estrato 1 y 2 en el Total de Hogares de la Localidad
BARRIOS UNIDOS	99	80	57.094	25.712	2.557	-	0,21%
PUENTA ARANDA	-	241	84.448	74	-	-	0,28%
TEUSAQUILLO	609	82	11.424	44.954	3.467	-	1,14%
ANTONIO NARIÑO	-	2.588	31.525	-	-	-	7,59%
LOS MÁRTIRES	396	3.160	28.869	917	-	-	10,67%

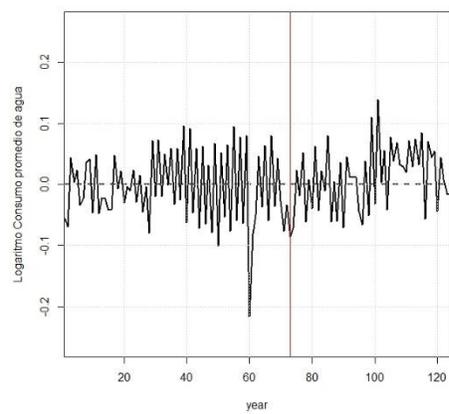
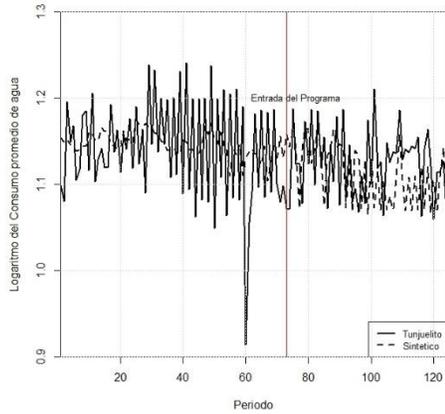
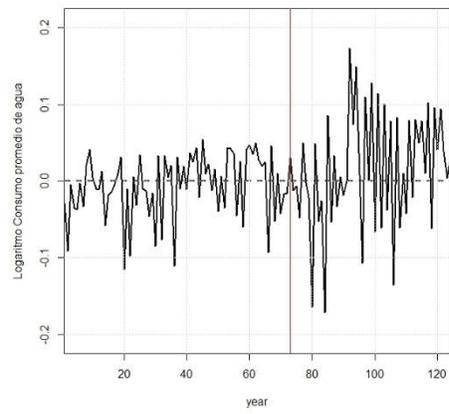
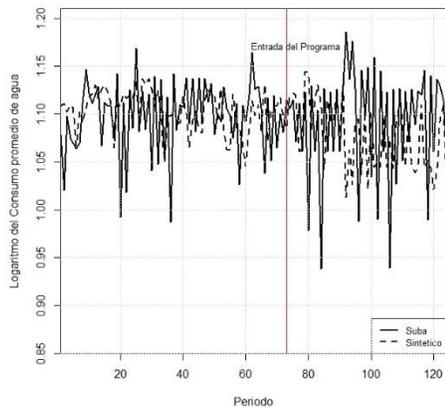
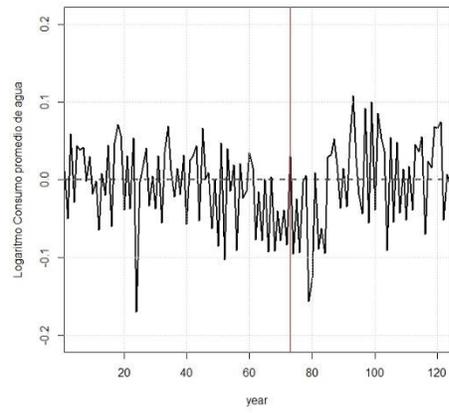
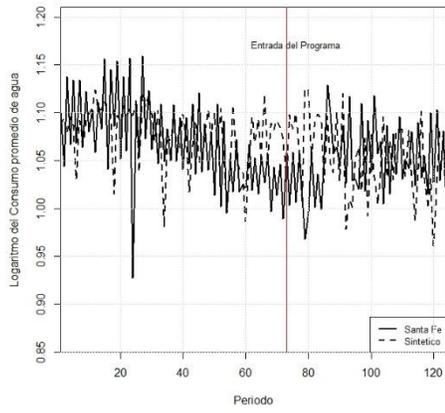
CHAPINERO	3.398	5.093	4.410	21.095	6.761	24.586	12,99%
USAQUÉN	5.519	21.186	47.610	50.525	19.272	36.106	14,82%
FONTIBÓN	103	21.933	67.974	28.334	1.013	75	18,45%
Agrupación	10.124	54.363	333.355	171.612	33.071	60.766	9,72%
ENGATIVÁ	1.478	61.761	206.622	7.598	-	-	22,79%
SUBA	-	144.452	116.658	42.274	46.795	5.658	40,60%
KENNEDY	7.794	166.582	133.844	6.997	-	319	55,26%
RAFAEL URIBE URIBE	9.244	52.962	46.208	292	-	-	57,22%
TUNJUELITO	171	38.546	22.336	-	-	-	63,42%
SANTA FÉ	3.036	23.650	8.331	1.417	99	-	73,05%
LA CANDELARIA	1.506	6.028	2.349	-	-	-	76,23%
SAN CRISTOBAL	7.932	94.750	13.906	-	-	-	88,07%
CIUDAD BOLIVAR	111.945	71.151	9.228	-	-	-	95,20%
BOSA	12.556	163.027	5.490	-	-	-	96,97%
USME	56.814	62.561	338	-	-	-	99,72%

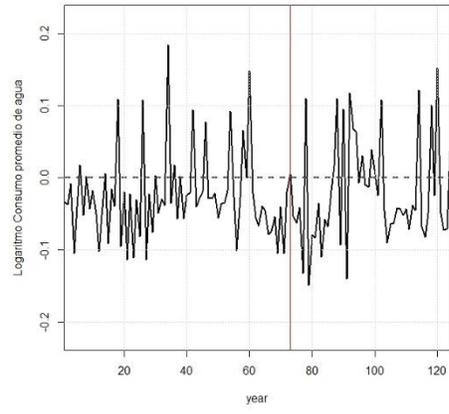
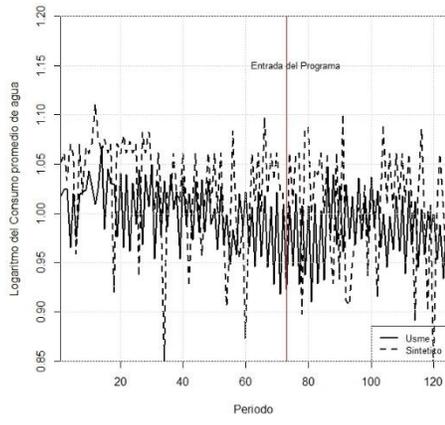
Anexo 2 Resultados por localidad derecha resultados localidad vs resultados contrafactual sintético derecha diferencia.











	Agrupación	Bosa	Candelaria	Ciudad Bolívar	Engativá	Kennedy
Ciudad	Peso	Peso	Peso	Peso	Pesos	Peso
Valledupar	0	0	0	0	0	0
Montería	0	0	0	0	0	0
Cúcuta	0	0	0	0	0	0
Armenia	0	0	0	0	0	0
Pereira	0	0	0	0	0	0
Cali	0	0	0	0	0	0
Popayán	0	0	0	0	0	0
Bucaramanga	0	0	0	0	0	0
Mosquera	0	0	0	0	0	0
Soacha	0,318	0,598	0,729	0,723	0,417	0,524
Chía	0,682	0,402	0,271	0,277	0,583	0,476
	Rafael Uribe	San Cristóbal	Santa Fe	Suba	Tunjuelito	Usme
Ciudad	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso	Peso
Valledupar	0	0	0	0	0	0
Montería	0	0	0	0	0	0
Cúcuta	0	0	0	0	0	0
Armenia	0	0	0	0	0,165	
Pereira	0	0	0	0	0	0
Cali	0	0	0	0	0	0
Popayán	0	0	0	0	0	0
Bucaramanga	0	0	0	0	0	0
Mosquera	0	0	0	0	0	0
Soacha	0,554	0,755	0,552	0,322	0	0,996
Chía	0,446	0,245	0,448	0,68	0,835	0,003

Anexo 4 Fuente: Encuesta Multipropósito (EM) 2014

Localidad	Ingreso per cápita de la unidad de gasto
USME	483.305
CIUDAD BOLIVAR	506.687
BOSA	569.755
SAN CRISTOBAL	598.970
RAFAEL URIBE URIBE	670.904
TUNJUELITO	770.360
KENNEDY	821.449
PUENTA ARANDA	979.808
ANTONIO NARIÑO	981.955
LOS MÁRTIRES	990.243
SANTAFÉ	1.036.207
ENGATIVÁ	1.101.024
FONTIBÓN	1.392.160
LA CANDELARIA	1.544.287
BARRIOS UNIDOS	1.593.180
SUBA	1.647.649
USAQUÉN	2.482.140
TEUSAQUILLO	2.798.536
CHAPINERO	4.606.658

Bibliografía

Alberto ABADIE, A. D. (2010). Synthetic Control Methods for Comparative Case. *Journal of the American Statistical Association*, 493-505.

DESARROLLO, P. D. (27 de 09 de 2017). *PNUD*. Obtenido de PNUD:

<http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>

Maria del Carmen Santana, J. F. (16 de 06 de 2017). *Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico*. Obtenido de

https://tramitesccu.cra.gov.co/normatividad/admon1202/files/Documento_de_Trabajo_y_Participación_Ciudadana_750.pdf