

**ESTIMACIÓN DEL UMBRAL DE COSTO-EFECTIVIDAD EN SALUD POR
AÑO DE VIDA GANADO PARA COLOMBIA**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MAGÍSTER EN ECONOMÍA DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS**

**ELABORADA POR:
MATEO CEBALLOS GONZÁLEZ**

**DIRECTOR DE TESIS:
PAUL RODRÍGUEZ-LESMES**



**Universidad del
Rosario**

**FACULTAD DE ECONOMÍA
UNIVERSIDAD DEL ROSARIO
BOGOTÁ D.C., COLOMBIA
AGOSTO DE 2019**

Estimación del umbral de costo-efectividad en salud por año de vida ganado para Colombia

Mateo Ceballos González¹

Resumen ejecutivo

El propósito de este trabajo fue realizar una estimación empírica del umbral de costo-efectividad por año de vida ganado para el sistema de salud colombiano, desde la perspectiva de la oferta. Esta perspectiva define un marco teórico y empírico, explícito y consistente, que puede ser replicado para diferentes contextos de salud. En el enfoque de la oferta, el umbral se define como el costo de oportunidad de destinar recursos a una nueva tecnología, en términos de los beneficios en salud desplazados o no percibidos como consecuencia de su no disponibilidad, para financiar otras alternativas que compiten por el mismo presupuesto; y su estimación se basa en la cuantificación del efecto causal del gasto sobre los beneficios en salud.

Para responder esta pregunta de investigación se desarrolló un modelo econométrico tipo panel no balanceado en tres dimensiones: 1) Entidades Administradoras de Planes de Beneficios en Salud (EAPB) de Colombia; 2) diferentes grupos de condiciones de salud a partir de la Lista Internacional para la Tabulación de la Morbilidad Hospitalaria de la Organización Mundial de la Salud; y 3) período temporal del 2012 al 2016. El desenlace en salud empleado fueron los Años de Vida Ganados (AVG), calculados usando metodologías de tablas de vida, esperanza de vida ajustada por condición de salud y curvas de supervivencia. La endogeneidad esperada se trató de resolver a través del enfoque de variables instrumentales. La estimación se desarrolló utilizando Mínimos Cuadrados Ordinarios en 2 etapas.

Para alimentar el modelo se construyó una base de datos novedosa a partir de múltiples fuentes de información institucionales del país para el período 2012-2016: Estudios de Suficiencia, Estadísticas Vitales, Registro Individual de Prestación de Servicios, Base de Datos Única de Afiliados y la información financiera de la Superintendencia de Salud. Por la disponibilidad de información, la estimación se delimitó al universo del régimen contributivo y de tecnologías incluidas en el Plan de Beneficios con Cargo a la Unidad de Pago por Capitación (PBS-UPC). Como variables instrumentales se exploraron los estados financieros de las EAPB para cada año, y el gasto per cápita de nuevas tecnologías incluidas en el PBS-UPC en los años 2012-2016, de cada EAPB, en cada grupo de condiciones de salud, y para cada año.

¹Facultad de Economía, Universidad Del Rosario. Bogotá D.C., Colombia. Correo electrónico: mateo.ceballosg@urosario.edu.co

Los resultados del modelo econométrico, sin ajustar por las variables instrumentales, arrojan un coeficiente entre el gasto y los AVG de 0,0933 no estadísticamente significativo, lo que implica un umbral de costo-efectividad de \$8.772.177 por AVG. Teniendo en cuenta la variable instrumental de estados financieros, la estimación arrojó un coeficiente de 5,521 estadísticamente significativo a un nivel de confianza del 95% y un umbral de \$157.775 por AVG. Por su parte, la estimación con la variable instrumental del gasto per cápita de nuevas tecnologías incluidas en el PBS-UPC, no arrojó resultados lógicos ni estadísticamente significativos. Teniendo en cuenta estos escenarios, se considera que la mejor estimación del umbral de costo-efectividad para el sistema de salud colombiano es de \$8.772.177 por AVG. Al conocimiento del autor de este trabajo, esta es la primera estimación empírica del umbral por AVG desde el enfoque de la oferta para Colombia, Latinoamérica, y para cualquier país de ingresos bajos y medios.

Las principales limitaciones de este trabajo se presentan a continuación. En primer lugar, la estimación se limita al universo del régimen contributivo y de las tecnologías incluidas en el PBS-UPC, por lo que una línea de investigación futura, si las fuentes de información lo permiten, sería la inclusión de estos dos universos dentro del modelo propuesto. En segundo lugar, en la literatura se recomiendan otras medidas diferentes a los AVG, como los Años de Vida Ajustados por Calidad (AVAC) y Años de Vida Ajustados por Discapacidad (AVAD), que podrían ser tenidas en cuenta para estimar umbrales para diferentes desenlaces en salud. En tercer lugar, una limitación de este trabajo se relaciona en la imposibilidad de identificar y cuantificar un buen instrumento que corrija la endogeneidad esperada entre el gasto y los beneficios en salud. Estimaciones futuras podrían modificar el valor del umbral calculado si se encuentra un instrumento adecuado y con información suficiente.

Palabras clave: economía de la salud, evaluación económica, umbral de costo-efectividad, relación entre el gasto y los beneficios en salud, eficiencia.

Códigos JEL: H51, I11, I13, I15, I18.

Estimation of the health cost-effectiveness threshold per life-year gained in Colombia

Mateo Ceballos González²

Executive summary

This paper develops an initial estimation of the health cost-effectiveness threshold in the Colombian health system, from the perspective of the supply-side. This approach defines a theoretical and empirical framework, explicit and consistent, that can be replicated in different health settings. In the supply-side approach, the threshold is defined as the opportunity cost of allocating resources to a new technology, in terms of the health benefits displaced or forgone as a consequence of their unavailability to finance other alternatives that compete for the same budget; and its estimate is based on the quantification of the causal effect of the spending on health benefits.

To carry out the research, an unbalanced panel-type econometric model with three dimensions was developed: 1) the Colombian insurers *Entidades Administradoras de Planes de Beneficios (EAPB)*; 2) different groups of health conditions, based on the International Shortlist for Hospital Morbidity Tabulation of the World Health Organization; and 3) a temporary period from 2012 to 2016. The health outcome used were the Life-Years Gained (LYG), calculated using life tables, illness adjusted life expectancy and survival curves methodologies. The expected endogeneity was tried to be resolved through an instrumental variables approach. The estimation was carried out using two-stage ordinary least squares.

To run the model, a novel database was built from multiple institutional sources available in the country from the period 2012-2016: *Estudios de Suficiencia, Estadísticas Vitales, Registro Individual de Prestación de Servicios, Base de Datos Única de Afiliados*, and the financial information of the *Superintendencia de Salud*. Due to the availability of the information, the estimate was delimited to the universe of the contributory regime and the technologies included in the *Plan de Beneficios con cargo a la Unidad de Pago por Capitación (PBS-UPC)*. As instrumental variables, we explore the use of the financial reports of the EAPB each year, and the per capita expenditure of new technologies included in the PBS-UPC between 2012 and 2016 for each EAPB, each health conditions groups, and each year.

The results of the econometric model, without adjusting for the instrumental variables, calculate a coefficient between the expenditure and the LYG of 0.0933 not statistically significant, which implies a cost-effectiveness threshold of \$8,772,177 per LYG. Taking into account the instrumental variable of financial reports, the estimated coefficient was 5,521 statistically significant at a 95% confidence level,

²Faculty of Economics, Universidad Del Rosario. Bogotá D.C., Colombia. E-mail: mateo.ceballosg@urosario.edu.co

and a threshold of \$157,775 per LYG. On the other hand, the estimation with the instrumental variable of the per capita expenditure of new technologies included in the PBS-UPC between 2012 and 2016, did not yield logical and statistically significant results. Taking into account this scenarios, it is considered that the best initial estimation of the cost-effectiveness threshold in the Colombian health system is \$8,772,177 per LYG. To our knowledge, this is the first empirical estimate of the threshold per YLG from the supply-side approach for Colombia, Latin America, and for any low-middle income country.

The main limitations of this paper are detailed below. First, the estimate is limited to the universe of the contributory regime and the technologies included in the PBS-UPC, so a future research agenda, if the information sources allow it, would be the inclusion of these two universes within the proposed model, Second, other measures beside the LYG are recommended in the literature, such as the Quality-Adjusted Life Years (QALY) and the Disability-Adjusted Life Years (DALY), which could be taken into account to estimate thresholds for different health outcomes. Third, a limitation of this paper is related to the impossibility in identifying and quantifying a good instrument that corrects the expected endogeneity between spending and health benefits. Future research could modify the estimation of the threshold if an appropriate instrument with the sufficient information is found.

Keywords: Health economics, economic evaluation, cost-effectiveness threshold, relationship between spending and health benefits, efficiency

JEL codes: H5, I11, I13, I15, I18.

Agradecimientos

A mi familia, Jennifer Benavides, Ana Sofía Duque, Hugo Ceballos, Azucena González y Marcela Ceballos, por su apoyo incondicional.

A mi Director de Tesis, el profesor Paul Rodríguez Lesmes, por su apoyo continuo e incondicional durante la realización de este proyecto de investigación.

Al Dr. Jaime Calderón Herrera y el Dr. Carlos Pinzón Flórez, director y subdirector del Instituto de Evaluación Tecnológica en Salud (IETS) en el momento de iniciar esta investigación, por el apoyo institucional para la consecución de los permisos de uso de las bases de datos utilizadas.

Al Dr. Félix Regulo Nates, director de la Dirección de Beneficios, Costos y Tarifas del Aseguramiento en Salud del Ministerio de Salud y Protección Social, por facilitar el uso del micro-dato de la base de Suficiencia 2012-2016.

A mis compañeros Esteban Orozco, Sergio Peláez, Camilo Anzola, Óscar Espinosa, Gilberto Morales, Luis Guillermo Ramírez, Giancarlo Romano y Sergio Basto, por el apoyo en la revisión de diferentes puntos de esta investigación.

Índice

1. Introducción	7
2. Marco Teórico	9
3. Revisión de Literatura	11
4. Estrategia Empírica y Fuentes de Información	13
4.1. Estrategia Empírica	13
4.2. Fuentes de Información	17
5. Resultados	22
6. Conclusiones y Recomendaciones	23
Referencias	26
Tablas y Figuras	31

1. Introducción

La evaluación económica de tecnologías en salud se define como el análisis comparativo de cursos de acción alternativos en términos de costos y consecuencias (Drummond *et al*, 2015); su objetivo se centra en cuantificar los costos y los beneficios de una tecnología en salud (medicamento, procedimiento, dispositivo médico, programa de promoción y prevención, entre otros) en comparación con sus alternativas relevantes. Bajo un contexto de crecimiento exponencial de costos y necesidades en salud (Fuchs, 2001), la evaluación económica se ha convertido en un insumo importante para la toma de decisiones en los sistemas de salud, principalmente respecto a la financiación de nuevas tecnologías, la regulación de precios y la asignación de recursos limitados (Wagstaff y Culyer, 2012).

En Colombia se han realizado múltiples esfuerzos institucionales para incluir la evaluación económica en la toma de decisiones como parte de los procesos de evaluación de tecnologías y guías de práctica clínica (Mejía y Moreno, 2014; Zerda, 2014). Entre estos se pueden destacar los decretos 433 y 710 de 2018, que reglamentan parcialmente la regulación de precios de nuevos medicamentos en la puerta de entrada al mercado colombiano, estrategia de política pública que inició en el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, en donde se estipula la realización de evaluaciones económicas, para ser utilizadas como insumo en la definición de precios máximos de venta.

Sin embargo, en el país, el alcance de las evaluaciones económicas para informar adecuadamente la toma de decisiones se ha visto limitada, entre múltiples elementos, por la falta de fuentes de información adecuadas y la carencia de estimaciones robustas de algunos parámetros que se consideran fundamentales en los estándares de la literatura internacional (Drummond *et al*, 2015; Husereau *et al*, 2013). Específicamente, se ha identificado que uno de los principales vacíos que se tiene en el país, es la falta de una estimación adecuada del umbral de costo-efectividad en salud.

La carencia de estimaciones del umbral de costo-efectividad, basadas en una teoría y estrategia empírica robusta, no es una limitación exclusiva de Colombia, ya que a pesar de que es un elemento esencial para determinar si una alternativa es costo-efectiva en casos de no dominancia, durante gran parte del desarrollo metodológico de las evaluaciones económicas no ha estado en el foco central de la investigación (Gafni y Birch, 2006), y sólo en los últimos años ha tomado cierto protagonismo en el interés investigativo del área. Lo anterior se puede deber tanto a la carencia de una metodología de estimación transparente, como a la falta de claridad teórica sobre lo que realmente significa el umbral (Culyer, 2016).

Esto, aunado a la necesidad de tomar decisiones de manera informada para cumplir con los objetivos globales de los sistemas de salud, ha llevado a que en múltiples países se hayan determinado umbrales de manera arbitraria, en la mayoría de los

casos sin un sustento teórico o empírico que los respalde (Cleemput et al, 2011). En Colombia (así como en muchos otros países) se ha acogido la tendencia internacional de asumir un umbral entre 1 y 3 veces el PIB per cápita del país, tanto en los lineamientos metodológicos para la realización de evaluaciones económicas (Guerrero, Guevara y Parody, 2014; Instituto de Evaluación Tecnológica en Salud, 2014), como en la mayoría de los artículos publicados (Atehortúa et al, 2013).

La recomendación de acoger un umbral entre 1 y 3 veces el PIB per cápita surgió de una interpretación errónea del reporte de la Comisión de Macroeconomía y Salud de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 2001 (OMS, 2001), la cual tomó mucha popularidad por su facilidad de implementación. Sin embargo, la misma OMS y otros autores han reiterado que no tiene sustento teórico o empírico, y que su uso puede exacerbar las desigualdades y promover la reducción en salud de la población (Revill y Schulper, 2012; Organización Mundial de la Salud, 2015; Griffiths, Legood y Pitt, 2016).

Así, el propósito de esta investigación es realizar una estimación empírica del umbral de costo-efectividad por año de vida ganando para el sistema de salud colombiano. La hipótesis planteada es que el verdadero umbral de costo-efectividad es menor al que se está utilizando actualmente en el país, por lo que su uso puede generar ineficiencias en la toma de decisiones. Una estimación del umbral a partir de una teoría y estimación empírica robusta, permitirá darle un mayor alcance a las evaluaciones económicas de tecnologías en salud que se desarrollen en el país, generando mejores recomendaciones para una toma de decisiones que contribuyan a lograr los objetivos de sostenibilidad financiera, aumento en la salud general y disminución de las inequidades en salud.

Para resolver esta pregunta, se partió del desarrollo teórico y empírico del Centro de Investigación en Economía de la Salud de la Universidad de York, que en el año 2015 publicó una propuesta seminal para el cálculo de umbrales de costo-efectividad (Claxton *et al* 2015), la cual se considera la mejor aproximación empírica que se ha desarrollado hasta el momento para la estimación del umbral desde el enfoque de la oferta. Inclusive, según lo reportado en Google Académico, a la fecha esta metodología ya ha sido citada por 474 artículos, y ha sido adaptada para otros países (Vallejo-Torres *et al*, 2018; Ariste y Di Matteo, 2017; Edney *et al*, 2018). Al conocimiento del autor, lo realizado en este trabajo es la primera estimación empírica del umbral de costo-efectividad desde el enfoque de la oferta para Colombia, Latinoamérica, y para cualquier nación de ingresos bajos y medios.

El resto de este trabajo está organizado de la siguiente manera. En la segunda parte se describe el marco teórico utilizado en esta investigación, que parte de lo expuesto en el trabajo de Claxton *et al* (2015). En la tercera parte se presentan los resultados de la revisión de literatura sobre estudios realizados a la fecha que cuantifican umbrales de costo-efectividad desde el enfoque de la oferta. En la cuarta parte se presenta la estrategia empírica y las fuentes de información empleadas para la estimación del umbral por años de vida ganado en Colombia. En la quinta parte se presentan los resultados de la estimación econométrica y, finalmente, en la sexta

parte se exponen las principales conclusiones de este trabajo, así como los potenciales puntos de investigación futura.

2. Marco Teórico

Aunque existen múltiples temas de desarrollo teórico y metodológico dentro de la evaluación económica, los principales tópicos de discusión se pueden sintetizar en dos grandes áreas: la forma más adecuada para calcular los costos y beneficios de las alternativas de salud analizadas (Caro y Moller, 2014; Pitt *et al*, 2016), y la mejor forma de interpretar dichos costos y beneficios para saber si una tecnología es costo-efectiva respecto a sus comparadores (Birch y Gafni, 1992; Cleemput *et al*, 2011; Shillcut, *et al*, 2009).

Dentro de la segunda área de discusión, el principal problema es poder determinar cuál es la alternativa que genera una mejor relación entre costos y beneficios, respecto a sus comparadores (Johannesson y Weinstein, 1993; Black, 1990). En casos en donde la intervención es más efectiva y más costosa que sus comparadores (que en general se denominan casos de no dominancia), determinar si una alternativa es costo-efectiva requiere responder a las preguntas: ¿Los beneficios adicionales que trae la tecnología nueva ameritan el incremento en costos? o ¿La reducción en la efectividad es aceptable dada la disminución en costos?

Para abordar este problema, se ha propuesto calcular la Relación Incremental de Costo-Efectividad (RICE), que mide la relación entre la diferencia en costos y la diferencia en los resultados en salud de una tecnología versus sus comparadores. La RICE representa el costo adicional por unidad de resultado adquirida con la nueva tecnología (Karlsson y Johannesson, 1996; Weinstein y Zeckhauser, 1973), y está definida según se presenta en la Ecuación 1.

$$\text{Relación Incremental de Costo – Efectividad} = \frac{\Delta C}{\Delta E} = \frac{C_x - C_y}{E_x - E_y} \quad (1)$$

Esta relación se compara con otro indicador llamado umbral de costo-efectividad, el cual puede ser interpretado desde dos puntos de vista diferentes (Vallejo-Torres *et al*, 2016). El primero, llamado el enfoque de la oferta, define el umbral como el costo de oportunidad de destinar recursos a una nueva tecnología, en términos de los beneficios en salud desplazados o no percibidos como consecuencia de su no disponibilidad para financiar otras alternativas que compiten por el mismo presupuesto (Paulden, O'Mahony y McCabe, 2016; Culyer, 2016). La segunda interpretación, denominada el enfoque de la demanda, define el umbral como la tasa a la que los individuos estarían dispuestos a renunciar por otras formas de consumo para mejorar la salud, por lo que representa su disposición a pagar o el consumo equivalente por salud (Bobinac *et al*, 2010; Ryen y Svensson, 2014).

Independientemente del enfoque en que se aborde el umbral, el problema de interpretación de costos y beneficios de una tecnología en salud respecto a sus

comparadores se resuelve de la siguiente manera: si la RICE de una tecnología en salud se encuentra por debajo del umbral de costo-efectividad, se considera que es costo-efectiva, mientras que si la RICE está por encima del umbral, no es costo-efectiva.

Como se mencionó en la introducción, el referente teórico principal para esta investigación es el propuesto por Claxton *et al* (2015), el cual parte de diferentes supuestos fundamentales para la estimación empírica del umbral de costo-efectividad desde el enfoque de la oferta:

- Existe un planificador central (que en el caso colombiano podría ser el Ministerio de Salud y Protección Social) que busca la maximización de la salud de la población general, y que dispone de un presupuesto fijo para invertir en múltiples tecnologías en salud.
- El presupuesto fijo es repartido por el planificador central en diferentes unidades administrativas (que en el caso colombiano podrían ser las Entidades Administradoras de Planes de Beneficios en Salud) encargadas de ofrecer tecnologías en salud a los consumidores.
- Existen diferentes grupos de consumidores de tecnologías en salud, cada uno con preferencias determinadas por una función de utilidad o consumo. Esto se puede equiparar a grupos de pacientes con una patología o condición de salud similar, que tienen demandas parecidas o iguales por tecnologías en salud.
- Cada unidad administrativa tiene una función de producción de salud que determina el efecto del gasto del presupuesto asignado, sobre los desenlaces en salud recibidos por los consumidores. Se asume que esta función de producción de salud es creciente, pero con rendimientos marginales decrecientes.
- Cada unidad administrativa busca maximizar la salud de su población, a partir de la resolución del problema de maximización de su función de producción en salud, sujeto a un presupuesto fijo. Esto implica que cada unidad administrativa asigna un porcentaje del presupuesto a cada grupo de consumidores, de modo tal que la función de producción de salud se maximice.

Bajo estos supuestos, el costo de oportunidad al que se enfrenta el sistema de salud al invertir en una nueva tecnología, representa la salud perdida generada por el desplazamiento de recursos invertidos en tecnologías existentes, lo cual es consistente con la definición del umbral desde el enfoque de la oferta. Adicionalmente, este marco teórico permite construir una estrategia empírica basada en la estimación de la relación causal entre el gasto y los beneficios en salud; es decir, en la determinación del efecto en la salud de la población consecuencia de gastar una unidad monetaria adicional dentro del sistema de salud.

Esa aproximación implica determinar la eficiencia actual del sistema de salud para lograr resultados en salud con el presupuesto existente, y posteriormente cuantificar el umbral de costo-efectividad en un sistema de salud. Adicionalmente, este enfoque también permite incorporar los elementos que hacen modificar el valor del umbral en el tiempo, como la demanda por tecnologías nuevas y existentes, la modificación del presupuesto en salud, la incorporación de nueva evidencia sobre costos y beneficios de una o más tecnologías en salud, la capacidad de un sistema de salud de asignar eficientemente el presupuesto disponible, entre otros elementos (Paulden, O'Mahony y McCabe, 2016; Culyer, 2016).

3. Revisión de Literatura

Como se mencionó en la introducción, sólo recientemente se han desarrollado propuestas metodológicas para la estimación del umbral de costo-efectividad. Una revisión de literatura reciente identificó 36 estudios empíricos sobre la estimación del umbral desde el enfoque de la demanda, y sólo uno desde el enfoque de la oferta (Vallejo-Torres *et al*, 2016). Aunque los autores de esta revisión no se inclinan por ninguno de los dos enfoques, reconocen que las estimaciones del umbral del lado de la demanda tienen algunas complejidades metodológicas, y al depender de encuestas poblacionales representativas, son muy costosos de realizar. Por su parte, ubican a las estimaciones desde el lado de la oferta como un foco de investigación futura, por su mayor factibilidad de implementación y actualización periódica.

El referente principal para esta investigación es el artículo de Claxton *et al* (2015), el cual estima el umbral de costo-efectividad para el sistema de salud del Reino Unido desde el enfoque de la oferta. Para esto, utilizaron un modelo econométrico de corte transversal en donde se relaciona el gasto realizado por unidades administrativas locales (que son las encargadas de decidir en donde se gasta el presupuesto) en 23 categorías de enfermedades, con los Años de Vida Ajustados por Calidad (AVAC) que reporta la población en dichas categorías. Se eligieron los AVAC debido a que son la medida de beneficios en salud más utilizada y recomendada en la literatura para la realización de evaluaciones económicas.

Posterior a realizar todas las correcciones de estimación pertinentes (especialmente las relacionadas con la endogeneidad esperada de los modelos), los autores utilizan los coeficientes estimados en términos de elasticidades para llegar a una estimación del umbral de costo-efectividad de £12.936 por AVAC ganado. Partiendo del hecho que en el Reino Unido se determinó políticamente un umbral entre £20.000 y £30.000, la mejor estimación realizada hasta la fecha indicó que este umbral utilizado en la toma de decisiones de política pública era excesivamente alto.

A partir de esta propuesta se desprendieron otros trabajos que extendieron el análisis a otros países. Woods *et al* (2015) y Woods *et al* (2016) utilizan las mismas elasticidades de Claxton *et al* (2015) para realizar una extrapolación simple de sus resultados hacia múltiples países. Para Colombia, calculan un umbral entre \$1.370 y \$5.518 dólares por AVAC para el 2013. Por su parte, Ochalek, Lomas y Claxton

(2015) y Ochalek, Lomas y Claxton (2018) también parten de las mismas elasticidades de Claxton *et al* (2015), pero utilizan la información de carga de enfermedad de múltiples países, para aproximarse a un umbral por Año de Vida Ajustado por Discapacidad (AVAD), que para Colombia se calcula entre \$589 y \$1.827 dólares por AVAD evitado para el año 2000.

Considerando que 1 PIB per cápita en Colombia se ubicó en \$2.479 dólares a precios corrientes para el año 2000, y en \$8.068 dólares para el 2013 cápita³, las estimaciones de estos dos artículos ubicarían al umbral en el mejor de los casos en 68,4% y 73,7% veces el PIB per cápita. Sin embargo, los autores de estas investigaciones hacen explícito que sus análisis son puramente exploratorios, ya que parten de las mismas elasticidades que Claxton *et al* (2015) determinó para el Reino Unido, por lo que sólo tiene la intención de “provocar” a los lectores a realizar ejercicios formales para estimar adecuadamente el umbral de costo-efectividad específico para cada país.

Por su parte, otros autores se han dado a la tarea de replicar la metodología completa, utilizando bases de datos administrativas para obtener una estimación propia del umbral en sus respectivos países. Vallejo-Torres *et al* (2018) utilizó un modelo de tipo panel con efectos fijos para analizar la relación entre el gasto sanitario y los AVAC entre los años 2008 y 2013, estimando un umbral entre €21.000 y €24.000 para el 2013 para el sistema de salud español. En la misma línea, Edney *et al* (2018) utiliza un modelo de panel entre el 2010 y 2014, estimando un umbral de \$28.033 dólares australianos por AVAC ganado para el sistema de salud australiano. Estos dos estudios tuvieron algunas mejoras metodológicas, ya que al utilizar un modelo de panel, pudieron introducir efectos fijos que controlaran por el efecto de variables no observables temporales y en las unidades del corte transversal.

Ariste y Di Matteo (2017) parten de la metodología de Claxton *et al* (2015) para estimar el umbral de costo-efectividad para el sistema de salud canadiense, a partir de un modelo de regresión de corte transversal incluyendo el costo y los AVAC del sistema de salud en múltiples períodos históricos. Posterior a corregir la endogeneidad del modelo por variables instrumentales, los autores estiman un umbral entre \$14.968 y \$16.977 dólares canadienses por AVAC ganado. El avance metodológico de este trabajo se centró en el uso de datos desde 1980 hasta 2012, lo que le permitió realizar comparaciones históricas en diferentes quinquenios.

Finalmente, Siverskog y Henriksson (2019) también parten de la metodología de Claxton *et al* (2015) para estimar el umbral de costo-efectividad para el sistema de salud público de Suecia. Estos autores utilizan un modelo de series temporales y de panel de datos para comparar las bondades de ambos, decantándose al final por el modelo de panel por la imposibilidad de una serie temporal de corregir la doble causalidad entre el gasto y los beneficios en salud que genera endogeneidad. Así,

³Datos extraídos de la información oficial disponible en la página web del Banco de la República de Colombia.

bajo una estimación de panel, los autores calcularon un umbral de costo-efectividad de SEK\$370,000 (€39,000) por AVG ganado.

Aunque tienen múltiples diferencias en su metodología, estos cuatro estudios concuerdan en que las estimaciones realizadas del umbral de costo-efectividad lo ubican en valores muy por debajo de 3 veces el PIB per cápita y de los umbrales utilizados en la toma de decisiones en esos países. Por ejemplo, para el sistema de salud australiano se había establecido un umbral de \$46.611 dólares australianos por AVAC ganado, mientras que el estimado por Edney *et al* (2018) es de \$28.033 dólares australianos.

Por otro lado, el Instituto de Efectividad Clínica y Sanitaria (IECS) de Argentina propuso una aproximación diferente para estimar el umbral de costo-efectividad bajo el enfoque de la oferta (Pichón-Riviere *et al*, 2016; Pichón-Riviere *et al*, 2017). La metodología se basa en la determinación del máximo crecimiento del gasto per cápita que un sistema de salud está en capacidad de aceptar para lograr un aumento de un año en la expectativa de vida de la población. La principal diferencia respecto a Claxton *et al* (2015), es que la variable clave (el máximo crecimiento del gasto per cápita) no surge de una estimación empírica, sino de una decisión de política de los tomadores de decisiones.

Con esta variable, más la expectativa de vida y los AVAC, este trabajo pudo derivar un umbral para varios países, entre ellos Colombia, empleando como estimación del crecimiento máximo del gasto los resultados de una regresión simple que relacionaba el gasto en salud per cápita con la esperanza de vida, y asumiendo dos escenarios: 1) suponiendo que el país desea mantener su senda de crecimiento del gasto per cápita en salud y 2) que los países desean contener esta tasa de crecimiento. Para Colombia, se calcula un umbral de costo-efectividad entre \$4.344 y \$5.478 dólares por AVAC ganado, lo que refuerza la idea de los estudios previos de que el verdadero umbral de costo-efectividad es menor a 3 veces el PIB per cápita del país.

La principal ventaja de este enfoque es su simplicidad y que no requiere de un trabajo econométrico significativo, ni la búsqueda de grandes bases de datos que en muchos casos pueden no estar disponibles o tener deficiencias en su reporte. Sin embargo, los mismos autores reconocen que tiene un alcance limitado y que al depender de una variable definida políticamente, y no a través de una estrategia empírica formal, puede ser sensible a que el umbral estimado represente los intereses particulares de quién toma la decisión, más no de la sociedad en general.

4. Estrategia Empírica y Fuentes de Información

4.1. Estrategia Empírica

La estrategia empírica de este trabajo partió de lo desarrollado en los estudios disponibles para la estimación del umbral desde el enfoque de la oferta (Claxton *et al*, 2015; Ariste y Di Matteo, 2017; Vallejo-Torres *et al*, 2018; Edney *et al*, 2018),

adaptando las estimaciones al contexto de salud colombiano. Para estimar la relación entre el gasto y los resultados en salud en Colombia, se construyó un modelo tipo panel no balanceado en donde las unidades de observación fueron los diferentes grupos de condiciones de salud y las Entidades Administradoras de Planes de Beneficios en Salud (EAPB). El modelo econométrico se presenta en la Ecuación 2.

$$H_{tij} = \beta_1 + \beta_2 \log(Gasto_{(t-1)ij}) + X_{tij} + \delta_i + \phi_j + \gamma_t + \varepsilon_{tij} \quad (2)$$

Donde el subíndice t hace referencia a la longitud temporal del modelo, la cual se estableció según la disponibilidad de información con datos anuales entre el 2012 y el 2016. Por su parte, el subíndice i hace referencia a las Empresas Administradoras de Planes de Beneficios con información disponible en el período analizado. Por último, el subíndice j hace referencia a diferentes grupos de enfermedad. A continuación se presenta la descripción de cada variable incluida en la Ecuación 2:

- H_{tij} son los beneficios en salud per cápita generados por cada EAPB i , para cada grupo de enfermedad j , en el año t .
- $Gasto_{(t-1)ij}$ es el gasto per cápita en salud generado por cada EAPB i , para cada grupo de enfermedad j , en el año $t - 1$.
- X_{tij} son un conjunto de variables de control de cada EAPB i , para cada grupo de enfermedad j , en el año t , las cuales se describen más adelante
- δ_i es un control por efectos fijos a nivel de EAPB.
- ϕ_j es un control por efectos fijos a nivel de grupos de enfermedad.
- γ_t es un control por efectos fijos a nivel de tiempo.
- ε_{tij} es el error aleatorio.

Según las fuentes de información descritas en la siguiente sección, únicamente la variable de gasto fue transformada a escala logarítmica, por lo que β_2 , el coeficiente de interés, debe ser interpretado como una semi-elasticidad.

Se decidió utilizar la EAPB como unidad de observación debido a que es donde se espera que exista un costo de oportunidad en la gestión del riesgo financiero. Esto se debe a que el sistema de salud le gira a las EAPB un monto fijo mensual por cada uno de sus afiliados, según sus características socio-económicas y de riesgo (lo que se conoce como la Unidad de Pago por Capitación). Así, en el país una EAPB particular recibe un monto presupuestal anual para atender todas las atenciones en salud de sus pacientes afiliados, con todas las tecnologías que hacen parte del Plan de Beneficios en Salud con cargo a la Unidad de Pago por Capitación (PBS-UPC).

Por su parte, tener en cuenta diferentes grupos de enfermedades permitió capturar la heterogeneidad esperada en la relación entre el gasto y los beneficios en salud. *A priori*, se esperaría que existan algunas enfermedades con diferencias significativas en la demanda por servicios de salud específicos, así como en el

impacto del gasto sobre los beneficios en salud de la población. Por ejemplo, se esperaría que los beneficios en salud relacionados con la atención de enfermedades mentales sean diferente a los de las enfermedades cardiovasculares, así como la demanda por tecnologías en salud.

Aunque se reconoce que los AVAC o los AVAD son desenlaces en salud finales genéricos que han sido recomendados en la literatura internacional (Drummond *et al*, 2015) y en los manuales metodológicos de Colombia (Guerrero, Guevara y Parody, 2014; Instituto de Evaluación Tecnológica en Salud, 2014), actualmente en el país el uso de estos instrumentos tienen una limitación importante al no contar con mediciones propias basadas en preferencias poblacionales. Por esto, los AVAC o AVAD calculados para Colombia tienen la limitación de que se deben utilizar ponderaciones de calidad de vida o discapacidad calculadas en otros países, sin tener certeza si son aplicables para la población local. Adicionalmente, no se encontraron fuentes de información institucional confiables sobre ponderaciones de calidad de vida o discapacidad para ser incluidos en el modelo.

Por este motivo, se decidió utilizar como beneficios en salud per cápita (H_{tij}) los Años de Vida Ganados (AVG), los cuáles también son un desenlace final que evita utilizar fuentes de información poco confiables. Sin embargo, se reconoce la limitación que para muchos grupos de enfermedades (como las enfermedades mentales, la artritis o la enfermedad diarreica aguda), la mayor parte del gasto no está destinado para impactar los AVG, sino la calidad de vida o discapacidad de los pacientes.

Finalmente, se incluyeron múltiples variables de control a nivel de las EAPB y por grupos de enfermedades, para mejorar el desempeño del modelo econométrico:

- $pers_unicas_{tij}$ es el número de personas únicas reportadas en cada EAPB i , para cada grupo de enfermedad j , en el año t .
- $prom_edad_{tij}$ es la edad promedio de las personas únicas reportadas en cada EAPB i , para cada grupo de enfermedad j , en el año t .
- $porcentaje_sexo_{tij}$ es el porcentaje de personas únicas de sexo masculino o femenino reportado en cada EAPB i , para cada grupo de enfermedad j , en el año t .
- $porcentaje_recon_{tij}$ es el porcentaje de prestaciones de salud pagado con las diferentes formas de reconocimiento de pago de cada EAPB i , para cada grupo de enfermedad j , en el año t .
- $porcentaje_ambito_{tij}$ es el porcentaje de prestaciones de salud llevados a cabo en los diferentes tipos de ámbito de la atención en cada EAPB i , para cada grupo de enfermedad j , en el año t .
- $probabilidad_muerte_{tij}$ indica la tasa de mortalidad de la población a riesgo en cada EAPB i , para cada grupo de enfermedad j , en el año t .

Cada una de las variables de control, que se describen más detalladamente en la siguiente sección, fueron incluidas consecutivamente en el modelo econométrico, analizando en cada paso su bondad de ajuste, y la consistencia de las estimaciones. Adicionalmente, se realizaron estimaciones con errores robustos para corregir por la heterogeneidad, y se utilizó un enfoque de variables instrumentales para corregir el sesgo generado por la endogeneidad esperada entre el gasto y los beneficios en salud.

Este enfoque depende sustancialmente de la validez de los instrumentos, los cuales deben satisfacer dos condiciones fundamentales: 1) deben estar altamente correlacionados con la variable a ser instrumentada (relevancia); y 2) no deben estar correlacionados con el error aleatorio (ortogonalidad). De estas dos condiciones, sólo la primera puede verificarse estadísticamente, mientras que la segunda depende principalmente de argumentos teóricos y validez de apariencia. Teniendo en cuenta lo anterior, la estimación del modelo econométrico se realizó utilizando el método de Mínimo Cuadrados Ordinarios (MCO) en dos etapas para tener en cuenta la corrección de la estimación por las variables instrumentales.

En este trabajo se analizaron dos potenciales instrumentos para intentar resolver la endogeneidad. En primer lugar, se tuvieron en cuenta los estados financieros de las EAPB en cada momento del tiempo; específicamente, calculados a partir de la diferencia entre el patrimonio técnico y el patrimonio adecuado (teniendo en cuenta las capitalizaciones y las glosas del año anterior), para cuantificar el estado deficitario o superavitario de cada EAPB al finalizar cada año del período de observación. En segundo lugar, se tuvo en cuenta a presión del gasto en salud para las EAPB producto de la ampliación progresiva del PBS-UPC por parte del Ministerio de Salud y Protección Social (MinSalud). Para esto, se calculó el gasto per cápita de cada EAPB en las nuevas tecnologías incluidas en el PBS-UPC durante los años 2012-2016, diferenciando la variable para cada grupo de enfermedad, para cada año.

Respecto al primer instrumento, en el país, algunas EAPB han tenido dificultades para mantener saneadas sus finanzas, debido a múltiples razones que incluyen corrupción, baja rentabilidad, ineficiencias en la gestión del riesgo financiero, problemas para la contratación con instituciones de salud, entre otras (Núñez *et al*, 2012; Arango, Arroyave y Hernández, 2011). Así, una EAPB que enfrente dificultades financieras, se ven en la necesidad de adoptar acciones que le permitan afrontarlas, a partir de planes de contingencia que pueden incluir restricciones en el gasto, dilatación de la prestación del servicio, cambios administrativos, entre otros (Fontalvo, Mendoza y Visbal, 2015; Castro-Iragorri, 2015). Así, es posible que una EAPB que tenga dificultades financieras, producto de factores que podrían considerarse no relacionados directamente con los AVG, restrinja el gasto en salud como parte de su plan de contingencia.

Por otro lado, tanto la extinta Comisión de Regulación en Salud (CRES), como el MinSalud, han realizado actualizaciones progresivas al PBS-UPC (antes llamado Plan Obligatorio de Salud) en múltiples ocasiones, las cuáles consisten en la

inclusión de nuevas tecnologías dentro del plan. Dentro del sistema de salud, se han realizado actualizaciones continuas desde el año 2009. En general, las inclusiones al PBS-UPC inician con la priorización de tecnologías en salud candidatas por parte del ente rector, a partir de diferentes criterios como la identificación de las tecnologías más recobradas, las que no tengan un comparador dentro del plan o las que impacten las enfermedades con mayor carga de enfermedad (Grupo de Economía de la Salud, 2015a).

Posteriormente, se realizan análisis de impacto presupuestal para cuantificar el esfuerzo financiero de la potencial inclusión de cada una de las tecnologías candidatas, y se determina el monto total con el que cuenta el país para hacer la actualización del PBS-UPC. Con todos estos insumos, los tomadores de decisiones determinan las tecnologías a incluir y se procede a realizar el ajuste actuarial de la UPC que se reconocerá a cada EAPB por cada afiliado. Finalmente, las EAPB deben financiar el consumo de estas nuevas tecnologías incluidas por parte de su población afiliada.

Teniendo en cuenta el mecanismo de actualización del PBS-UPC, la presión en el gasto en salud de cada EAPB de estas nuevas tecnologías podría ser un buen instrumento, en la medida en que el mecanismo de priorización y selección parte de lo que los tomadores de decisiones consideren más relevante, y no directamente de los AVG. Sin embargo, si se espera una relación directa entre el gasto total de cada EAPB, y el gasto incurrido en las nuevas tecnologías incluidas en cada ronda de actualización.

Finalmente, el cálculo del umbral de costo-efectividad surge de la estimación del modelo econométrico a través de MCO en dos etapas, y realizando las correcciones de estimación pertinentes. Como β_2 es el coeficiente de interés en la ecuación 2, y este se estima como una semi-elasticidad, el umbral de costo-efectividad estaría dado por la Ecuación 3⁴. En pocas palabras, se debe dividir una medida de tendencia central del gasto en salud per cápita, por el coeficiente estimado en el modelo econométrico.

$$\text{Umbral de costo – efectividad} = \frac{\text{Gasto en salud per cápita promedio}}{\beta_2} \quad (3)$$

4.2. Fuentes de Información

Con el fin de alimentar el modelo econométrico presentado en la Ecuación 2, se construyó una base de datos novedosa y robusta a partir de múltiples fuentes de información. En primer lugar, para estructurar los diferentes grupos de enfermedades, se utilizó la Lista Internacional para la tabulación de la morbilidad

⁴La derivación de la Ecuación 3 parte de la definición de β_2 como una semi-elasticidad: $\beta_2 = \frac{\Delta H}{\Delta G/G}$, donde H son beneficios en salud per cápita y G el gasto per cápita de la Ecuación 2. Reordenando esta ecuación se tendría que $\frac{\Delta G}{\Delta H} = \frac{G}{\beta_2}$, lo que implica que el umbral de definiría como $\frac{G}{\beta_2}$, teniendo en cuenta la definición de la RICE de la Ecuación 1 y las reglas de decisión de costo-efectividad.

hospitalaria (ISHMT, por sus siglas en inglés) de la OMS, la cuál ha sido ampliamente utilizada por diversas agencias de tecnologías en el mundo. La lista está conformada por 130 grupos de enfermedades clasificadas según la Codificación Internacional de Enfermedades en su décima versión (CIE-10). Adicionalmente, se incluyeron dos grupos que no estaban incluidos para tener en cuenta los códigos especiales con los que cuenta la OMS para reportar epidemias y brotes infecciosos y los no clasificables en otra parte.

En segundo lugar, se tuvo acceso a la base de datos de los Estudios de Suficiencia del MinSalud, la cual registra todas las prestaciones de salud que realizan las EAPB del régimen contributivo dentro del PBS-UPC. Para cada prestación de salud se recoge la edad y género del individuo, la fecha y el lugar en donde se realizó el servicio, el código CIE-10 de la enfermedad del paciente, la EAPB y el prestador de salud involucrados en el pago, los días de estancia hospitalaria (si los hubo), la forma de pago, la naturaleza de la prestación (si fue un procedimiento, un medicamento o un insumo) y el valor total pagado por la EAPB. Esta base cuenta con datos disponibles entre 2012 y 2016.

La información de los Estudios de Suficiencia se considera como la mejor fuente de información para determinar el gasto total en salud que realizan las EAPB por las siguiente razones: 1) es una fuente institucional que ha pasado por múltiples mallas validadoras para minimizar los errores de reporte; 2) recoge todas las prestaciones en salud realizadas dentro del PBS-UPC, escenario que se ajusta adecuadamente al supuesto de un presupuesto fijo asignado a una población específica según las estrategias de administración del riesgo; 3) contiene el suficiente detalle de la información para poder construir las variables requeridas en el modelo econométrico para los 132 grupos de enfermedades del ISHMT.

Sin embargo, utilizar esta base de datos implica incluir únicamente el gasto del régimen contributivo, el cual representa alrededor del 50% de las personas afiliadas al sistema general de seguridad social en salud (Ministerio de Salud y Protección Social, 2017). Adicionalmente, esta base sólo tiene en cuenta el gasto realizado a través del PBS-UPC que representa alrededor del 60% del total en Colombia (Grupo de Economía de la Salud, 2015b), por lo que se excluye el gasto privado, los recobros, las tutelas y el gasto realizado por las entidades territoriales en salud pública.

En la tabla 1 se presenta un resumen de las estadísticas descriptivas del Estudio de Suficiencia para el 2012-2016, incluyendo el gasto en salud total, el número de atenciones y gasto per cápita promedio, así como algunas variables de control. Adicionalmente, en las Figuras 1 y 2 se presenta un histograma del gasto total y per cápita, respectivamente, diferenciado para cada una de las 14 EAPB incluidas en la base de datos para el período de observación⁵. Cabe resaltar que los datos

⁵Cabe mencionar que, con el fin de garantizar el anonimato de la información, a cada EAPB se le asignó un número aleatorio entre 0 y 14 para diferenciarlo de las demás, pero que no guarda ninguna relación con la codificación utilizada en el Sistema Integral de Información de la Protección Social (SISPRO).

presentados en la Tabla 1 y Figura 1 son agregados para sintetizar la información, pero en el modelo econométrico se diferenciaron para cada de las 14 EAPB, en cada uno de los 132 grupos, para cada uno de los 6 años analizados, lo que implicó un máximo de 11.088 posibles combinaciones de datos.

Cabe mencionar que para el modelo econométrico empleado, y con el fin de actualizar los costos a un año base para poder compararlos, todas las variables expresadas en unidades monetarias fueron indexadas al año 2016 con el Índice de Precios al Consumidor (IPC) general promedio para los años 2012 al 2015, a partir de las estadísticas oficiales del Banco de la República disponibles en su página web.

En tercer lugar, se accedió a la base de datos de Estadísticas Vitales, a través de la información del Sistema Integral de Información de la Protección Social (SISPRO), en donde se registran las defunciones reportadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). Esta base contiene el número de muertes en diferentes años, así como características de la persona fallecida: la EAPB a la que pertenecía, el sexo, la edad, el lugar del deceso, entre otras. Adicionalmente, contiene las dos causas de muerte reportadas en los certificados de defunción: 1) Causa básica de muerte, que se define como la enfermedad o lesión que inició la cadena de acontecimientos patológicos que condujeron directamente a la muerte; y 2) Causa directa de muerte, que es el mecanismo o estado fisiopatológico que produjo la muerte directamente.

Para el cálculo de los AVG, se utilizaron los datos de causa básica de muerte, ya que reporta la condición de salud base que generó la defunción (y no la más inmediata), la cual se esperaría es la que esté más relacionada con los gasto en salud de cada paciente en el tiempo. Así, se calculó el número de muertos en cada una de las 14 EAPB incluidas en la información de la base de Suficiencia, en cada uno de los 132 grupos de enfermedades y para cada uno de los 6 años. Adicionalmente fue necesario detallar la información por edades simples para la construcción de tablas de vida. En la tabla 2 se detalla el resumen del número de muertos totales para cada año, mientras que en la Figura 3 se presenta la distribución del total de muertos para cada edad simple.

Con estos datos de mortalidad, se procedió a calcular los Años de Vida Potencialmente Perdidos (AVPP), los cuales son el primer paso para llegar a los AVG requeridos en el modelo econométrico. Para calcular los AVPP se utilizó la metodología de tablas de vida y curvas de supervivencia, recomendadas en la literatura sobre evaluaciones económicas (Gray *et al*, 2011; Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2017) y utilizadas por los estudios referentes de esta investigación (Claxton *et al*, 2015; Vallejo-Torres *et al*, 2018). Esta metodología parte de la información de mortalidad ya descrita, pero además requiere la determinación de la población a riesgo.

Para calcular la población a riesgo, se utilizó la información del Registro Individual de Prestación de Servicios de Salud (RIPS), a través de SISPRO. La consulta en

esta base de datos se realizó calculando el número de personas únicas con al menos una prestación de salud con alguno de los códigos CIE-10 que componen cada uno de los 132 grupos de enfermedades ISHMT, para cada una de las 14 EAPB, en cada uno de los 6 años, y para cada una de las edades simples. La información del RIPS permitió aproximarse a la población en riesgo de morir por cada uno de los grupos de enfermedad analizados, al tener en cuenta todas las personas que en algún momento del tiempo demandaron servicios de salud por un grupo de patologías específicas. En la Figura 4 se presenta una síntesis de la distribución de la población a riesgo general por edades simples (sin diferenciar por EAPB, grupo de enfermedades y años).

Con la información de la población a riesgo, se aplicó la metodología de tablas de vida para calcular probabilidades de muerte, curvas de supervivencia y expectativas de vida ajustadas por enfermedad. Esto permitió tener en cuenta la heterogeneidad en la composición clínica y epidemiológica cada enfermedad, así como las características etarias de cada EAPB en el tiempo⁶. En la Tabla 2 se presenta una síntesis de la población a riesgo, probabilidad de muerte, edad de muerte, edad de la población a riesgo para cada año (pero sin diferenciar por grupos de enfermedad y EAPB). Sin embargo, para el modelo econométrico fue necesario diferenciar las estimaciones para cada uno de los 132 grupos de enfermedades, en cada una de las 14 EAPB y para cada uno de los 6 años analizados.

Se debe mencionar que en algunos casos la probabilidad de muerte calculada fue 0%, o igual o mayor a 100%, lo cual no tiene sentido lógico y generaba un sesgo importante en las estimaciones de las demás variables calculadas a partir de tablas de vida. Para corregir este efecto, se consideró como un punto de referencia las tablas de vida publicadas por el DANE para la población general de Colombia, las cuáles están agrupadas por grupos etarios quinquenales. En los casos en donde la variable cayera en los valores mencionados, se reemplazó por el de la población general para esa edad específica. Aunque se reconoce que la probabilidad de muerte de la población general puede variar respecto a la de pacientes con condiciones de salud específicas, fue la mejor evidencia considerada para corregir estos valores.

Teniendo en cuenta lo anterior, los AVPP totales de cada uno de los muertos de los 132 grupos de enfermedades, en cada una de las 14 EAPB y para cada uno de los 6 años fueron calculados a partir de la sumatoria del número de muertos en cada edad simple, multiplicado por el número de años faltantes o sobrantes para llegar a

⁶Por ejemplo, se esperaría la probabilidad de muerte y la expectativa de vida ajustada por la condición de salud, sean diferentes en grupos de enfermedades que sean muy letales (como el cáncer, el infarto o las patologías degenerativas musculoesqueléticas), respecto a las que no tienen un impacto en esta variable, como las enfermedades mentales, oculares o bucales. También se esperaría que EAPB con un perfil demográfico donde predominen las personas de más edad, tengan mayores prevalencias de enfermedades crónicas propias de esta etapa de la vida.

la expectativa de vida ajustada por la enfermedad⁷. La fórmula para calcular los AVPP se presenta en la Ecuación 4, en donde:

$$AVPP_{tij} = \sum_0^p (\exp_vida_{tj} - edad_muerte_{tijp}) * muertos_{tijp} \quad (4)$$

- $AVPP_{tij}$ son los AVPP totales de cada EAPB i , para cada grupo de enfermedad j , en el año t .
- \exp_vida_{tj} es la expectativa de vida ajustada por la enfermedad de cada grupo de enfermedad j , en el año t .
- $edad_muerte_{tijp}$ es la edad simple p en que ocurrió una o más muertes de cada EAPB i , para cada grupo de enfermedad j , en el año t .
- $muertos_{tijp}$ es el número de muertos de cada edad simple p , para cada EAPB i , para cada grupo de enfermedad j , en el año t .

Finalmente, debido a que los AVG netos son el reflejo de los AVPP calculados con la metodología descrita anteriormente, y para tuvieran la dirección esperada en el modelo econométrico (entre más AVG mayor el efecto del gasto sobre los desenlaces en salud), esta variable fue calculada multiplicando los AVPP por -1. Los AVG per cápita utilizados en el modelo econométrico surgieron de la división de los AVG netos totales por la población a riesgo calculada con el RIPS. Debido a que esta variable no está restringida a valores positivos, no fue posible su transformación a escala logarítmica, por lo que el coeficiente clave del modelo econométrico se debió interpretar como una semi-elasticidad. En la Tabla 3 se presenta una síntesis de los AVG netos totales de cada EAPB para cada año (sin diferenciar por grupos de enfermedades).

En cuarto lugar, para construir las variables de control del modelo econométrico, se utilizó la caracterización de la población a riesgo a partir de los datos del RIPS y de la base de suficiencia 2012-2016. Específicamente, se calculó el número de personas únicas a partir de la información del RIPS, mientras que la edad promedio de la población a riesgo, el porcentaje de sexo, las formas de reconocimiento de pago y los ámbitos de atención de las prestaciones de salud se calcularon a partir de la información de Suficiencia. Para el número de personas únicas, se realizó una transformación logarítmica antes de ser utilizada en el modelo econométrico. En la Tabla 1 y 2 se presenta una síntesis de las estadísticas descriptivas de cada uno de estos controles.

En quinto lugar, para tener un referente del número de afiliados totales de cada EAPB en cada año se utilizó la información de la Base de Datos Única de Afiliados (BDUA) para los años 2012-2016. Esta información sirvió para calcular las variables

⁷Por ejemplo, para un grupo de enfermedad, EAPB y año cualquiera, si se reportaron 3 muertos a los 25 años, y la expectativa de vida ajustada por la enfermedad es de 67 años, entonces contarían $(67-25)*3 = 126$ AVPP por la enfermedad. También es posible calcular AVPP negativos si la persona muere en años posteriores a los 67 años, si 8 personas murieron a los 80 años, entonces contarían $(67-80)*8 = -104$ AVPP por la enfermedad.

per cápita, en donde no existió un referente de la población a riesgo a partir de Suficiencia o el RIPS.

En sexto lugar, para la construcción de la variable instrumental de los estados financieros, se tuvo en cuenta la información reportada en la página web de la Superintendencia Financiera para el período 2012-2016. Específicamente, se construyó la variable del margen de solvencia, que se define como la diferencia entre el patrimonio técnico y el patrimonio adecuado (teniendo en cuenta las capitalizaciones y las glosas del año anterior), para cuantificar el estado deficitario o superavitario de cada EAPB al finalizar cada año del período de observación. Para el modelo econométrico se realizaron múltiples pruebas, teniendo en cuenta diferentes formas del margen de solvencia transformado en desviaciones estándar, así como los diferentes cuartiles de la variable, para tener en cuenta las EAPB más deficitarias y más superavitarias. En la tabla 4 se presenta un resumen del margen de solvencia para cada EAPB en cada año analizado.

Por su parte, para la construcción de la variable instrumental de la presión del gasto en nuevas tecnologías incluidas al PBS-UPC, se realizó el cálculo en dos pasos. El primero, fue identificar las nuevas tecnologías que entre el 2012 y el 2016 fueron incluidas en el plan, para lo cual se consultaron las resoluciones del MinSalud 5529 de 2015, 5926 de 2014 y 5521 de 2013, así como los acuerdos de la CRES 031 y 034 de 2012, 029 y 021 de 2011, 014 y 017 de 2010 y 08 de 2009⁸. Adicionalmente, debido a que fue necesario determinar la trazabilidad en los cambios de la Clasificación Única de Procedimientos en Salud (CUPS) para algunos procedimientos, también fue necesario consultar la resolución 4678 de 2015, 446 y 4905 de 2006, 3199 de 2005, 3772 de 2004, y 1896 de 2001.

Después de identificar las nuevas tecnologías incluidas en el PBS-UPC, se procedió a calcular en la base de suficiencia, el número de personas únicas y el gasto total en la que cada EAPB incurrió, para cada enfermedad, en cada año posterior a la inclusión. Para esto se debió identificar el código ATC y los registros sanitarios (vigentes, vencidos, o en cualquier estado) para el caso de los medicamentos, y la trazabilidad de cada CUPS para el caso de los procedimientos. Con estas variables se calculó el gasto per cápita de las nuevas tecnologías incluidas en el PBS-UPC entre el año 2012 al 2016. En la Tabla 5 se presenta un resumen del gasto per cápita en nuevas tecnologías de cada EAPB, en cada año, las cuáles fueron indexadas al año 2016 con el IPC, de igual manera que las demás variables monetarias.

5. Resultados

⁸Se debe mencionar que en algunas actualizaciones del PBS-UPC, no sólo se incluyeron nuevas tecnologías, sino que también se realizaron ampliaciones de las tecnologías ya existentes, en términos de poblaciones cubiertas, concentraciones y formas farmacéuticas de medicamentos. Sin embargo, para la variable únicamente se tuvieron en cuenta las nuevas tecnologías incluidas, más no las ampliaciones de las ya existentes.

La aplicación de la estrategia empírica, con las fuentes de información descritas, se llevó a cabo desarrollando múltiples modelos econométricos, agregando diferentes controles y modificando algunas características de los datos, evaluando la bondad de ajuste y la lógica de las estimaciones. En primer lugar, se desarrolló el modelo sin ajustar por variables instrumentales, para tener un punto de referencia. En la Tabla 6 se presentan los resultados de este modelo, en donde puede apreciarse una relación positiva entre el gasto per cápita y los AVG (que es la direccionalidad esperada), pero no es significativa a niveles de confianza del 99%, 95% y 90%. Sin embargo, utilizando el modelo en el que se incluyen todos los controles se calcula un β_2 de 0,0993 y un gasto per cápita promedio de \$871.077, lo que implica un umbral de costo-efectividad de \$8.772.177 por AVG.

En segundo lugar, se utilizaron los estados financieros como instrumento para corregir por la endogeneidad, a partir del modelo econométrico de MCO en 2 etapas. Nuevamente, se realizaron múltiples aproximaciones y transformaciones a la variable, evaluando la bondad de ajuste de la estrategia empírica. La mejor aproximación encontrada resultó de la transformación del margen de solvencia en desviaciones estándar, quedándose únicamente con el tercer percentil (es decir, con las EAPB con mejores niveles de solvencia). En la Tabla 7 se presentan los resultados del modelo teniendo en cuenta esta variable, en donde se calculó un β_2 de 5,521, valor positivo y estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 95%, que se mantiene al agregar o eliminar controles. Bajo esta aproximación, y teniendo en cuenta el gasto per cápita promedio de \$871.077, la estimación del umbral de costo-efectividad sería de \$157.775 por AVG.

En tercer lugar, se utilizó la presión del gasto de nuevas tecnologías incluidas en el PBS-UPC 2012-2016 como instrumento adicional. La estrategia empírica fue utilizada considerando esta variable en términos per cápita, y modificándola en escala logarítmica y en desviaciones estándar. Sin embargo, bajo ninguna aproximación se generaron resultados estadísticamente significativos. En la tabla 8 se presentan los resultados teniendo en cuenta esta variable instrumental, en donde se puede apreciar que el coeficiente de interés es negativo (contrario a lo esperado) y no es estadísticamente significativo. El análisis realizado indicaría que esta variable no es un buen instrumento para corregir por la endogeneidad entre el gasto en salud y los AVG.

6. Conclusiones y Recomendaciones

En esta investigación se partió de las discusiones teóricas y empíricas que en los últimos años se han presentado en la literatura internacional, en donde se destaca las carencias de un marco teórico transparente y explícito, así como una estrategia empírica de estimación replicable y actualizable en el tiempo (Vallejo-Torres *et al*, 2016; Gafni y Birch, 2006). La necesidad de avanzar en la frontera del conocimiento en estos temas se ha identificado como un foco de investigación fundamental para el desarrollo de las evaluaciones económicas como insumo para la toma de decisiones de política pública (Paulden, O'Mahony y McCabe, 2016; Culyer, 2016).

El objetivo principal de esta investigación fue realizar una estimación empírica del umbral de costo-efectividad en salud por AVG para Colombia, partiendo del marco teórico y la estrategia empírica del trabajo seminal de Claxton *et al* (2015), y adaptando sus pilares al sistema de salud colombiano. Para esto se construyó una base de datos novedosa y robusta, a partir de la información de múltiples fuentes de información institucionales (la base de Suficiencia, Estadísticas Vitales, el RIPS, BDUA y la información de la Superintendencia de Salud), con el fin de aproximarse a la relación entre el gasto y los beneficios en salud.

La estimación realizada con la variable instrumental de estados financieros generó un resultado estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 95%, generando un umbral de \$157.775 por AVG. Sin embargo, teniendo en cuenta que la literatura internacional (Claxton *et al*, 2015; Vallejo-Torres *et al*, 2018; Ariste y Di Matteo, 2017; Edney *et al*, 2018) y los análisis exploratorios para Colombia (Woods *et al*, 2015; Woods *et al*, 2016; Ochalek, Lomas y Claxton, 2015; Ochalek, Lomas y Claxton, 2018; Pichón-Riviere *et al*, 2016; Pichón-Riviere *et al*, 2017) han evidenciado que el umbral de costo-efectividad oscilaría en valores cercanos a 1 PIB per cápita, la estimación con esta variable instrumental no sería lógica. En pocas palabras, un umbral de \$157.775 no sería un valor lógico para ser utilizado en la toma de decisiones de política pública.

Por su parte, la estimación con la variable instrumental de presión del gasto de las nuevas tecnologías incluidas en el PBS-UPC 2012-2016, no generó resultados consistentes ni estadísticamente significativos, por lo que no parecería ser un buen instrumento para el cálculo del umbral. Finalmente, la estimación del modelo econométrico sin utilizar ninguna variable instrumental, generó un umbral de \$8.772.177 por AVG, el cual fue relativamente robusto a la inclusión o exclusión de variables de control.

Teniendo en cuenta que encontrar un buen instrumento que corrija la endogeneidad entre el gasto y los beneficios en salud puede ser una tarea complicada, que en muchos casos no se puede llevar a cabo (Gravelle y Beckhouse, 1989; Nixon y Ulmann, 2006; Martin, Rice y Smith, 2012), se consideró que \$8.772.177 por AVG es la mejor evidencia existente sobre el umbral de costo-efectividad en Colombia⁹. Al conocimiento del autor de este trabajo, esta es la primera estimación empírica del umbral de costo-efectividad para Colombia, Latinoamérica, y para cualquier nación de ingresos bajos y medios. Teniendo en cuenta que para el año 2016 el PIB per cápita a precios corrientes del país¹⁰ se ubicó en \$17.719.438, el umbral de costo-efectividad representaría el 49,51% de 1 PIB per cápita.

⁹De hecho, Claxton *et al* (2015) no logró corregir la endogeneidad adecuadamente en su estrategia empírica, por lo que sus resultados se basan en la estimación del modelo econométrico sin la utilización de variables instrumentales.

¹⁰Datos extraídos de la información oficial disponible en la página web del Banco de la República de Colombia. Al momento de realizar esta investigación, las cifras para el año 2016 era provisionales.

Las principales limitaciones de esta investigación se presentan a continuación. En primer lugar, la estimación realizada se limitó al universo del régimen contributivo y de las tecnologías incluidas en el PBS-UPC. Esto se considera como una limitación en la medida en que se excluye del análisis el régimen subsidiado y todo el universo no PBS-UPC. Debido a que en el régimen subsidiado se concentra la mayor parte de las personas de bajos ingreso y barreras de acceso, se esperaría que la lógica entre el gasto y los desenlaces en salud sea diferente a la del régimen contributivo. La misma conclusión se podría extraer de las tecnologías recobradas, al tener una fuente de financiación y cobertura diferentes.

En la actualidad no se cuenta con un registro confiable que cuantifique los gastos en salud del régimen subsidiado, mientras que las bases de recobros tienen múltiples problemas de reporte y están desactualizadas. Por esto, sería difícil replicar la estrategia empírica utilizada en este trabajo para estos universos. Sin embargo, es un foco de investigación futura explorar potenciales metodologías de extrapolación de los resultados encontrados en este trabajo, a todo el universo del sistema de salud colombiano.

En segundo lugar, el cálculo del umbral de costo-efectividad podría variar si se tienen en cuenta otro tipo de beneficios en salud. Específicamente, la literatura internacional en evaluaciones económicas se ha perfilado por el uso de los AVAC y los AVAD como desenlaces en salud finales, genéricos y útiles para la toma de decisiones en salud. Así, una potencial limitación de este estudio es considerar únicamente los AVG como efectos en salud. Como foco de investigación futura se destaca la incorporación de ponderaciones de calidad de vida o de discapacidad para calcular umbrales por AVAC o AVAD ganado. Fuentes de información relevantes, como el *CEA Registry* de la Universidad de Tufts (2018), los cálculos de ponderaciones de utilidad en otros países (Xie *et al*, 2013) o el estudio de carga de enfermedad mundial (Global Burden of Disease, 2018) podrían ser de utilidad en este contexto.

En tercer lugar, la imposibilidad de encontrar una buena variable instrumental se configura como una limitación importante, ya que no poder corregir la endogeneidad esperada del modelo econométrico, implica que la estimación no se basa en el Mejor Estimador Lineal Insesgado (MELI), ni se puede hablar de una relación causal entre el gasto en salud y los AVG. Por lo anterior, el coeficiente estimado podría estar sub o sobre estimado respecto al estimador MELI. La búsqueda de instrumentos adicionales que mejoren las estimaciones realizadas en este trabajo se perfila como un foco principal de investigación futura.

En cuarto lugar, como parte de investigación adicional, se podrían pensar en la inclusión de los datos de mortalidad por causa directa, ya que es posible que parte de la heterogeneidad en los AVG, esté mediada por las tasas de mortalidad de los datos reportados en causa básica. Es posible que las estimaciones sean más consistentes al utilizar los datos de mortalidad por causa directa. Finalmente, también se podrían explorar controles adicionales que tengan en cuenta

características adicionales de la población a riesgo del RIPS y de la base de Suficiencia 2012-2016.

Referencias

Arango, Mónica; Arroyave, Elizabeth; Hernández, Juan (2011). “Valoración del riesgo financiero (CFAR) en las EPS a través de opciones reales: una aplicación al nivel de atención IV”. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, Vol. 10, No. 19, pp: 125-136.

Ariste, Ruolz; Di Matteo, Livio (2017). “Value for money: an evaluation of health spending in Canada”. *International Journal of Health Economics and Management*, Vol. 17, No. 3, pp: 289-310.

Atehortúa, Sara; Ceballos, Mateo; Gaviria, Carlos Felipe; Mejía, Aurelio (2013). “Evaluación de la calidad metodológica de la literatura en evaluación económica en salud en Colombia: una revisión sistemática”, *Biomédica*, Vol. 33, No. 4, pp: 615-630.

Birch, Stephen; Gafni, Amiram (1992). “Cost effectiveness/utility analyses. Do current decision rules lead us to where we want to be?” *Journal of Health Economics*, Vol. 11, No. 3, pp: 279-296.

Black, William (1990). “The CE plane. A graphical presentation of cost-effectiveness”. *Medical Decision Making*, Vol. 10, No. 3, pp: 212-214.

Bobinac, Ana; van Exel, N.J.A; Rutten, Franz; Brouwer, Werner (2010). “Willingness to pay for a quality-adjusted life-year: the individual perspective”. *Value in Health*, Vol. 13, No. 8, pp: 1046-1055.

Caro, Jaime; Möller, Jorgen (2014). “Decision-Analytic Models: Current Methodological Challenges”. *Pharmacoeconomics*, Vol. 32, No. 10, pp: 943-950.

Castro-Iragorri (2015). “La administración cuantitativa del riesgo financiero en la provisión de un plan de salud”. *Revista Gerencia y Políticas de Salud*, Vol. 14, No. 28, pp: 51-62.

Claxton, Karl; Martin, Steve; Soares, Marta; Rice, Nigel; Spackman, Eldon; Hinde, Sebastian; Devlin, Nancy; Smith, Peter, Sculpher, Mark (2015). “Methods for the estimation of the National Institute for Health and Care Excellence cost-effectiveness threshold”. *Health Technology Assessment*, Vol. 19, No. 14, pp: 1-503.

Cleemput, Irina; Neyt, Mmattias; Thiry, Nancy; De Laet, Chris; Leys, Mark (2011). “Using threshold values for cost per quality-adjusted life-year gained in healthcare decisions”. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, Vol. 27, No. 1, pp: 71-76.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2017). *Observatorio Demográfico de América Latina: Tablas de Mortalidad*, Primera Edición, Santiago de Chile, Naciones Unidas.

Culyer, Anthony (2016). "Cost-effectiveness thresholds in health care: a bookshelf guide to their meaning and use". *Health Economics, Policy and Law*, Vol. 11, No. 4, pp: 415-432.

Drummond, Michael; Sculpher, Mark; Claxton, Karl; Stoddart, Greg; Torrance, George (2015). *Methods for the Economic Evaluation of Health Care Programmes*, Cuarta Edición, New York, Oxford University Press.

Edney, Laura Catherine; Haji Ali Afzali, Hossein; Chai Cheng, Terence; Karnon, Jonathan (2018). "Estimating the Reference Incremental Cost-Effectiveness Ratio for the Australian Health System", *Pharmacoeconomics*, Vol. 36, No. 2, pp: 239-252.

Fuchs, Victor (2001). "El futuro de la economía de la salud". *Lecturas de Economía*, Vol. 55, pp. 9-30.

Gafni, Amiram; Birch, Stephen (2006). "Incremental cost-effectiveness ratios (ICERs): the silence of the lambda". *Social Science & Medicine*, Vol. 62, No. 9, pp: 2091-2100.

Global Burden of Disease (2018). "Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017". *The Lancet*, Vol. 392, No. 10159, pp: 1789-1858.

Gravelle, Hugh; Beckhouse, Martin (1987). "International cross-section analysis of the determination of mortality". *Social Science & Medicine*, Vol. 25, No. 5, pp: 427-441.

Gray, Alistair; Clarke, Philip; Wolstenholme, Jane; Wordsworth, Sarah (2011). *Applied Methods of Cost-effectiveness Analysis in Health Care*. Primera Edición, New York, Oxford University Press.

Griffiths, Ulla Kou; Legood, Rosa; Pitt, Catherine (2016). "Comparison of Economic Evaluation Methods Across Low-income, Middle-income and High-income Countries: What are the Differences and Why?" *Health Economics*, Vol. 25, Supl. 1, pp: 29-41.

Grupo de Economía de la Salud (2015a). "Transición en el sistema de salud colombiano". *Observatorio de la Seguridad Social en Salud*, No. 30, pp: 1-24.

Grupo de Economía de la Salud (2015b). "El gasto y la prioridad de la salud en Colombia". *Observatorio de la Seguridad Social en Salud*, No. 31, pp: 1-16.

Guerrero, Ramiro; Guevara, César y Parody, Elizabeth (2014). Guía metodológica para la realización de evaluaciones económicas en el marco de Guías de Práctica Clínica. Grupo de Investigación PROESA, Ministerio de Salud y Protección Social, Colombia, Bogotá D.C.

Fontalvo, Tomás; Mendoza, Adel; Visbal, Delimiro (2015). “Medición de la eficiencia financiera de las entidades promotoras de salud (eps) del régimen contributivo mediante el análisis envolvente de datos (aed)”. *Universidad & Empresa*, Vol. 17, No. 29, pp: 93-110.

Husereau, Don; Drummond, Michael; Petrou, Stavros; Carswell, Chris; Moher, David; Greenberg, Dan; Augustovski, Federico; Briggs, Andrew; Mauskopf, Josephine; Loder, Elizabeth (2013). “Consolidated Health Economic Evaluation Reporting Standards (CHEERS) - Explanation and Elaboration: A Report of the ISPOR Health Economic Evaluation Publication Guidelines Good Reporting Practices Task Force”. *Value In Health*, Vol. 106, No. 2, pp: 229-242.

Instituto de Evaluación Tecnológica en Salud (2014). Manual para la elaboración de evaluaciones económicas en salud. Instituto de Evaluación Tecnológica en Salud. IETS, Colombia, Bogotá D.C.

Johannesson, Magnus; Weinstein, Milton (1993). “On the Decision Rules of Cost-Effectiveness Analysis”. *Journal of Health Economics*, Vol. 12, No. 4, pp: 459-467.

Karlsson, Goran; Johannesson, Magnus (1996). “The decision rules of cost-effectiveness analysis”. *Pharmacoeconomics*, Vol. 9, No. 2, pp: 113-120.

Martin, Stephen; Rice, Nigel; Smith, Peter (2012). “Comparing costs and outcomes across programmes in health care”. *Health Economics*, Vol. 21, No. 3, pp: 316-337.

Mejía, Aurelio; Moreno, Mabel (2014). “Evaluación económica para la toma de decisiones en salud en Colombia”. *Monitor Estratégico*, Vol. 5, pp: 70-75.

Ministerio de Salud y Protección Social (2017). Boletín del Aseguramiento en Salud. Boletín No. 1, Primer trimestre de 2017. Dirección de Regulación de la Operación del Aseguramiento en Salud, Riesgo Laborales y Pensiones. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VP/DOA/boletin-aseguramiento-i- trimestre-2017.pdf> [Consultado en junio de 2019].

Nixon, John; Ulmann, Philippe (2006). “The relationship between health care expenditure and health outcomes”. *The European Journal of Health Economics*, Vol. 7, No. 1, pp: 7-18.

Núñez, Jairo; Zapata, Juan Gonzalo; Castañeda, Carlos; Fonseca, Sandra Milena; Ramírez, Jaime (2012). *La sostenibilidad financiera del sistema de salud colombiano-dinámica del gasto y principales retos de cara al futuro*, Primera Edición, Publicaciones Fedesarrollo, Bogotá D.C., Colombia.

Ochalek, Jessica; Lomas, James; Claxton Karl (2015). "Cost Per DALY Averted Thresholds for Low- and Middle-Income Countries: Evidence From Cross Country Data", *CHE Research Paper*, Vol. 122, pp: 1-50.

Ochalek, Jessica; Lomas, James; Claxton Karl (2018). "Estimating health opportunity costs in low-income and middle-income countries: a novel approach and evidence from cross-country data", *BMJ Global Health*, Vol. 3, No. 6, pp: e000964.

Organización Mundial de la Salud (2001). *Macroeconomics and Health: Investing in health for economic development*. Reporte de la Comisión de Macroeconomía y Salud. Geneva: World Health Organization.

Organización Mundial de la Salud (2015). *Using health technology assessment for universal health coverage and reimbursement systems*. Geneva, Switzerland. Disponible en: http://www.who.int/health-technology-assessment/HTA_November_meeting_report_Final.pdf [Consultado en junio de 2019].

Paulden, Mike; O'Mahony, James; McCabe, Christopher (2016). "Determinants of Change in the Cost-Effectiveness Threshold". *Medical Decision Making*, Vol. 37, No. 2, pp: 264-276.

Pichón-Riviere, Andrés; Augustovski, Federico; García-Martí, Sebastián (2016). "Derivation of cost-effectiveness thresholds based on per capita health expenditures and life expectancy, and country-level estimates for 194 countries", *IECS Technical Document*, No 16. Instituto de Efectividad Clínica y Sanitaria, Buenos Aires, Argentina.

Pichón-Riviere, Andrés; Augustovski, Federico; García-Martí, Sebastián (2017). "The Efficiency Path To Universal Health Coverage: Derivation Of Cost-Effectiveness Thresholds Based On Health Expenditures And Life Expectancy. Updated Country-Level Estimates For 194 Countries". *Value In Health*, Vol. 20, No. 9, pp: A858.

Pitt, Catherine; Goodman, Catherine; Hanson, Kara (2016). "Economic Evaluation In Global Perspective: A Bibliometric Analysis Of The Recent Literature", *Health Economics*, Vol. 25, Supl. 1, pp: 9-28.

Revill, Paul; Sculpher, Mark (2012). "Cost effectiveness of interventions to tackle non-communicable diseases", *British Medical Journal*, Editorials, pp: e609.

Ryen, Linda; Svensson, Mikael (2015). "The Willingness to Pay for a Quality Adjusted Life Year: A Review of the Empirical Literature", *Health Economics*, Vol. 24, No. 10, pp: 1289-1301.

Shillcut, Samuel; Walker, Damian; Goodman, Catherine; Mills, Anne (2009). "Cost-Effectiveness in Low- and Middle-Income Countries: A Review of the Debates Surrounding Decision Rules", *Pharmacoeconomics*, Vol. 27, No. 11, pp: 903-917.

Siverskog, Jonathan;; Henriksson, Martin (2019). "Estimating the marginal cost of a life year in Sweden's public healthcare sector", *The European Journal of Health Economics*, Vol. 20, No. 5, pp: 751-762.

Universidad de Tufts (2018). *Cost-Effectiveness Analysis (CEA) Registry*. Tufts Medical Center. Disponible en: <https://cevr.tuftsmedicalcenter.org/databases/cea-registry> [Consultado en junio de 2019]

Vallejo-Torres, Laura; García-Lorenzo, Borja; Castilla, Iván; Valcárcel-Nazco, Cristina; García-Pérez, Lidia; Linertová, Renata; Polentinos-Castro, Elena; Serrano-Aguilar, Pedro (2016). "On the Estimation of the Cost-Effectiveness Threshold: Why, What, How?" *Value In Health*, Vol. 19, No. 5, pp: 558-566.

Vallejo-Torres, Laura; García-Lorenzo, Borja; Serrano-Aguilar, Pedro (2018). "Estimating a cost-effectiveness threshold for the Spanish NHS" *Health Economics*, Vol. 27, No. 4, pp: 746-761.

Wagstaff, Adam; Culyer, Anthony (2012). "Four decades of health economics through a bibliometric lens". *Journal of Health Economics*, Vol. 31, No. 2, pp: 406-439.

Weinstein, Milton; Zeckhauser, Richard (1973). "Critical ratios and efficient allocation", *Journal of Public Economics*, Vol. 2, No. 2, pp: 147-157.

Woods, Beth; Revill, Paul; Sculpher, Mark; Claxton, Karl (2015). "Country-level cost-effectiveness thresholds: initial estimates and the need for further research" *CHE Research Papers*, Vol. 109, pp: 1-24.

Woods, Beth; Revill, Paul; Sculpher, Mark; Claxton, Karl (2016). "Country-Level Cost-Effectiveness Thresholds: Initial Estimates and the Need for Further Research" *Value in Health*, Vol. 19, No. 8, pp: 929-935.

Xie, Feng; Gaebel, Kathryn; Perampaladas, Kuhan; Doble, Brett; Pullenayegum, Eleanor (2013). "Comparing EQ-5D Valuation Studies: A Systematic Review and Methodological Reporting Checklist". *Medical Decision Making*, Vol. 34, No. 1, pp: 8-20.

Zerda, Álvaro (2014). "Evaluación económica de tecnologías en salud: retos y perspectivas", *Biomédica*, Vol. 34, No. 2, pp: 161-163.

Tablas y Figuras

Tabla 1. Descriptivas generales de la base de Suficiencia 2012-2016⁺.

Variable		2012	2013	2014	2015	2016
Número de observaciones		140.642.620	249.207.120	219.890.959	237.081.999	228.628.110
Gasto total		\$7.241.725.561.595	\$9.674.732.247.984	\$7.872.584.958.596	\$8.953.355.321.049	\$10.316.411.902.174
Número de personas únicas		40.973.342	51.959.397	42.607.218	44.378.523	43.211.243
Sexo	% Hombres	58,89%	59,33%	61,78%	61,38%	60,93%
	% Mujeres	41,11%	40,67%	38,22%	38,62%	39,07%
Ámbito de atención	% Ambulatorio	66,40%	63,65%	68,72%	64,76%	74,22%
	% Domiciliario	1,19%	1,47%	1,05%	1,03%	1,90%
	% Hospitalario	22,56%	28,71%	24,24%	28,61%	17,26%
	% Urgencias	9,85%	6,17%	5,99%	5,60%	6,62%
Forma de reconocimiento de pago	% Autorizado	3,00%	3,07%	3,09%	3,01%	4,36%
	% Capitación	31,89%	35,30%	31,41%	30,80%	41,08%
	% Directo	4,91%	2,68%	2,44%	1,57%	2,59%
	% Por Caso	3,05%	1,79%	5,91%	5,84%	8,93%
	% Por Evento	55,83%	56,74%	57,16%	58,78%	43,04%
Edad	Promedio	45,08	46,05	46,23	46,76	47,59
	DE	18,19	18,23	17,90	18,04	18,18
Número de atenciones por persona única	Promedio	4,53	6,63	6,97	7,33	7,12
	DE	9,18	12,68	12,03	15,80	12,99
Gasto por persona única	Promedio	\$580.164,53	\$680.000,67	\$638.665,61	\$686.412,32	\$927.047,76
	DE	\$2.206.488,73	\$2.878.403,93	\$2.016.463,46	\$2.930.464,56	\$3.452.609,45

⁺DE= Desviación Estándar

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos de Suficiencia 2012-2016.

Tabla 2. Descriptivas generales de la base de datos de Estadísticas Vitales y de las tablas de vida construidas⁺.

Variable		2012	2013	2014	2015	2016
Número total de muertos		66.633	69.021	74.482	79.569	82.858
Población a riesgo		15.533.552	14.950.161	15.793.357	14.435.026	13.872.188
Probabilidad de muerte	Promedio	4,352%	4,418%	4,330%	6,048%	4,893%
Edad de muerte	Promedio	67,15	67,90	68,51	68,58	67,96
Edad de la población en riesgo	Promedio	34,17	34,53	34,73	33,45	36.51

⁺DE= Desviación Estándar

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos de Estadísticas Vitales, y del Registro Individual de Prestación de Servicios - RIPS 2012-2016.

Tabla 3. Años de Vida Ganados calculados para cada EAPB en cada año (sin diferenciar por grupos de enfermedades)

Variable	2012	2013	2014	2015	2016
EAPB5	202,09	166,56	353,99	170,52	306,44
EAPB6	12.038,63	10.787,30	10.594,19	7.058,07	6.549,77
EAPB10	85.496,16	90.225,62	95.909,24	104.284,03	117.903,47
EAPB1	35.163,79	31.466,58	29.603,44	47.551,19	294.673,58
EAPB8	37.943,80	38.127,76	41.630,03	45.671,29	54.020,27
EAPB4	27.296,87	28.790,14	34.053,38	37.986,40	42.350,29
EAPB9	65.522,51	68.309,39	73.564,64	76.336,07	90.780,50
EAPB13	14.085,24	12.900,51	15.132,76	14.431,16	15.369,67
EAPB14	239.970,98	230.632,07	232.486,01	234.658,40	11.061,67
EAPB11	154.421,32	142.594,35	138.962,57	150.168,89	148.545,14
EAPB12	59.010,60	60.541,65	62.836,46	68.097,84	69.993,20
EAPB3	43.594,50	33.886,26	40.621,01	48.782,56	50.480,26
EAPB7	27.462,37	25.448,42	23.958,89	25.345,28	25.656,14
EAPB2	153.557,78	164.343,18	167.401,94	166.736,42	193.581,04

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos de Estadísticas Vitales, y del Registro Individual de Prestación de Servicios - RIPS 2012-2016.

Tabla 4. Margen de solvencia de para cada EAPB en cada año (en miles de pesos)

Variable	2012	2013	2014	2015	2016
EAPB5	\$9.735.393	\$9.750.772	\$11.294.709	\$19.671.908	\$26.576.907
EAPB6	\$136.185	\$2.038.887	\$3.065.499	-\$23.930.648	-\$13.703.608
EAPB10	\$534.557	\$4.690.024	\$868.966	-\$67.198.660	-\$44.015.974
EAPB1	-\$77.811.829	-\$183.110.438	-\$190.405.412	-\$582.705.810	-
EAPB8	\$11.505.287	\$18.245.428	\$1.283.011	-\$52.587.586	-\$46.876.246
EAPB4	\$8.981.886	\$13.648.867	\$21.865.194	\$567.215.109	\$622.746.672
EAPB9	\$6.092.293	\$11.247.145	\$5.998.783	-\$19.117.655	-\$14.265.619
EAPB13	\$1.722.077	\$176.360.538	\$205.610.498	\$97.539.714	\$101.734.349
EAPB14	-\$69.986.381	-\$652.682.693	-\$832.507.890	-	-
EAPB11	-\$13.086.576	-\$54.353.229	-\$109.302.473	-\$1.343.257.217	-\$1.113.217.441
EAPB12	\$6.752.274	\$155.547	\$487.327	-\$99.800.997	-\$89.005.215
EAPB3	-\$77.935.263	-\$98.881.394	-\$145.603.181	-\$223.626.846	-\$290.887.066
EAPB7	-\$28.687.472	-\$89.740.498	-\$101.649.207	-\$295.626.335	-\$312.877.156
EAPB2	-\$8.735.783	\$40.163.855	-\$26.744.949	-\$229.876.250	-\$143.708.539

Fuente: Elaboración propia a partir de la información reportada por la Superintendencia de Salud, 2012-2016.

Tabla 5. Gasto per cápita de cada EAPB en cada año, de las nuevas tecnologías incluidas en el PBS-UPC entre el año 2012 y el 2016*

Variable	2012	2013	2014	2015	2016
EAPB5	\$1.644.504	\$1.434.325	-	-	-
EAPB6	\$1.979.614	\$2.358.569	-	-	-
EAPB10	\$1.348.615	\$1.294.280	\$676.763	\$350.438	\$105.362
EAPB1	\$1.087.536	\$719.030	\$912.303	\$43.946	-
EAPB8	\$805.189	\$814.024	-	-	\$135.951
EAPB4	\$1.632.446	\$2.127.412	\$459.552	\$236.970	\$114.526
EAPB9	\$1.222.803	\$1.223.818	\$198.407	\$189.340	\$178.182
EAPB13	\$1.933.988	\$2.296.680	\$367.964	\$299.208	\$213.561
EAPB14	\$945.884	\$773.058	\$1.792.239	\$22.866	-
EAPB11	\$1.058.420	\$1.221.785	\$513.596	\$112.050	\$137.056
EAPB12	\$904.125	\$1.001.900	\$168.873	\$129.794	\$88.872
EAPB3	\$3.623.687	\$1.722.176	-	\$294.102	\$209.889
EAPB7	\$1.362.508	\$811.989	\$260.947	-	\$65.420
EAPB2	\$2.016.237	\$2.391.617	\$508.654	\$358.856	\$304.435

*PBS-UPC= Plan de Beneficios en Salud con cargo a la Unidad de Pago por Capitación

Fuente: Elaboración propia a partir de la información reportada la base de Suficiencia 2012-2016.

Tabla 6. Resultados del modelo econométrico sin utilizar el enfoque de variables instrumentales^a

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	<i>AVG per cápita</i>					
<i>log(Gasto per cápita)</i>	0,466* (0,248)	0,111 (0,143)	0,112 (0,143)	0,115 (0,147)	0,107 (0,139)	0,0993 (0,132)
<i>Pers_unicas</i>		0,307 (0,333)	0,305 (0,332)	0,304 (0,332)	0,297 (0,333)	0,343 (0,312)
<i>Prom_edad</i>		0,0299 (0,0242)	0,0306 (0,0246)	0,0303 (0,0242)	0,0296 (0,0237)	0,0351 (0,0238)
<i>Porcentaje_sexo</i>			0,496 (0,465)	0,491 (0,458)	0,487 (0,450)	0,616 (0,464)
<i>Porcentaje_recon</i>				0,182 -0,473	0,224 -0,515	0,49 -0,514
<i>Porcentaje_ambito</i>					0,194 (0,426)	0,18 (0,389)
<i>Probabilidad_muerte</i>						26,29 (13,71)

^aErrores estándar entre paréntesis. * P<0,1; ** P<0,05; *** P<0,01. AVG= Años de Vida Ganados

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Resultados del modelo econométrico utilizando los estados financieros como variable instrumental⁺

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	<i>AVG per cápita</i>					
<i>log(Gasto per cápita)</i>	3,812** (1,859)	5,299** (2,656)	5,307** (2,658)	5,055** (2,510)	5,378** (2,741)	5,521** (2,727)
<i>Pers_unicas</i>		0,621*** (0,214)	0,619*** (0,214)	0,600*** (0,205)	0,663*** (0,239)	0,719*** (0,237)
<i>Prom_edad</i>		0,0185 (0,0343)	0,0192 (0,0343)	0,0181 (0,0339)	0,0216 (0,0342)	0,0267 (0,0341)
<i>Porcentajesexo</i>			0,545 (0,726)	0,517 (0,716)	0,548 (0,728)	0,677 (0,725)
<i>Porcentaje_recon</i>				1,027 (0,848)	0,801 (0,813)	1,079 (0,809)
<i>Porcentaje_ambito</i>					-1,256 (0,957)	1,311 (0,953)
<i>Probabilidad_muerte</i>						25,85*** (13,71)
<i>Estadístico F de la primera regresión</i>	34,30	25	24,56	24,26	24,2	22,93

*Errores estándar entre paréntesis. * P<0,1; ** P<0,05; *** P<0,01. AVG= Años de Vida Ganados

Fuente: Elaboración propia

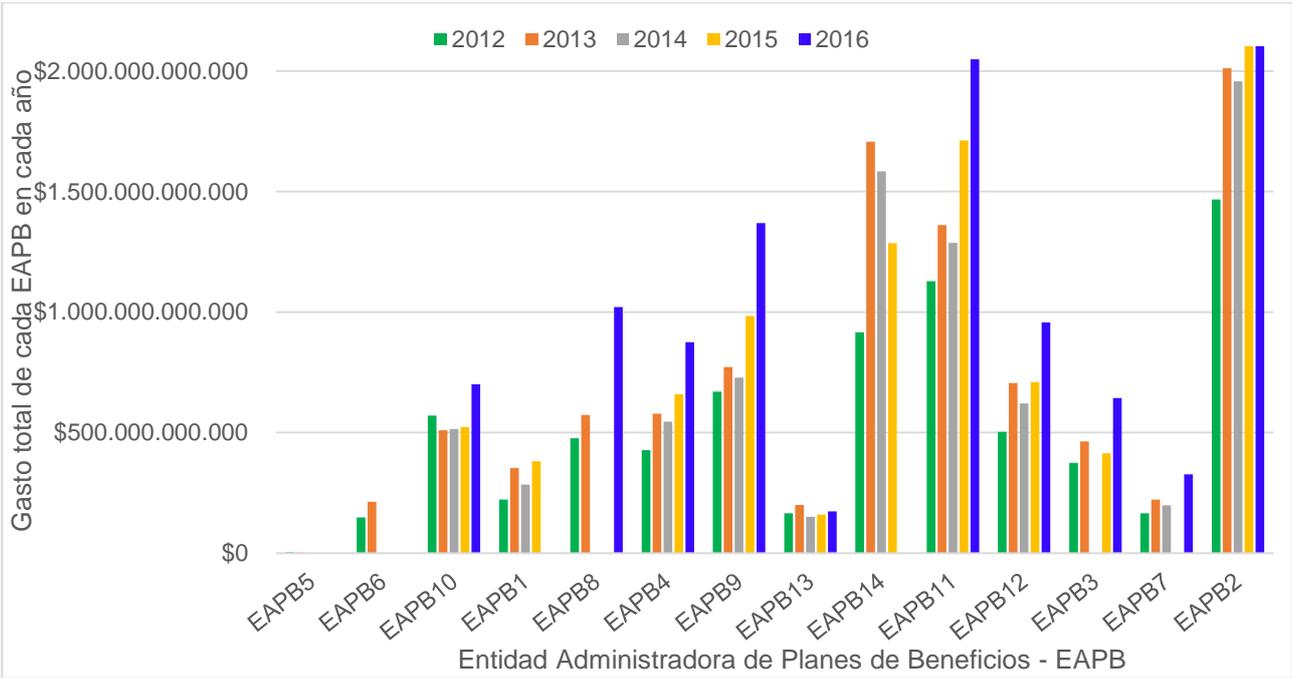
Tabla 8. Resultados del modelo econométrico utilizando la presión en el gasto de nuevas tecnologías incluidas en el PBS_UPC 2012-2016⁺

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	AVG per cápita	AVG per cápita	AVG per cápita	AVG per cápita	AVG per cápita	AVG per cápita
<i>log(Gasto per cápita)</i>	1,453 (6,222)	-1,257 (27,85)	-0,923 (27,81)	-0,901 (27,94)	-0,78 (28,67)	-33,32 (83,31)
<i>Pers_unicas</i>		-0,274 (1,406)	-0,257 (1,404)	-0,255 (1,416)	-0,246 (1,472)	-1,638 (4,044)
<i>Prom_edad</i>		-0,00723 (0,102)	-0,00676 (0,102)	-0,00625 (0,101)	-0,00683 (0,103)	0,0766 (0,262)
<i>Porcentaje_sexo</i>			0,584 (2,484)	0,596 (2,495)	0,582 (2,493)	1,815 (5,493)
<i>Porcentaje_recon</i>				-1,07 (1,759)	-2,09 (2,191)	1,753 (5,532)
<i>Porcentaje_ambito</i>					-0,233 (2,237)	1,109 (5,424)
<i>Probabilidad_muerte</i>						88,8 (58,27)
<i>Estadístico F de la primera regresión</i>	37,37	28,92	28,04	25,63	25,53	24,67

⁺Errores estándar entre paréntesis. * P<0,1; ** P<0,05; *** P<0,01. AVG= Años de Vida Ganados

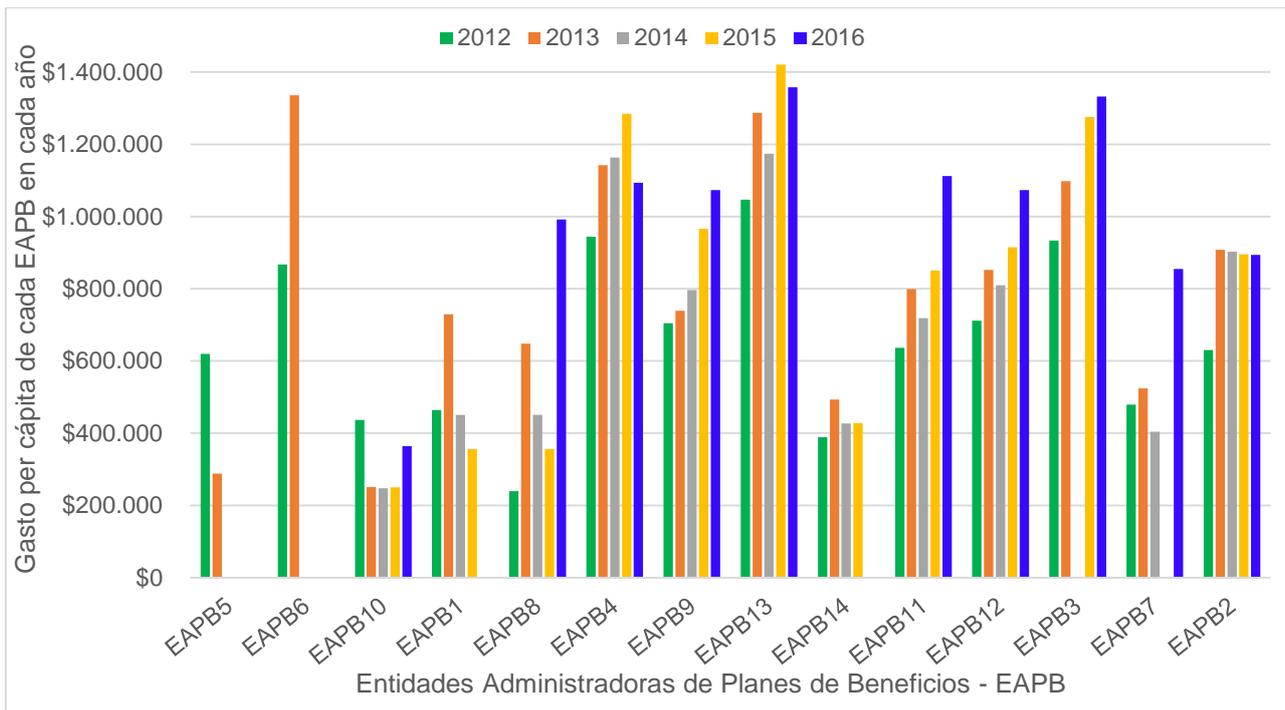
Fuente: Elaboración propia

Figura 1. Gasto total de cada EAPB en cada año entre el 2012 y el 2016



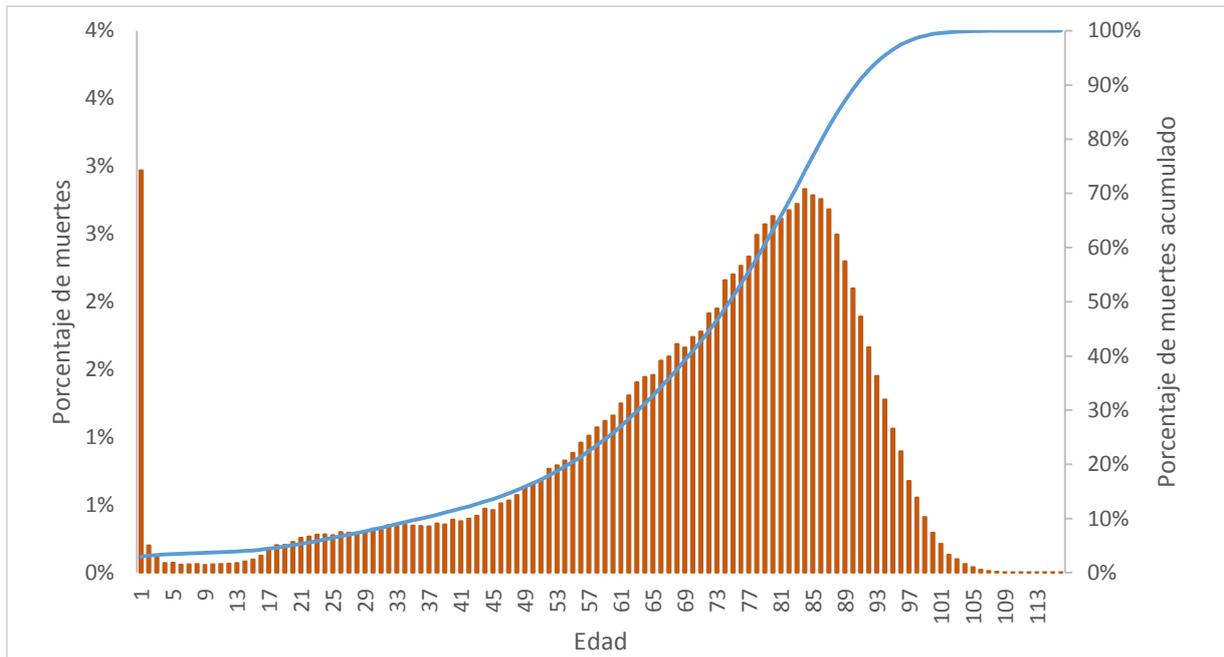
Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos de Suficiencia 2012-2016.

Figura 2. Gasto per cápita de cada EAPB en cada año entre el 2012 y el 2016



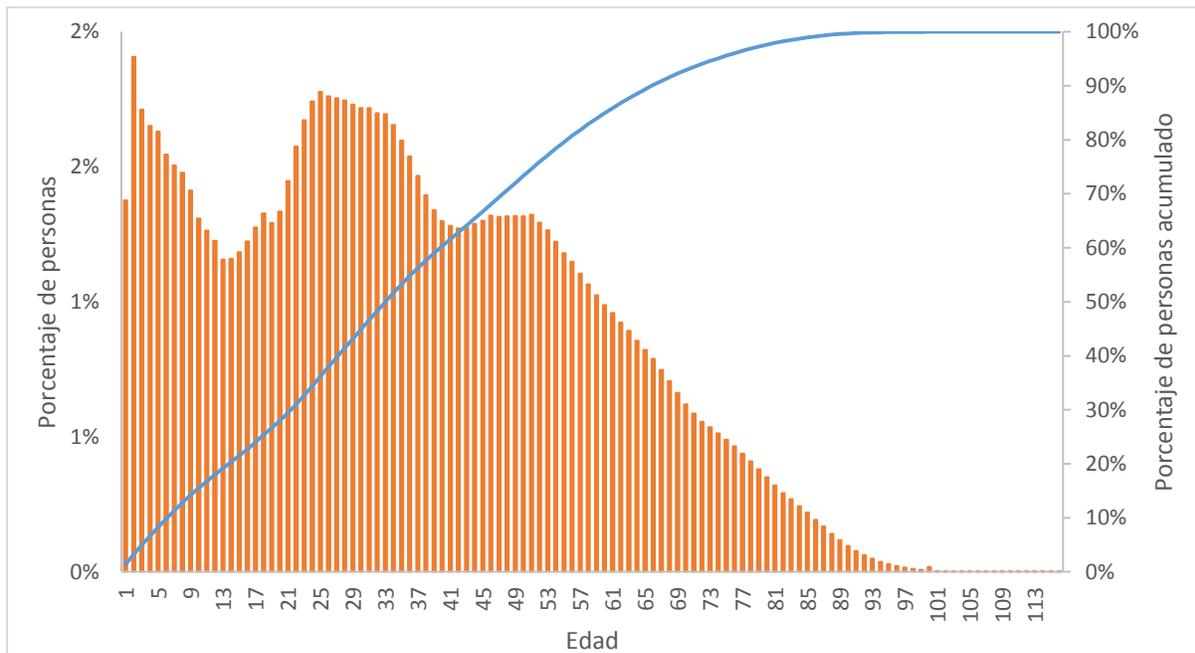
Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos de Suficiencia 2012-2016.

Figura 3. Distribución del número de muertos agregados del 2012 al 2016 por edades simples



Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos de Estadísticas Vitales 2012-2016.

Figura 4. Distribución de la población a riesgo agregados del 2012 al 2016 por edades simples



Fuente: Elaboración propia a partir del Registro Individual de Prestación de Servicios (RIPS) 2012-2016.