

Presiones de entrada y salida al sistema pensional colombiano: Una aproximación desde la informalidad

Edgar Armando Gil Robles

Universidad Santo Tomas

Facultad de economía

Resumen

Este artículo pretende determinar y analizar el impacto de la informalidad en el comportamiento de las personas en términos de los recursos para su jubilación o vejez; específicamente, busca medir la probabilidad de que las personas se afilien a un fondo de pensión privado o voluntario, fenómeno que cobra importancia en la medida que no existe una regulación clara en términos de distribución del ingreso y equidad para estos fondos, a partir del análisis del mercado laboral surgiendo la necesidad de medir dicho comportamiento. Partiendo de la gran encuesta integrada de hogares para 2017 y 2019 se demuestra que el comportamiento en los últimos años de las personas en condición de informalidad esta dado hacia una exclusión del sistema pensional en general, producto de los pocos incentivos salariales con los que cuentan, un mercado laboral flexibilizado y un marco normativo poco favorable.

Palabras clave: Sistema pensional, Informalidad, mercado laboral.

Abstract

This article aims to identify and analyse the impact of informality on people's behaviour in terms of resources for retirement or old age; specifically, it seeks to measure the probability of people joining a private or voluntary pension fund, a phenomenon that is important insofar as there is no clear regulation in terms of income distribution and equity for these funds, on the basis of labour market analysis, there is a need to measure such behaviour. On the basis of the "*la gran encuesta integrada de hogares*" for 2017 and 2019, it is shown that the behaviour of informal individuals in recent years is towards exclusion from the pension system in general, product of the few wage incentives available to them, a flexible labour market and an unfavourable regulatory framework.

Keywords: Pension system, Informality, labour market.

1. Introducción

El sistema pensional en Colombia ha sido uno de los temas centrales en la coyuntura económica del país, desde la ley 100 de 1993, con la integración del sistema de seguridad social, ha sido evidente la falencia del país por establecer mecanismos eficientes en términos de la distribución del ingreso, cobertura y sostenimiento pensional. Una de las características fundamentales del actual sistema de pensiones es que replica la estructura del mercado laboral (Santa María, 2010). En este sentido el sostenimiento del sistema pensional se da en la medida que las relaciones de producción tengan un marco de la legalidad, es decir, representadas en los aportes establecidos por la ley, a nivel salud y pensión. Dado esto es importante relacionar el comportamiento del mercado laboral del país con las dificultades que tiene el sistema pensional.

Alrededor del mercado laboral existen varios problemas sociales y económicos, ya que a partir de su análisis se puede explicar la competitividad, el desarrollo, la educación y demás factores que inciden en la economía del país. Uno de los principales problemas del mercado laboral es la informalidad; cada vez es más evidente los procesos de flexibilización de trabajo, lo cual provoca que la tasa de cotizantes disminuya, afectando los ingresos y la sostenibilidad de las pensiones en Colombia.

La asociación colombiana de administración de fondos de pensiones y cesantías (Asofondos) establece que ha noviembre de 2019 de aproximadamente 23,3 millones de afiliados que tiene el sistema de pensiones colombiano, solo 9,1 millones de personas cotiza, por lo que el sistema es insostenible en términos de sostenibilidad, donde se presenta una brecha en términos de la proporción de personas que cotizan al sistema pensional y los pensionados del país, teniendo una proporción cotizante – afiliado de 2,5 personas lo que provoca un tipo de subsidio que no es regresivo el cual no se traduce en valor agregado y generación de valor en las cadenas productivas.

En los últimos años se ha evidenciado una pequeña reducción en esta brecha; para el año 2017 la proporción cotizante-afiliado cerro siendo 2,7 personas, indicador que mejora para el 2019 principalmente por el crecimiento de cotizantes de 18.6% frente al 8.8% de crecimiento de Afiliados. Estas situaciones corresponden entre otros factores al comportamiento de los indicadores demográficos del país.

La brecha existente en el sistema pensional obliga al gobierno nacional a incluir en su presupuesto y agenda de gasto un aporte para su correcto funcionamiento, para 2017 se destinaron 38 billones de pesos para cubrir dicho déficit, mientras que para 2019 se destinaron 39 billones. Por otro lado, se espera que para el 2020 el gasto destinado a pensiones corresponda a 42,7 billones, monto superior incluso al destinado en el presupuesto general de la nación a defensa y policía.

Lo anterior corresponde a problemas de cobertura del sistema pensional y que el modelo actual no permite que se den procesos de auto sostenimiento, donde se suman los problemas sociales y de

falta generación de empleo, es decir, las oportunidades de ingresar al mercado laboral son restringidas y no cubren las expectativas en relación al costo de vida del país.

Los últimos gobiernos han incluido en su agenda política la discusión sobre la necesidad de reformar el sistema de seguridad social por factores como los mencionados anteriormente, es bajo este contexto que resulta importante entender las principales variables que afectan al sistema pensional colombiano, sin embargo es importante reconocer la relación con diversos factores de la coyuntura del país, es por esto que resulta importante entender las relaciones en este caso, del mercado laboral y el sistema de pensiones.

La perspectiva del déficit en el sistema pensional no puede constituir la razón para crear reformas que sean regresivas o que no contribuyan a mejores condiciones sociales de los individuos, por el contrario es desde políticas públicas integrales que se llevan dinámicas económicas favorables, el caso del sistema pensional sufre en la actualidad de diferentes presiones de entrada y salida, entendiendo estos conceptos como aquellos fenómenos que condicionan las expectativas de los agentes frente al sistema pensional: fenómenos de carácter institucional, financiero, social, etc. Dentro de los fenómenos sociales se encuentran aquellas distorsiones del mercado laboral que inciden directamente en el sistema pensional, uno de ellos es la informalidad, la cual se considera desde tres perspectivas:

- i)** La informalidad como presión de salida del sistema pensional, puesto la naturaleza de recaudo que tiene el sistema actual, por lo cual es importante los incentivos que se generen para que las personas dentro de la informalidad accedan al sistema.
- ii)** La informalidad como consecuencia de un mercado laboral que evidencia los desafíos sociales que tiene la coyuntura colombiana y el no garantizar un empleo que permita cumplir nociones de ingreso y consumo vitales.
- iii)** Las dinámicas económicas del país y las bases del sistema pensional y del mercado laboral no se corresponden en diferentes aspectos, puesto que la realidad social que el país atraviesa muestra retos para los cuales los modelos empleados no dan una solución completa e integral, muestra de ello son los índices de informalidad que visibilizan un fenómeno de pobreza y desigualdad, lo que se traslada a las diversas esferas de la economía.

Cuantificar estos efectos en pro de ofrecer bases sólidas frente a los efectos que llevarían las reformas planteadas o la aplicación de componentes comúnmente aceptados en el mundo para el sistema pensional.

EL documento contiene en primer lugar, elementos de contexto del sistema pensional, tanto normativos como económicos, que buscan aportar los conceptos claves sobre los cuales funciona el sistema en la actualidad y se hace una breve comparación con el sistema de pensión en Chile; esta comparación es importante en la medida de tener un punto de referencia en la región y analizar aspectos positivos para tener como base e identificar posibles errores para no cometerlos, el caso chileno ha sido un modelo a seguir en cuanto a prácticas de política en el sistema colombiano; posteriormente se exponen las teorías del ciclo de vida y se analiza el sistema pensional desde la perspectiva de los modelos de generaciones solapadas, ya que estas teorías son fundamentales en el marco conceptual de este artículo, y se relaciona a ese contexto las principales problemáticas del mercado laboral, especialmente la informalidad. En segundo lugar, se expone la metodología de modelamiento que se realizó con sus respectivos resultados y conclusiones.

2. Contexto sistema pensional colombiano

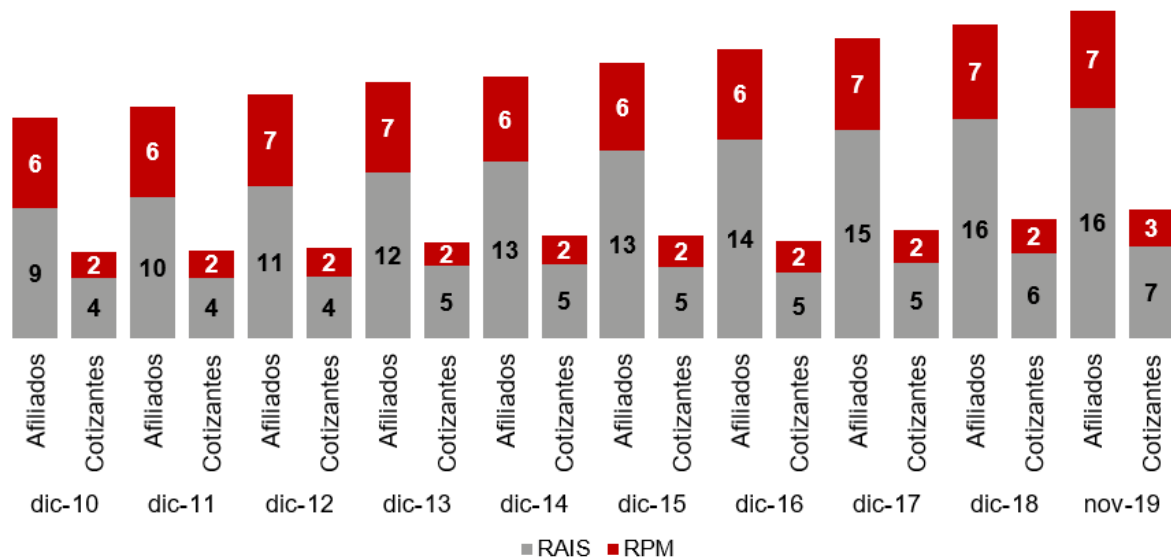
En la actualidad existen dos grandes mecanismos de aporte a pensión en Colombia, estos nacieron en la Ley 100 de 1993 la cual transformó los regímenes de afiliados privados y las cajas públicas por un sistema mixto de régimen solidario de prima media con prestación definida (RPM) y régimen de ahorro individual con solidaridad (RAIS). Posteriormente, la Ley 100 de 1993 se complementó con la Ley 797 de 2003 y la Ley 1328 de 2009 (Lopez & Sarmiento, 2019).

El RPM está administrado por el estado por medio de la administradora colombiana de pensiones (Colpensiones) y su modelo económico se basa en un fondo común que posteriormente se reparte entre los afiliados que van cumpliendo las condiciones establecidas para jubilarse y obtener una renta vitalicia. Dentro de este régimen se presentan ciertas excepciones como los regímenes especiales y subsidiados, que están dirigidos a personas con vulnerabilidad y sensibilidad laboral madres comunitarias o deportistas de alto rendimiento.

Por otro lado, el RAIS corresponde a los aportes realizados en las administradoras privadas de fondos de pensión (AFP), el modelo económico de estas se basa en cuentas de ahorro individual, esto es importante ya que la principal condición para obtener la denominada pensión es cumplir con una meta de ahorro.

La figura 1 muestra la composición del sistema pensional colombiano en los cierres en la última década, según la cantidad de afiliados y cotizantes de cada régimen.

Figura 1
Composición sistema pensional colombiano
Cifras en millones



Fuente: Elaboración propia. Cifras ASOFONDOS

El banco Interamericano de Desarrollo identificó que la cobertura, el sistema de subsidios y la descentralización de modelos son tres de los principales problemas que tiene el sistema pensional colombiano. Estos problemas tienen mayor impacto en el RPM debido a la responsabilidad social que tiene el estado al administrarlo; en cuanto a la cobertura como se observa en la figura 1 la brecha entre afiliados cotizantes se ha venido agudizando, para el RPM esto se traduce en que el fondo común no es suficiente para responder por la rentas de jubilación, por lo que este recurre a recursos públicos para cerrar la brecha, mientras que para el RAIS esta brecha no se ve tan grave puesto la naturaleza de la responsabilidad que tienen, al manejar cuentas individuales la retribución de la renta de jubilación va a ser igual al monto ahorrado sin tener que realizar procesos subsidiarios.

Los flujos de personas del sistema pensional se están acercando cada vez más hacia el RAIS, a noviembre de 2019 sus afiliados crecieron un 77% frente diciembre de 2010, mientras que el crecimiento de afiliados en ese mismo periodo para el RPM tan solo fue del 8%. Esta situación se puede presentar entre otras por los siguientes aspectos:

- **Fragilidad institucional:** Colpensiones cerro 2019 siendo la entidad del estado con más demandas, adicionalmente la constante especulación que rodeo una posible reforma pensional afectó la credibilidad y la percepción sobre esta entidad.
- **Incentivos Ofrecidos:** mientras que para el RPM hay que cumplir con un mínimo de semanas cotizadas, para el RAIS es suficiente con cumplir el capital establecido por la ley (110% de una pensión mínima que corresponde a 1 SMMLV), por otro lado, la rentabilidad del RPM está calculada en relación a un ingreso base de liquidación (Para

el caso de liquidación particular puesto que al ser un fondo colectivo, la rentabilidad se reparte a todo el fondo) mientras que el RAIS ofrece condiciones de rentabilidad según cada cuenta de ahorro individual.

En la actualidad existen tres parámetros fundamentales que tiene el sistema de pensiones en Colombia y que comparten tanto el RPM como el RAIS; un umbral de edad y de semanas cotizadas, aunque en cada régimen opera con condiciones particulares de acuerdo a la normativa de cada uno. Aunque en el RAIS la base de su modelo es el ahorro individual, estos umbrales funcionan en caso de que la persona no alcance el capital mínimo requerido para pensionarse y se desee proceder a la liquidación correspondiente de dichos ahorros. Mientras que para el RPM estos umbrales son las condiciones mínimas para acceder a la renta por concepto de jubilación.

El nuevo régimen pensional tuvo un periodo de transición de 21 años de 1993 hasta 2014 del aumento de la edad de pensión de 55 años para las mujeres y 60 años para los hombres, a 57 años para las mujeres y 62 años para los hombres. De igual manera, el número de semanas se incrementó de 1.000 a 1.300 para el 2015 (Lopez & Sarmiento, 2019).

El ultimo parámetro fundamental del sistema de pensiones corresponde que todas las personas que estén vinculadas al mercado laboral dentro de la formalidad, es decir, que dicha vinculación se haya dado mediante un contrato que cumpla con las disposiciones de ley establecidas, debe afiliarse de forma obligatoria a algún régimen pensional.

3. Sistema de pensión colombiano y sistema de pensión de Chile

3.1 Importancia del sistema pensional de Chile

La economía chilena ha sido de las más sólidas en los últimos años en América Latina, y se ha convertido en el punto de comparación de diversas políticas debido al comportamiento de sus indicadores económicos. El sistema pensional chileno cuenta con una destacada sostenibilidad, además es uno de los países pioneros en seguridad social, ya que se adentró en el sistema pensional durante las primeras décadas del siglo XX (Acuña & Suarez, 2019).

El modelo chileno ha creado diferentes pilares mecanismos que lo han llevado a cierta estabilidad fiscal y tener unos indicadores frente a la región sobresalientes lo que lo ha llevado a estar en posiciones importantes en los índices de *Melbourne index de Mercer* y *Allianz*, índices que comparan los sistemas pensionales del mundo. Para el 2019 la cobertura pensional de Chile fue 77% y el gasto publico correspondió 3.1%, por otro lado, para Colombia, los mismos rubros se estimó un 23% y 3,1% respectivamente. Por último, la incidencia de la pobreza en la población de tercera edad es uno de los más bajos (Ministerio de desarrollo social y familia, 2019).

El punto de referencia del caso chileno suma importancia si se considera que Colombia está próxima a una reforma pensional, dados los diferentes problemas que tiene en este campo. Por esto es importante entender las implicaciones sociales y demográficas de este país que le permiten tener los anteriores resultados, dado esto las diferentes instituciones han planteado escenarios para llevar a cabo esta reforma, uno de ellos es ASOFONDOS quienes consideran que el nuevo régimen

pensional debe ser de ahorro y capitalización. Por otro lado, se ha considerado realizar cambios al RPM.

3.2 Comparativo principales componentes del sistema pensional: Colombia vs Chile

Las dinámicas económicas por las que atraviese un país tienen serias repercusiones en la estructura y funcionalidad del sistema de pensiones de este, puesto que, al ser un tema tan sensible en términos sociales, el estado tiene responsabilidad frente a la composición de este sistema. En el caso de América Latina Chile ha sido uno de los protagonistas con más regularidad en los últimos años en términos de indicadores de crecimiento económico, sumado a esto las políticas económicas son en cierto modo parecidas a las aplicadas al contexto colombiano y las ideas sobre la reforma pensional en Colombia tiene gran influencia del sistema chileno.

El sistema pensional de Chile está dividido en dos formas: Uno público no contributivo y uno contributivo obligatorio basado en el ahorro y la capitalización. Adicionalmente, las personas pueden realizar aportes voluntarios. La prioridad del modelo pensional es buscar el bienestar de los trabajadores y tener el menor impacto fiscal y económico en el mercado de capitales del país. (Acuña & Suarez, 2019).

En el sistema pensional de Chile se pueden identificar tres pilares básicos que están demarcados en su marco legal, el pilar redistributivo o solidario, el pilar de cuentas individuales o pilar obligatorio y el pilar voluntario el cual entro en vigencia en el año 1980 y tuvo su reforma más significativa en 2008.

Como se mencionó anteriormente el umbral de edad para jubilarse es sumamente importante para entender las brechas y las disposiciones que se den en el sistema de pensiones, este umbral debe corresponder a la esperanza de vida al nacer, puesto que así el sistema de pensiones va a responder, al menos por este concepto, a la dinámica económica del país. La figura 2 muestra el comportamiento de este indicador para Colombia y Chile desde 1990, de igual forma muestra las edades de jubilación que maneja cada país.

Figura 2
Esperanza de vida al nacer en Colombia y Chile
Evolución historica
Cifras en años de vida

Año	Hombres		Mujeres		Total	
	Colombia	Chile	Colombia	Chile	Colombia	Chile
1990	66,0	70,4	73,6	76,5	69,8	73,5
2000	69,6	73,2	76,3	79,4	72,9	76,4
2010	72,4	75,7	78,4	81,7	75,4	78,8
2017	74,1	77,3	79,7	82,3	76,9	79,9
Umbral de edad para jubilarse	62	65	57	60		

Fuente: Elaboración propia. Cifras Banco mundial

La esperanza de vida en Chile ha sido superior a la de Colombia, proceso acorde al que la edad de jubilación tanto para hombres como para mujeres sea mayor. En los dos países las mujeres han presentado una mayor expectativa de vida frente a los hombres, sin embargo, el umbral de edad para jubilarse es menor, esto podría explicarse por las condiciones de estas en el mercado laboral. La brecha salarial y la brecha en términos de contratación, entre otras; provoca que el sistema de pensión sea más flexible con el umbral de edad para jubilarse establecido para las mujeres.

Este indicador en términos del sistema de pensión se debe analizar de acuerdo al comportamiento demográfico del país, la cual está envejeciendo. La figura 3 muestra la evolución histórica de la composición de la población por edad para Colombia y Chile, en la que se aprecia una disminución en la población menor a los 14 años, de igual forma el aumento en la población comprendida entre los 15 años y los 64 años, a largo plazo este comportamiento tiene serias implicaciones en la estructura económica de los países y para el caso del sistema pensional es sumamente importante entender esta dinámica en términos de sustentabilidad.

La transición demográfica del país es reflejada en la pirámide poblacional notable por una reducción de la base en favor de un ensanchamiento de las zonas medias, lo que conduce al aumento de la población de la tercera edad (Quintero & Vargas, 2017), este efecto se ha señalado como un punto a considerar en los sistemas de pensión en el mundo y a reformular su estructura en pro de responder a esta transición demográfica. En el caso colombiano es importante entender esta dinámica, si se asume que este está fundamentado en la Teoría del ciclo de vida de Modigliani la cual explica que los individuos (y de en conjunto, la sociedad) es capaz de establecer los flujos de consumos futuros, con relación al ahorro, la esperanza de vida y la edad establecida para jubilarse.

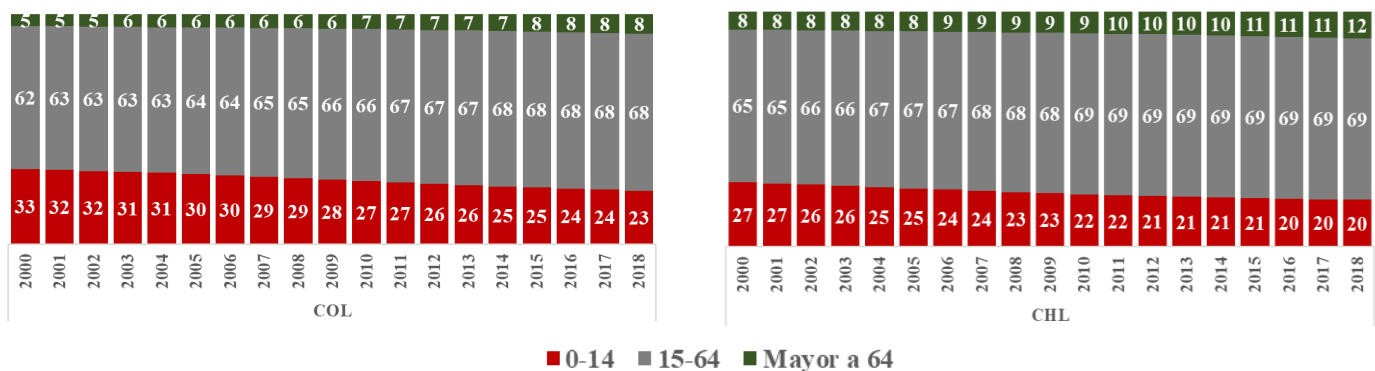
Al analizar estos tres componentes en términos del sistema pensional, tenemos que la edad es un tema normativo el cual es el resultante de la focalización de esfuerzos en los otros dos componentes que están correlacionados. Los esfuerzos y características del ahorro, en primer lugar,

Figura 3

Composición de la población por edad para Colombia (COL) y Chile (CHL)

Evolución histórica

Cifras en % del total de población



Fuente: Elaboración propia. Cifras Banco mundial

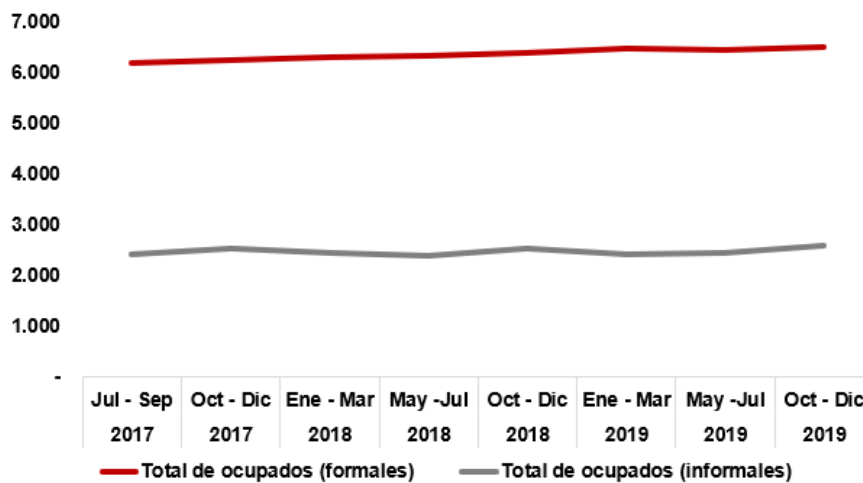
normativas (desde el punto de vista del recaudo), administrativas (portafolios de inversión) y por último la cobertura la distribución; deben estar alineados con la dinámica demográfica del país, ya que debe responder no solo para el momento de tiempo actual, también a las personas que ahora están ahorrando y bajo el sistema actual en Colombia se aumentaría las diferentes brechas del sistema.

En el caso de Chile, el sostenimiento del sistema recae en las administradoras de fondos de pensión (AFP); estas administran los recursos destinados a la jubilación, sin embargo, la responsabilidad de estos es 100% de las personas, es decir, es el individuo el que decide en que portafolio se va a invertir su ahorro, el momento en el cual retirar su ahorro (jubilación anticipada), modalidad de pago y en general todo lo relativo a su ahorro (este proceso es similar al RAIS de Colombia). Siguiendo con la Teoría del ciclo vital de Modigliani para el caso chileno, la responsabilidad de los flujos de consumo en el tiempo son 100% responsabilidad del individuo, sin embargo, si como economía no es capaz de brindar una riqueza mínima, el individuo va a sucumbir en este modelo y se podría generar un problema social.

3.2 Informalidad en Chile

Los países de América latina en general tienen un mercado laboral con problemáticas similares, la informalidad está presente en todos los mercados laborales y en el caso de Chile se ha convertido en uno de los retos de las reformas que se están planteando, debido a que es un fenómeno que ha estado creciendo los últimos años y en el que se percibe un costo social importante. El instituto nacional de estadísticas (INE), la entidad oficial de dicho país define un concepto de informalidad parecido al que utiliza el DANE :” *para el caso de los empleadores y trabajadores por cuenta propia, constituyen todas aquellas unidades económicas de mercado que no cuentan con registro en el Servicio de Impuestos Internos (SII) ni tampoco pueden ser clasificadas como cuasi sociedades, ya que no poseen una contabilidad completa o simplificada que les permita realizar una efectiva separación de sus gastos. Desde la perspectiva de los asalariados, incluye a todas aquellas empresas que no tengan una oficina contable o no cuenten con los servicios de un contador. Se excluyen de este sector a las unidades de no mercado como son sector gobierno, instituciones sin fines de lucro y organismos internacionales, según lo define el Sistema de Cuentas Nacionales del año 2008. Además, se excluyen los hogares como empleadores que contratan los servicios de los trabajadores domésticos.*” La figura 4 muestra la composición de ocupados en Chile, en el periodo 2017 – 2019 expresados trimestralmente.

Figura 4
Composición de ocupados en Chile 2017 - 2019
Evolución trimestral



Fuente: Elaboración propia. Cifras INE

Desde el 2017, en promedio la cantidad de informales corresponde 28% del total de ocupados del País, esto muestra cierta estabilidad entre las relaciones de creación y destrucción de empleo, pocos esfuerzos por cerrar esta brecha y focos en los que se encuentran los ocupados informales. Las actividades manufactureras como la de Artesanos, Agricultores y trabajadores de servicios son los más expuestos a estar en condiciones laborales informales.

En términos generales la informalidad de los dos países tiene un comportamiento parecido, en cuanto a las actividades que tienen mayor propensión a crear relaciones de carácter informal sin embargo las proporciones de informalidad son más severas en Colombia, como se explica a continuación, en promedio la cantidad de informales está cerca del 50%. Dejando a un lado las condiciones demográficas de cada país, si se quiere tener un sistema pensional fuerte, se podría inferir a partir del ejemplo de Chile la importancia de tener una proporción de informales optima.

4. Justificación y planteamiento del problema

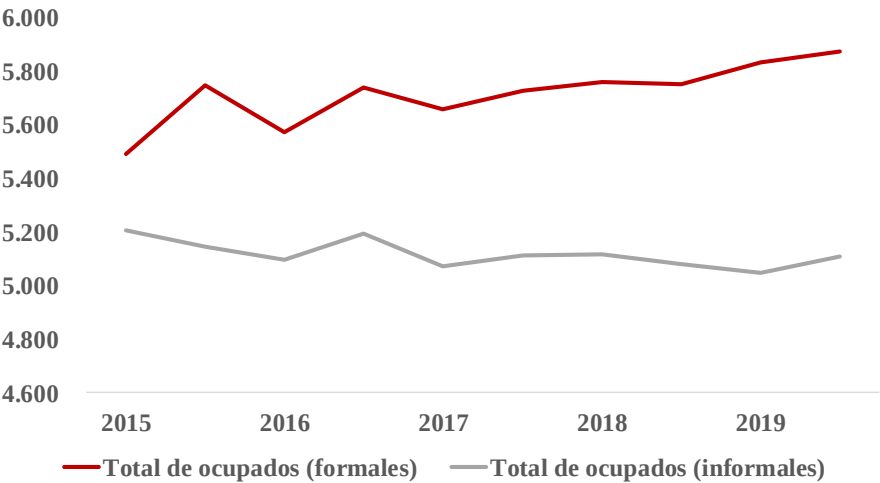
El mercado de trabajo es uno de los principales receptores de las transformaciones económicas con manifestaciones como la variación de las tasas de desempleo y ocupación o el incremento de los niveles de informalidad en el empleo y la precariedad de los ingresos. (Garay, 1996) Consecuentemente la dinámica de los diferentes escenarios económicos tanto de crecimiento como de desarrollo tienen una estrecha relación con el mercado laboral, de este modo alguno de los problemas de dicha dinámica se explica mediante las problemáticas que este mercado ofrezca. Uno de los problemas más grandes está en la informalidad; la cual se les ata a aquellos que no cumplen las regulaciones institucionales (Uribe, 2006).

En el caso colombiano identificar a estas personas en el marco del sistema pensional es importante puesto que son personas que no realizan de aportes al sistema pensional puesto que no

hacen parte del sistema laboral y no existe ese contrato que disponga el carácter obligatorio de este aporte; por otro lado, se asume que la mayoría de estas personas perciben ingresos bajos por lo que no tendrían la capacidad de hacer aportes privados. Sin embargo, cuando estas personas entren en la edad de vejez, van a convertirse en responsabilidad del estado y por ende del sistema pensional; sumado a este proceso si se tienen mayor población informal que formal, y dada la transición demográfica de la sociedad, la brecha de cobertura y de distribución de ingreso va a ser cada vez mayor.

Surge la necesidad entonces de medir este fenómeno, sin embargo, por su naturaleza no hay una metodología clara que satisfaga a cabalidad la medición de la parte del mercado laboral que es informal. Para efectos de este artículo se adopta la metodología implantada por el Departamento Administrativo Nacional De Estadística (DANE) que clasifica como formales los trabajadores del gobierno, los profesionales y técnicos que trabajan de manera independiente, así como a los vinculados a empresas privadas con más de cinco ocupados. Los informales son el resto de los ocupados. Y señala puntualmente estas categorías para los informales: a) Los empleados particulares y los obreros que laboran en establecimientos, negocios o empresas que ocupen hasta diez personas en todas sus agencias y sucursales, incluyendo al patrono y/o socio; b) Los trabajadores familiares sin remuneración; c) Los trabajadores sin remuneración en empresas o negocios de otros hogares; d) Los empleados domésticos; e) Los trabajadores por cuenta propia, excepto los independientes profesionales; f) Los patrones o empleadores en empresas de diez trabajadores o menos. g) Se excluyen los obreros o empleados del gobierno. (DANE, 2009) La figura 5 muestra la proporción de ocupados formales y ocupados informales para el periodo 2015 -2019.

Figura 5
Composición de ocupados en Colombia 2015 - 2019
Evolución trimestral
Población informal y formal para empresas hasta 5 trabajadores según ciudad(en miles)
Total 13 ciudades y áreas metropolitanas



Fuente: Elaboración propia. Cifras DANE

Se puede observar que en la composición de ocupados en el país los últimos años no se da algún factor dominante, de hecho en promedio la cantidad de informales ha sido el 47%. Este panorama es vital al momento de entender las brechas sociales y económicas del país, y en el caso de las pensiones, la problemática de cobertura puede encontrar su origen en que casi la mitad de ocupados del país no está acogido al RPM y las probabilidades de que estén afiliados al RAIS, esto último debido a que la mayor parte de actividades que se encuentran en la informalidad son catalogadas como mercado no objetivo de los fondos privados de pensión.

Las problemáticas del sistema pensional se puede relacionar con varios fenómenos económicos, sin embargo entender las relaciones de este con el mercado laboral es de vital importancia para poder entenderlas; en la misma línea algunas distorsiones del mercado laboral tienen como consecuencia problemas en el sistema pensional. En el caso de la informalidad, este fenómeno afecta directamente la base de recaudo, dado esto el efecto de en el sistema de pensiones se traduce en las limitantes de cobertura, ya que cuando estas personas deciden ingresar al sistema o llegan a etapa de jubilación, al no haber realizado los aportes establecidos por la ley, el gobierno debe subsidiar a estas personas. Siguiendo la línea de una reforma pensional y las diferentes posturas que se han propuesto, es importante desarrollar herramientas y aproximaciones para saber si el mercado laboral está preparado para hacer una transición hacia un sistema pensional en donde la responsabilidad sobre los recursos de pensión recae en el individuo.

Dado el contexto del sistema pensional colombiano se tiene que la sostenibilidad financiera principalmente en el régimen de prima media tiene diferentes problemas ya que su modelo de reparto consiste en un modelo de solidaridad intergeneracional, el cual supone dos condiciones fundamentales: no hay ahorro y las pensiones de los jubilados se pagan directamente con la plata de las cotizaciones que realizan los trabajadores activos en el mercado laboral (Montenegro, 2018).

Las consideraciones de un modelo de solidaridad intergeneracional asumen un remplazo casi del 1 a 1 entre jóvenes y viejos, sin embargo esta relación se ve afectada por la transición demográfica que sufre la sociedad, presentando otras dos posibles relaciones que presentarían escenarios y desafíos diferentes para el sistema de pensiones, se puede tener un escenario donde la cantidad de jóvenes sea más grande que la cantidad de viejos o el escenario con el caso contrario. En este sentido es importante analizar si las condiciones demográficas del país responden al modelo actual del sistema pensional, entendiendo que este debe tener en cuenta periodos de tiempo prolongados y la adaptabilidad de las expectativas de los agentes con el fin de mitigar problemáticas.

Las relaciones anteriores se establecen con los trabajadores activos en el mercado laboral que están dentro de la formalidad. En este contexto la dinámica de la informalidad cobra importancia para entender en qué escenario se va a enfrentar el sistema de pensiones. En esta óptica integral, se debe analizar el comportamiento de los modelos y políticas en términos de una sostenibilidad social. Muchos países están migrando hacia sistemas de pensiones de cuentas individuales, en donde las pensiones son proporcionales a las cotizaciones de toda la vida (Montenegro, 2018).

Un cambio en el enfoque del sistema pensional presenta diferentes retos, los cuales se pueden resumir en una de las disyuntivas económicas tradicionales: eficiencia vs equidad. En la

busqueda de la sostenibilidad financiera del sistema, escenario en el que un modelo netamente de cuentas individuales puede ser potencialmente una solución, sin embargo, si no se trata integralmente con las dinámicas del país, podría traer consecuencias sociales importantes. La sostenibilidad social del régimen de prima media es altamente regresivo pues las familias de los quintiles de ingresos más altos (el 4 y el 5) reciben el 74,2 por ciento del total del subsidio (Farné, 2018), esto según cifras publicadas por el departamento nacional de planeación. Esta situación se explica desde la composición del mercado laboral y es un efecto lógico de este. Los niveles de informalidad y los salarios bajos de los estratos bajos provoca que su aporte al sistema sea bajo, por lo que su pensión se tiende a estar en los niveles mínimos, de este modo es importante reconocer dentro de los problemas del sistema pensional, la capacidad de mejorar las condiciones de vida de las personas.

La regresividad del régimen de prima media la igual que los problemas de cobertura son una consecuencia de los problemas del mercado laboral, en este sentido los esfuerzos para mejorar el sistema pensional colombiano deben contemplar esos fenómenos y determinar líneas causales que permitan soluciones integrales, de lo contrario los esfuerzos serán en vano. La sostenibilidad social recae en la responsabilidad de los diferentes sistemas de distribución de subsidios estatales hacia disminuir las brechas existentes.

El RAIS funciona con características de los modelos de cuentas individuales y se podría tener como un punto de referencia para analizar los posibles efectos de una migración total del sistema pensional colombiano hacia este modelo, la cual estaría justificada en la transición demográfica y en la informalidad (Montenegro, 2018). Sin embargo retomando con la sostenibilidad social que este cambio traería, hay que determinar si las expectativas de los trabajadores informales se van a ajustar hacia esta transición, es decir, van a realizar aportes a un sistema de pensiones basado en cuentas individuales. El objeto de este artículo es saber ¿Cuál es la probabilidad de que un trabajador informal realice aportes a este régimen?, ya que en la medida que se tenga mayor conocimiento sobre el comportamiento de este sector del mercado laboral, se tendrán mayores herramientas para mejorar el sistema pensional.

5. La teoría del ciclo vital y una aproximación desde el modelo de generaciones traslapadas

Los modelos pensionales analizados reconocen la importancia de la responsabilidad individual frente a las relaciones consumo, gasto e ingreso en el tiempo. En este contexto como se mencionó anteriormente, cobra importancia la teoría del ciclo de vida de Modigliani y varios aspectos de su teoría se encuentran en los modelos de sistema pensional del mundo, desde que Alemania empezara a aplicar estas medidas tras la primera guerra mundial.

Modigliani establece que los agentes deciden suavizar su consumo intertemporalmente para maximizar su salario, es decir, en las primeras etapas de su vida laboral los trabajadores ahorran para su vejez y luego desahorran en el consumo de sus necesidades (Meza, 2017). En este sentido es importante analizar los flujos de caja que tienen los individuos, se habla de pérdidas y ganancias en función de los salarios reales, expectativas de vida y un nivel de riesgo, el modelo está condicionado por la mortalidad de la economía.

Los salarios reales se adaptan a esta teoría desde el supuesto de que los ingresos de las personas son equivalentes a la remuneración de su trabajo. Dado esto se enfrenta a la optimización racional dada sus expectativas, en este proceso incluye expectativas presentes y futuras mediante su propensión hacia el ahorro. Sin embargo esas expectativas hacia el futuro, es decir hacia una jubilación está condicionada a la normativa del sistema pensional y laboral del país, para el caso colombiano hay un aporte obligatorio ya sea al RPM o al RAIS que se descuenta automáticamente del salario, en esta relación se crea una disyuntiva dado el costo de oportunidad de esta normativa, es decir, se asume que la administración por parte de las entidades de estos regímenes proporciona la mayor utilidad posible, pero como se ha evidenciado hay diferentes problemáticas principalmente en el RPM que podrían llegar a mostrar fallas en esta lógica. Por otro lado dadas las dinámicas económicas del presente o de la juventud del individuo, este preferiría ahorrar mucho o poco para su vejez según su salario real sea suficiente para cubrir un mínimo vital.

Para el caso de los ocupados informales, por su naturaleza, la condición normativa no afecta sus condiciones. Modigliani establece estos supuestos para su modelo: No existe la riqueza, no se reciben ni se dejan herencias, los precios son constantes, el ahorro no genera interés, la corriente de ingresos no se detiene, y es contante y no existe desempleo (Morrettini, 2002). Como el sistema pensional está diseñado prácticamente en su totalidad para ocupados formales su marco conceptual tiene en cuenta la teoría de Modigliani, sin embargo enfrenta una enorme falencia con los ocupados informales ya que estos no cumplen los supuestos de que la corriente de ingresos no se detiene y de que no existe desempleo, ya que son muy propensos a no choques externos que les impidan recibir ingresos y el mercado laboral tiende a estigmatizar estas actividades, siendo de igual forma más propensos al desempleo o a la no ocupación. Sin embargo, se pueden rescatar varios conceptos con el fin de entender la dinámica de los ocupados informales. En primer lugar es importante determinar si estos tienen expectativas de jubilación, las actividades informales tienden a no discriminar por rangos de edad, por lo que personas de la tercera edad pueden seguir su ocupación; en segundo lugar la informalidad tiene ingresos muy dispersos, debido a los diferentes oficios que incluye, desde el vendedor ambulante hasta el pequeño comerciante, para cada nivel de ingreso su consumo claramente va a ser diferente a la vez que las expectativas sobre el futuro que tiene.

La dinámica económica debe entender los flujos de ingreso de los ocupados informales, y esta teoría brinda elementos para entender estos flujos, ya que de alguna u otra forma estos individuos al llegar a una edad mayor contribuyen a colapsar el sistema. Por medio del modelo de generaciones traslapadas, se puede tener una aproximación ya que tiene fundamentos de la teoría del ciclo de vida de Modigliani, pero ofrece otros conceptos que permite aplicarla a los ocupados informales.

De forma general el modelo de generaciones traslapadas (OLG) desarrollado por Allais (1947, Paul Samuelson (1958) Diamond (1965) estudia el comportamiento agregado de economías formadas por dos o más generaciones de individuos, que conviven al mismo tiempo. Cada Bloque de individuos intenta maximizar su utilidad, teniendo en cuenta su periodo de vida, produciéndose como resultado diversos efectos agregados (Blanchard & Fischer, 1989). Este modelo trabaja con

tres grandes componentes, el primero es una estructura demográfica. Una sociedad tiene personas jóvenes y adultas que generan relaciones entre ellas, de igual forma todos los individuos en su ciclo de vida pasan por esos dos puntos. El segundo componente son los supuestos de que se trabaja con una sola mercancía y el número de individuos y recursos es infinito. Por último, reconoce que el equilibrio al cual se llega es determinado por el ente de control y puede no ser óptimo en el sentido de Pareto (Blanchard & Fischer, 1989). Esto nos dice que este modelo reconoce equilibrios aun cuando no esté el pleno uso de los recursos, esta diferencia de acumulación es lo que se traspasa a la siguiente generación, por eso la naturaleza de la modelo infinita.

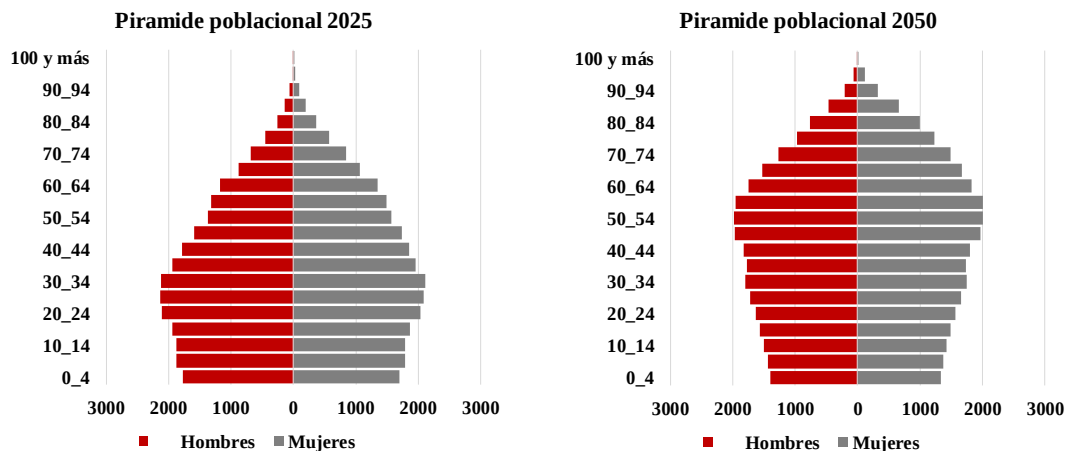
El modelo OLG puede servir para una aproximación a los flujos de ingresos de los ocupados informales y puntualmente las posibles provisiones que se generen para un escenario de jubilación. De este modo se identifican 3 agentes que se van a relacionar en cada momento del tiempo:

- 1) Los hogares: de forma general hay un conjunto de hogares que busca maximizar su utilidad dados unos niveles de consumo y un esfuerzo laboral.
- 2) La industria: demanda fuerza laboral ofreciendo una remuneración y es la encargada de la producción de bienes y servicios.
- 3) El gobierno: dinamiza la economía mediante su gasto, para efectos de este ejercicio, el gasto publico va a ser igual al gasto en el sistema pensional y otros gastos.

En un escenario de ocupados formales, el papel de la industria en cuanto al sistema pensional se resume en el cumplimiento de la normativa en cuanto a recaudo y aportes, sin embargo, en un contexto de informalidad esta relación no se cumple y la industria que ocupa a informales no tiene responsabilidad frente al sistema pensional. De este modo la responsabilidad del sistema pensional recae o en las provisiones de los hogares o en el gasto del gobierno, por esto cobra importancia la senda demográfica del país en los siguientes años y como se va a comportar su mercado laboral, ya que en la medida que haya un paso a la formalización, la brecha del gasto se verá compensada gradualmente, de lo contrario esa ocupación informal ira pasando de generación en generación, lo cual generará que el costo social de la vejez sea asumido en cada momento del tiempo por el gobierno, dado que aunque los oficios informales no discriminan por edad, si son más propensos a incluir gente joven que adulta en sus relaciones, de igual forma en este marco demográfico la migración es de vital importancia, ya que la evidencia internacional sugiere que los migrantes se ocupan en actividades informales en una gran medida, debido a las barreras normativas del mercado laboral.

La Comisión económica para América latina y el Caribe, mediante su plataforma estadística CEPALPAST ofrece una proyección de algunos indicadores demográficos. A continuación, se muestran las proyecciones para la población discriminada por sexo y un detalle de migración interna expresada en la cantidad de personas en áreas urbanas y rurales.

Figura 6
Proyección poblacional Colombia años 2025 -2050
 Cifras en miles de personas



Fuente: Elaboración propia. Cifras CEPAL.

La figura 6 muestra los pronósticos de pirámides poblacionales para Colombia, se tienen dos momentos de vida como establece el OLG. Las proyecciones de la CEPAL sugieren que para el año 2025 Colombia tendrá aproximadamente 52 Millones de habitantes, mientras que para el 2050 se estiman aproximadamente 56 millones de habitantes. Se observa un envejecimiento de la población, en un primer momento se tiene gran acumulación de personas en edades jóvenes, cerca del 52 % de la población estará en los rangos de 0 a 34 años mientras que para el 2050 disminuye al 39%. Esto tiene serias implicaciones en el sistema pensional como está planeado en la actualidad ya que las personas cotizando van a ser menores a las que reciben o esperan recibir la pensión, lo que dará como resultado seguir aumentando las brechas existentes, por otro lado, desde el punto de vista del OLG es importante entender las condiciones en las que están la población en el 2025 y las relaciones entre jóvenes y adultos. Si se mantienen las condiciones actuales del sistema pensional es importante establecer formas que permitan una viabilidad financiera en los momentos que la pirámide muestra gran concentración en los jóvenes, para que en un segundo momento que esto cambie, se tengan las suficientes provisiones para no incurrir en déficits fiscales. De igual forma esta transición demográfica implica un reto, ya que la población económicamente activa va a aumentar y es responsabilidad del mercado laboral corresponder a este crecimiento con empleos que permitan generar un ahorro para la vejez.

Las estimaciones de concentración muestran la migración interna cada vez más evidente de áreas rurales a urbanas, la figura 7 muestra estas proyecciones, donde es importante analizar íntegramente estas concentraciones. Las grandes capitales del país deben establecer mecanismos de ocupación para las personas que llegan de áreas rurales, puesto que se espera que los niveles de educación y de ingreso sean bajos.

Figura 7

Distribución porcentual de la población según area geográfica

Porcentaje

Año	% Urbana	% Rural
2000	73,7	26,3
2005	75,8	24,2
2010	77,7	22,3
2015	79,4	20,6
2020	81,0	19,0
2025	82,5	17,5
2030	83,9	16,1
2035	85,2	14,8
2040	86,3	13,7
2045	87,4	12,6

Fuente: Elaboración propia. Cifras CEPAL

El último agente a analizar bajo la perspectiva del OLG es el gobierno, el cual debe responder a las dinámicas tanto de empresas como de hogares ya sea mediante gasto o mediante normas que sirvan de ajuste en la economía. Las empresas responden a una normativa, sin embargo, debe crear los incentivos necesarios para que la industria contrate formalmente y así aliviar la base del sistema pensional. Por otro lado, debe entender la agregación de los hogares desde la probabilidad de empleo (ocupación formal), las probabilidades de supervivencia (esperanza de vida) ya que de esta van a determinar los flujos entre generaciones y la responsabilidad de ahorro para el futuro, la probabilidad de acceso al sistema pensional y el control en las migraciones, seguimiento a la educación y ocupación de estas personas de lo contrario el mercado laboral será excluyente con ellas y por efecto domino el sistema pensional se verá afectado.

El propósito de analizar el sistema de pensiones bajo un enfoque de los modelos mencionados, radica en la modelación del componente demográfico ya que dado el contexto que se plantea se tienen bases para inferir los efectos en el sistema pensional presionados por la dinámica de la informalidad. La distinta posición de los agentes en el ciclo vital confiere a estos modelos un elemento intrínseco de heterogeneidad que permite analizar con detalle su comportamiento transversal, además de temporal (Bógaio, 2011). Dado esto Bógaio realizó un modelo con estas características para el caso español donde analizo la reforma del sistema pensional para el 2011. En primer lugar, realiza una proyección de los principales componentes demográficos (mortalidad, fertilidad y movimiento migratorio) para luego plantear un modelo económico que se basa en las relaciones entre hogares, industria y gobierno, simulado los posibles efectos en los agregados macroeconómicos de aumentar la edad de jubilación.

En cuanto al mercado laboral se señala la importancia de que el esfuerzo laboral sea correspondido por el consumo, dado esto se asume que el ingreso debe permitir ajustar la función

de utilidad del agente en un marco económico e institucional que ajuste estas proporciones, en este sentido sobre las decisiones y políticas públicas que realice el gobierno se determina como va a ser dicho ajuste. El modelo de Bógaio concluye, en efectos positivos sobre los agregados económicos luego de la reforma pensional, sin embargo, mantiene las probabilidades de empleo constantes y reconoce que estas expectativas del agente pueden cambiar los resultados.

La función de utilidad del agente va a tener como restricción la dinámica de acumulación de activos a lo largo del ciclo vital (Bógaio, 2011), la cual depende entre otras cosas del progreso económico del país y de los incentivos que como economía se generen para realizar dicho proceso, en relaciones de costos de oportunidad frente a las expectativas futuras. El costo social de estas relaciones en el nivel agregado se da cuando los agentes al momento de realizar la maximización no alcanzan a cubrir un mínimo vital, aumentando exponencialmente este efecto si se considera que la edad al ir aumentando va disminuyendo las opciones de ocupación que permitan una mejor retribución, esto se da principalmente porque el esfuerzo laboral (salario, estabilidad y condiciones) es menor a las expectativas de consumo.

6. Metodología

i. Fuente de información

La información usada para las estimaciones del presente trabajo procede de la Gran encuesta integrada de hogares (GEIH), realizada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), se utiliza la versión del año 2017 y 2019. Se utilizan las variables correspondientes a Características generales de las personas, Ocupación, Desocupados y Vivienda y Hogares, analizando las personas de *cabecera* y *resto* excluyendo las bases de *área* para evitar problemas de colinealidad.

ii. Especificación de variables

Se plantea un modelo basado en una pregunta con respuesta binaria, la cual es: ¿Está afiliado a un fondo privado de pensiones? Donde hay dos opciones de respuesta de si y no de acuerdo a si cumple la característica de la pregunta; en función de una variable de informalidad que se mide mediante la proxi de que no tiene una relación de contrato en la ocupación que realiza, un variable de edad medida por la proxi de años cumplidos, una variable de condición de vida que se mide por la proxi de si la persona esta soltera y se incluye una variable de ingresos medido por la proxi de ingresos realizados por la actividad económica que realiza.

La variable dependiente corresponde a la necesidad de establecer si la persona está afiliada a un sistema privado, por lo que se quiere saber la probabilidad de que una persona no esté dentro del sistema pensional ya que los fondos privados corresponden a sistemas de ahorro y no de pensiones. De este modo es importante ya que se quiere explicar si la informalidad fomenta los fondos de ahorro, creando los problemas en el sistema pensional mencionados anteriormente.

Principalmente la informalidad, se opta por tomar las personas que no tienen contrato laboral ya que en términos de los modelos de elección binaria, se quiere saber la probabilidad de que esta persona acceda a o un fondo privado de pensiones, el estado civil de la persona ya que en términos de ingreso al mercado laboral el estado civil determina las responsabilidades económicas y de alguna u otra forma un mínimo de dinero que debe acceder para cumplir las obligaciones, lo que puede llevar a la persona a no preocuparse en el corto plazo por su futuro; se determina el estado civil de casado y soltero, de igual forma en términos demográficos el estado civil de la persona cobra importancia, puesto que la probabilidad de tener hijos varia si es casado o soltero, siendo este último comportamiento importante para determinar las tasas de natalidad futuras y la transición demográfica de la personas, sumado a esto en términos de la informalidad, esta se puede heredar puesto que los niveles de educación y escenarios para mejorar económicamente de una generación a otra, para estas personas puede ser más ácida, dada la misma naturaleza de la labor que realizan. Por último, las dos especificaciones del modelo se ponderan mediante la edad de las personas a que se quiere establecer el comportamiento de las personas respecto a ingresar al sistema pensional o de ahorro según se vaya acercando a una etapa de vejez.

Las variables incorporadas en el modelo corresponde a los elementos que desde el modelo de generaciones solapadas se destacan para realizar analisis de los flujos intrageneracionales del componente de personas. Se incluye el componente demográfico mediante las variables de estado civil y edad, el componente de ingreso expresado por el ingreso y el tipo de ocupación y se incluye el componente de afiliación al sistema pensional como variable a analizar.

iii. Planteamiento del modelo

El procesamiento de la información esta dado por un modelo probabilístico, de forma general se describe así:

$$Pr [Y = 1 / X] = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 \quad (1)$$

Donde :
Y = realizar aportes a un fondo privado de pensiones
X₁ = la actividad economica sea catalogada como informal
X₂ = años cumplidos
X₃ = estado civil (soltero)
X₄ = estado civil (casado)
X₅ = ganancia recibida por la actividad economica realizada.

Siendo 1 la probabilidad que el evento ocurra.

Hay cuatro métodos para crear un modelo de probabilidad para una variable de respuesta binaria (Green, 2001): el modelo de probabilidad lineal, el modelo logit, el modelo probit y el modelo tobit. Para este artículo se estiman los resultados mediante el modelo de probabilidad lineal y el modelo logístico.

1. Modelo de probabilidad lineal

Una primera aproximación para saber la probabilidad de afiliación de una persona informal al sistema de pensiones mediante el RAIS es el modelo de probabilidad lineal, sin embargo este modelo presenta problemas que se detallan en el anexo econométrico de este artículo, los otros modelos mencionados corrigen estos errores, sin embargo, el modelo de probabilidad lineal ofrece una primera interpretación de modelamiento para variables dicotómicas y ofrecen algunas consideraciones para los otros modelos de elección binaria, por esto la pertinencia de hacer una aproximación mediante esta línea.

2. Modelo Logit

Para corregir los errores del Modelo de probabilidad lineal se utiliza el modelo Logit, el cual proviene de una función logística, en primer lugar, la baja curtosis de los datos con los que se desarrolló el modelo y en segundo lugar evidencia empírica, la cual ha demostrado que este modelo es adecuado en la mayoría de los casos en los cuales la respuesta es binaria (Moscote & Rincon, 2012).

iv. Problema de especificación

El modelo presentado puede presentar problemas errores de endogeneidad ocasionados principalmente por errores en la medición y sesgos por variable omitida, una posible solución para futuras investigaciones es incluir términos cuadráticos que ajusten la forma funcional del modelo y la inclusión de variables proxy.

El primer problema corresponde a errores de medición, ya que los datos de la GEIH manejan modelos de respuesta múltiple, es decir se tienen variables ordenadas y no ordenadas. El trato para convertir las variables en dicotómicas se dio gracias al comando en Stata: *tab var, gen(var)*. De igual modo la GEIH maneja sus opciones dicotómicas 1 para *sí* y 2 para *no*, para solucionar esto se utilizó el comando *replace* pasando la opción 2 a 0. La medición de los ingresos, se toma la ganancia neta por la actividad económica realizada en el último mes y se trabaja bajo el supuesto de la sinceridad del encuestado frente al reporte de esta cifra. Por último el modelamiento de datos podría tener problemas de especificación, para futuras investigaciones es importante incluir un instrumento para medir las siguientes variables:

- Informalidad: la variable utilizada es si tiene o no contrato, sin embargo podría estar sesgada según la definición del empleo informal. En primer lugar, no está reconociendo aquellos ocupados que tienen contrato pero laboran en establecimientos con menos de 10 personas. En segundo lugar puede catalogar a los independientes profesionales como ocupados informales. Por último puede incluir personas fuera de la población económicamente activa que para efectos de la encuesta no tienen contrato.
- Ganancia o ingreso: dada la naturaleza de la informalidad este dato es poco rastreable.

Como instrumentos para corregir los errores mencionados para futuras investigaciones, las horas que ocupa en su actividad productiva y aproximaciones desde el salario mínimo o desde la actividad económica que realiza para fijar un ingreso, puesto que sería interesante medir la ganancia de las diferentes actividades asociadas a la informalidad y la propensión al ahorro cuando esta aumenta, de no llegar a tener un instrumento adecuado, los estadísticos de las mismas variables según el método de estimación de Higher Moments es apropiado cuando no se tienen instrumentos externos (Quirama, Forero, Montañez, Mena, & Solarte, 2020).

Se presentan problemas de omisión de variables relevantes, principalmente por la falta de información sobre aquellos determinantes estructurales de la informalidad, puesto que mejorarían la consistencia del modelo. Desde la perspectiva del modelo de generaciones solapadas estos determinantes corresponden al componente de la industria y del gobierno. Para el primer componente se deberían incluir variables que permitan medir el desarrollo industrial, las cargas tributarias hacia las empresas y las relaciones de oferta y demanda de la fuerza laboral. Por parte del componente del gobierno, en términos del sistema pensional sería bueno incluir en el modelo aproximaciones a los impactos de los subsidios y normatividad tanto en el mercado laboral como en el sistema pensional.

Puede llegar a presentarse problemas de correlación entre las variables puesto que la condición de informal tiene inferencia en el comportamiento de las personas explicados por las otras variables, en primer lugar la informalidad sitúa niveles de ingresos bajos en comparación con los ocupados, lo cual podría explicar el comportamiento del estado civil de las personas y sus expectativas hacia el futuro, dadas características de responsabilidad y de sostenibilidad financiera que les permita la actividad que realizan.

De igual forma, como se describe a continuación, las variables del modelo son estadísticamente significativas, por lo que en términos generales el modelo es consistente y da las primeras bases para entender el comportamiento de los ocupados informales frente a los aportes a un fondo privado o de cuentas individuales.

7. Resultados

7.1 GEIH 2017 y GEIH 2019

Se realiza la comparación entre dos años, partiendo de la coyuntura política que atravieso el país en este periodo, entendiendo que dado la dinámica política la economía va a tomar su rumbo y especialmente en el sistema pensional y el mercado laboral esta dinámica cobra gran importancia, dado que ajustan las expectativas del individuo. Se toman estos años puesto que representan el final y el inicio de periodos presidenciales, lo que implica políticas, decretos y perspectivas de estos rubros diferentes; dado esto es pertinente analizar de forma comparativa si este efecto político se traduce en las relaciones de informalidad y sistema pensional, de igual forma se trabaja sobre la base depurada, para tener información de la población ocupada informalmente.

Los efectos de las modificaciones en el sistema pensional no se perciben en el corto plazo, sin embargo los choques en el mercado laboral tienen una dinámica diferente. Los cambios de gobierno y filosofía de políticas generan choques en este mercado, los programas representan en la

practica una posibilidad de articulación social de preferencias individuales o de grupos (Lahera, 2004), dicho esto los niveles de ocupación se pueden ver afectados de acuerdo a los programas que el gobierno presente y como se menciono anteriormente los efectos en el sistema pensional son un el resultado integral de la dinamica economica, por lo que analizar si justamente este efecto se da o no es importante para futuras proyecciones y para analizar los comportamientos de flujos que puedan llegar a tener las reformas pensionales. Por otro lado es importante analizar los efectos en el corto plazo de la informalidad hacia el sistema pensional, esta dado desde un enfoque de la economía del comportamiento, en donde conocer el comportamiento humano, evitará incurrir en las restricciones conductuales impuestas por teorías convencionales, haciendo posible la creación de políticas públicas que puedan se efectivas (Hernández, 2020),

7.2 Estimación del modelo

A continuación, se presentan los resultados de las estimaciones de los modelos de probabilidad lineal y Logit, de igual forma se presentan las variables que se utilizaron de la GEIH:

Figura 8
Resultados estimadores

Variable	Nombre de la variable	Tipo	Modelos-2017		Modelos-2019	
			MPL	Logit	MPL	Logit
P6930_1	¿Esta cotizando actualmente a un fondo depensiones privado?	Byte	.83986389***	1.4337382***	.79627472***	1.2286916***
P6440_1	¿Tiene Contrato?	Byte	-.16730137***	-.70832661***	-.11833393***	.48962764***
P6040	¿cuántos años cumplidos tiene...?	Int	-.003633***	-.01544487***	-.0034894***	.01448828***
P6070_6	Estado civil Soltero	Byte	-.08846706***	-.38154808***	-.09796993***	.41047613***
P6070_3	Estado civil casado	Byte	-.03088113**	-.13591525***	-.03058047***	.12900096***
P6750	¿cuál fue la ganancia neta o los honorariosnetos de esa actividad, negocio?	Long	9.973e-09***	4.900e-08***	4.709e-09***	2.018e-08***

legend: * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

Se observa que las variables utilizadas son de gran significancia, siendo significativas a más del 99% tanto el modelo de probabilidad lineal como en el modelo logit, la estimación que se muestra en la variable P6030_1, que es la variable dependiente, corresponde a la constante de cada modelo. Por otro lado, se evidencia que las probabilidades en el modelo logit están en un rango diferente al 0 y 1, como lo evidencia la figura 9, la cual muestra algunas estadísticas de las probabilidades predichas de cada modelo:

Figura 9
Estadísticos de las probabilidades predichas

Modelo	2017		2019	
	Min	Max	Min	Max
MPL	.2247842	1.504528	.2279184	1.001.118
Logit	.234868	.9927365	.2435868	.8929048
Modelo	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.	Mean
MPL	.0793349	.5198558	.0691713	.5199825
Logit	.08126	.5185755	.0700357	.5199798

Como medida de la bondad de ajuste de los modelos se utilizó el porcentaje de casos predichos correctamente, dando como resultado aproximadamente más del 60% de acierto, lo cual en términos probabilísticos es un buen indicador del ajuste del modelo.

7.3 Resultados obtenidos, modelo de probabilidad lineal

La pertinencia de los estimadores mediante el MPL corresponde a su fácil interpretación debido, a continuación, se muestran los resultados obtenidos:

Figura 10
Efectos marginales MPL

Pr Aportes fondo privado	2017	2019
Informalidad	-16,7%	-11,8%
Estado civil - Soltero	-8,8%	-9,8%
Estado civil - Casado	-3,1%	-3,1%
Ganancia Neta	0,0%	0,0%
Edad	-0,4%	-0,3%

Más allá de los problemas que se mencionaron sobre los estimadores, la figura 10 permite tener una idea respecto a las tendencias o efectos de cada una de las variables analizadas frente a la afiliación a un fondo privado de pensiones. Se rescata el efecto negativo en todas las variables, a excepción de la ganancia obtenida, en los dos años observados. En cuanto a la informalidad se tiene que en el 2017 si una persona estaba ocupada en estas actividades la probabilidad de que realizara aportes voluntarios al sistema pensional mediante algún fondo privado disminuía en 16,7%, probabilidad que se redujo al 11.8% en 2019. Para el caso de del estado civil la probabilidad de realizar aportes es menor si la persona esta soltera para los dos años, mientras que si está casada, aunque el efecto es negativo es mayor. La Ganancia y la edad tienen efectos marginales mínimo, sin embargo, se rescata un efecto positivo del nivel de ingreso frente a la probabilidad de realizar aportes.

Como ajuste a este modelo, a continuación, se muestran las estimaciones mediante el modelo logit, las cuales, debido a la consistencia de sus estimadores, permite un mejor análisis de los resultados marginales.

7.4 Resultados obtenidos, modelo logit

Los resultados del modelo en términos de la probabilidad obtenida frente al evento de que una persona se afilie a un fondo privado de pensión los muestra la Figura 11 para los años analizados luego de aplicar las pruebas y controles de consistencia los cuales se presentan como un anexo en la parte final de este artículo.

Figura 11
Resultados Marginales logit

Pr Aportes fondo privado	2017	2019
Informalidad	-16,5%	-11,7%
Estado civil - Soltero	-8,8%	-9,8%
Estado civil - Casado	-3,1%	-3,1%
Ganancia Neta	0,0%	0,0%

Donde para una persona que como actividad económica no tuviera contrato en 2017 la probabilidad de que se afiliara a un fondo privado de pensión disminuía en 16,5% mientras que para el 2019 la probabilidad de afiliarse disminuía 11.7%. En cuanto al estado civil si una persona estaba soltera

la probabilidad de afiliación disminuía 8.8% y 9.8% para 2017 y 2019 respectivamente; mientras que si estaba casada la probabilidad de afiliación disminuía en 3,1% en los dos periodos analizados. Por último, se tiene una relación positiva entre un aumento de una en el ingreso de las personas independientes y la probabilidad de que estas se afilien a un fondo privado de pensiones.

Para medir el efecto de la edad en cuanto a la probabilidad de afiliarse a un fondo de pensiones privado, se tomó el rango desde los 18 a los 50 años, ya que se considera la población mayor de edad y hasta los 50 años, dado que si con la edad pensional está en 55 y 62 años dependiendo si es mujer u hombre, en este sentido la edad de 50 años es un *tope* en el que ya se debe haber decidido la forma de mantenerse económicamente en la vejez y se establecen iteraciones cada 8 periodos.

Figura 12

Resultados Marginales según rango de edad

Edad	2017	2019
18 años	-0,34%	-0,33%
26 años	-0,35%	-0,34%
34 años	-0,36%	-0,34%
42 años	-0,36%	-0,35%
50 años	-0,37%	-0,35%

La figura 12 muestra los resultados obtenidos de los cambios marginales que sufre la probabilidad según la edad. En promedio un aumento en un año disminuye la probabilidad de afiliarse a un fondo privado de pensión en 0,36% y 0,34%. La figura anterior muestra la probabilidad específica en 5 diferentes edades.

7.5 Análisis teórico de las estimaciones

El objetivo del trabajo es medir la probabilidad de que un ocupado informal se afilie al sistema pensional mediante el régimen privado lo cual bajo el modelo actual es solo posible bajo la modalidad de ahorro individual, puesto que para futuras reformas, migraciones hacia un modelo netamente de ahorro individual podría seguir castigando las expectativas de estas personas. En este sentido las estimaciones muestran que la probabilidad de afiliación disminuye si el ocupado es informal, en primer lugar se tiene un sistema que no cuenta con instrumento que tenga los suficientes incentivos para que sea atractivo para estas personas, se tiene un modelo pensado en la formalidad, desconociendo al realidad de este mercado. El resultado esperado de igual forma era que la probabilidad de afiliación de un ocupado informal fuera menor a la de un ocupado formal dada la perspectiva de la informalidad generada por la exclusión de los beneficios del Estado (Perry, y otros, 2007), por lo tanto el sistema pensional debe crear un instrumento que acerque a estas personas al sistema pensional, entendiendo la dinámica de este fenómeno, por un lado ingresos bajos, donde no hay margen de excedente, por lo que subsidiar el aparato productivo del país en pro de ingresos que permitan un excedente y por otro lado un producto financiero que responda a ese nivel de ingreso.

El Estado civil soltero y casado presenta una menor probabilidad de afiliación, lo cual se explica por las características que están más presentes en el empleo informal de las que se destacan la situación familiar (casados, con hijos) principalmente mujeres y que los asalariados informales son predominantemente jóvenes, mientras que los trabajadores independientes son en su mayoría personas de mayor edad (Perry, y otros, 2007) y dado el comportamiento de las personas de la encuesta hay una correlación entre los jóvenes y estar soltero, de este modo también se esperaba que la probabilidad disminuya puesto que la informalidad es más acida en estos grupos de personas, reflejando la falta de oportunidades laborales de las personas jóvenes (en educación, salud, experiencia, etc.) y por otra parte refleja que la informalidad puede ser el resultado de una decisión de escape a la situación social. El sistema de pensiones actual es regresivo como resultado del modelo actual, sin embargo dado las características mencionadas anteriormente, los esfuerzos del gobierno deben estar focalizados en aquellas causas que por transitividad se transmiten a los diferentes escenarios de acción, en este sentido los subsidios al sistema pensional se podrían distribuir de una forma más eficaz y creando mecanismos que permitan que en el largo plazo como consecuencia la brecha disminuya.

La edad y la ganancia muestran un efecto constante o mínimo sobre la probabilidad de afiliación, este efecto se debe a que en las relaciones de oferta y demanda dentro del mercado laboral informal en las que no tiende a premiar el conocimiento o la experiencia adquirida con los años, por lo que no se ve expresado en el ingreso, de esto se tiene que la mayor parte de los encuestados hayan reportado ingresos máximos de 1 salario mínimo. Por lo que esperaba que los efectos.

La perspectiva del modelo planteado muestra las preferencias de los individuos hacia el sistema pensional, donde es importante la capacidad de ahorro y en consecuencia el comportamiento del mercado laboral implica el conocimiento de su funcionamiento para así reconocer las relaciones sociales invisibles en el sistema de mercado (Laverde, 2019) y dada la dinámica informal del mercado laboral, analizar este segmento es una herramienta necesaria para conocer las implicaciones de las diferentes políticas públicas en el total de individuos.

8. Conclusiones

El modelo de régimen de prima media que se utiliza en Colombia dada su naturaleza excluye a las personas que realizan actividades informales y por otro lado los fondos privados de pensión tienen una estructura que no genera los suficientes incentivos para que las personas informales se afilien a estos en pro de una pensión. Este fenómeno alimenta los problemas y brechas que tiene el sistema si se considera que casi la mitad de ocupados del país está dentro de actividades informales. En esta medida es importante que las consideraciones para una posible reforma al sistema pensional tengan en cuenta esta población y sus condiciones particulares que se ajuste a los procesos de flexibilidad laboral, reconociendo que ligar los aportes al sistema con el contrato laboral no es eficiente.

El ser informal en Colombia va a disminuir la probabilidad de ingresar al sistema pensional, esto se debe a dos factores principalmente, por un lado, la ganancia neta de estas actividades en su mayoría está por debajo del salario mínimo, lo cual representa un costo social gigante tanto a

mediano como a largo plazo. Dado esto es importante que se generen medidas integrales que incluyan áreas de educación, vivienda y seguridad social que permitan a estas actividades estar al menos en la misma línea que el salario mínimo; para lo cual es de gran importancia que la economía del país cambie el concepto que tiene de informalidad el cual es permisivo en la medida que guarda una delgada línea con actividades que institucionalmente son ilegales.

Las estimaciones por los dos modelos presentados muestran resultados parecidos, por lo que se muestra un respaldo de las estimaciones, los resultados obtenidos en cuanto al ingreso muestran una relación positiva, más allá de la magnitud es importante resaltar esta tendencia ya que si se mejoran las condiciones de estas personas, para que mejoren su ingreso, potencialmente se esperaría que estas personas se afilien a fondos privados y así se disminuyan las brechas evidenciadas.

La composición de las personas que están en la informalidad es muy diversa y convergen diferentes personas, sin embargo, algunos rasgos que son comunes cobran importancia para este análisis. El estado civil de estas personas también sirve como una aproximación a las responsabilidades que estas tengan, de este modo es más probable que una persona que está casada se afilie a un fondo privado de pensiones que una que esta soltera; si se tiene en cuenta que según la superintendencia de notariado y registro desde el 2017 se viene dando una tendencia a la baja en la cantidad de matrimonios civiles realizados. Sin embargo en términos generales si la personas es casada o soltera igual va a presentar una probabilidad negativa para afiliarse y su expectativas a en diferentes puntos del ciclo vital no se va a ver alterada, esto puede presentar un problema si los flujos entre generaciones se mantiene, así los hijos de estas personas heredarán este comportamiento manteniendo como constante la no afiliación al sistema pensional. La edad parece no ser un factor determinante al momento de realizar o no aportes a un fondo privado, presentando una constante en todas las edades, para analizar este efecto hay que entender los niveles de educación de las personas informales y sus expectativas frente a las dinámicas económicas del país. Dicho esto una persona informal no cambia su perspectiva conforme va envejeciendo, lo cual ocurre porque el ingreso obtenido no da espacios para excedentes y tiene que trabajar sin importar su edad para lograr un mínimo vital, esto significa un problema en la medida que su fuerza laboral no sea atractiva para el mercado laboral como consecuencia natural de la edad y al no gozar de una pensión, estas personas van a quedar en rangos de pobreza, visibilizando y aumentando las problemáticas de desigualdad del país.

La especificación de los modelos presentados se compone de tres aspectos fundamentales, la medición de la informalidad, el estado civil que reúne condiciones de expectativas del agente frente a su corto plazo y de igual forma afecta las sendas demográficas del país y el ingreso de la persona por su esfuerzo laboral. Se analizan estas condiciones para saber cuál es la presión que ejercen sobre el agente para entrar al sistema pensional. Dado lo anterior se tiene que independiente del estado civil de la persona, si esta se encuentra en la informalidad, esta condición actúa como presión de salida del sistema pensional.

En términos generales, dada la problemática del país se reconoce la necesidad de una reforma pensional, donde el punto de partido deben ser los nuevos mecanismos que se están dando en el mercado laboral, ya que en la medida que se entiendan los procesos de informalidad,

tercerización, etc., se darán procesos de cobertura y afiliación a pensiones eficiente. Sin embargo aunque una migración hacia un sistema de cuentas individuales sea factible para la disminución de las brechas financieras, en términos sociales podrá tener un costo considerable si no se generan condiciones laborales que permitan tanto a formales como informales generar excedentes, puntualmente en el caso de la informalidad, se tiene un escenario en donde la transición demográfica va a envejecer a la población y si se mantienen los niveles de informalidad actuales (aproximadamente la mitad de ocupados), las condiciones de pobreza serán las mismas o superiores a las que se tienen hoy en día. Los resultados obtenidos muestran que en términos generales y en diferentes edades la probabilidad de que un informal realice aportes a pensión es baja, por lo que una reforma pensional que no considere este efecto va a ser totalmente regresiva y aunque en términos de sostenibilidad financiera sea optima, el efecto en la sostenibilidad social del país va a ser nulo o negativo.

Una solución que se plantea es el mecanismo de capitalización y rentabilidad utilizado en Chile, sin embargo, debe ser el resultado de una reforma institucional integral que se articule con el sistema financiero y que sea propositivo e incluyente hacia actividades informales por lo que el marco legal también juega un papel fundamental. El planteamiento de un pilar solidario expone que aunque se tenga un modelo de capitalización individual, la intervención del estado para subsidiar aquellos agentes que quedan por fuera de ese sistema se tiene que dar y pasa por un tema justamente social y asume la posibilidad de déficits fiscales, sin embargo la magnitud de este va a radicar en la eficiencia de la distribución de los recursos y en la capacidad del sistema de pensiones para crear incentivos para que el agente se afilie.

Bibliografía

(s.f.).

Acuña, J., & Suarez, S. (2019). *ESTUDIO COMPARATIVO DEL SISTEMA PENSIONAL CHILE – COLOMBIA. Modelos pensionales, tipos de pensión y Desafíos*. Bogotá D.C: Poligran.

Alamilla, N., & Arauco, S. (2009). *Limitaciones del modelo lineal de probabilidad y alternativas de modelación microeconómica*. Universidad tecnológica de la Mixteca.

Blanchard, O., & Fischer, S. (1989). *Lectures on Macroeconomics*. Cambridge/MA: Mit Press.

Bógaio, J. (2011). *Un modelo de generaciones solapadas: Simulación de la reforma del sistema pensional de la reforma del sistema de pensiones de España*. Madrid: Ministerio de economía y hacienda. Dirección general de análisis macroeconómico y economía internacional.

Córdoba, J., & Piraquive, G. (2019). *Escenarios de ajuste al sistema pensional colombiano*. CEDE.

DANE. (2009). *METODOLOGIA INFORMALIDAD GRAN ENCUESTA INTEGRADA DE HOGARES - GEIH*.

Eslava, D. (2011). *Aplicación de modelos no lineales con variable dependiente limitada (logit y probit) en GRETL*. Bogotá: Fce UNAL.

Farné, S. (2018). ¿Es el sistema público de pensiones. *Portafolio*.

- Garay, S. (1996). *Mercado laboral y distribución del ingreso de*. Banrep.
- Green, W. (2001). *Análisis econométrico*. Prentice Hall.
- Hernández, S. (2020). *La influencia de la economía del comportamiento en las políticas públicas*. San Cristobal de la Laguna: Facultad de Economía, empresa y turismo. Universidad de la Laguna.
- Jenniffer Acuña, S. S. (2019). *Estudio comparativo del sistema pensional Chile - Colombia. Modelos pensionales, tipos de pensión y desafíos*. Bogotá: Punto de vista. Poligran.
- Lahera, E. (2004). *Política y políticas publicas*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Laverde, C. (2019). Las luchas semánticas en los mercados laborales: una mirada a las economías colaborativas. *Revista CIFE: Lecturas De Economía Social*, 21(35), 9-20.
- Lopez, M., & Sarmiento, E. (2019). *El sistema pensional en Colombia. Borradores de economía Num 1078*. Bogotá D.C: Banrep.
- Meza, J. (2017). *La teoria del ciclo vital de Franco Modigliani: Enfoque en los salarios de los trabajadores colombianos*. Bogotá: Dialnet - Fundacion universidad de America.
- Ministerio de desarrollo social y familia. (2019). *Informe desarrollo social 2019*. Gobierno de Chile.
- Montenegro, S. (2018). *El impacto de la demografía y la informalidad sobre las pensiones*. Asofondos.
- Morrettini, M. (2002). *Principales teorías macroeconómicas sobre el consumo*. Universidad Nacional de Mar de Plata.
- Moscote, O., & Rincon, W. (2012). *Modelo Logit y Probit : Un caso de aplicación*. Comunicaciones en estadística. Universidad Santo Tomas Vol. 5, No. 2.
- Perry, G., Maloney, W., Arias, O., Fajnzylber, P., Mason, A., & Saavedra, J. (2007). *Informalidad: Escape y Exclusión*. Banco Mundial.
- Quintero, Z., & Vargas, D. (2017). *Factores que inciden en la cobertura del Sistema General de Pensiones Colombiano 1994 – 2015*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- Quirama, U., Forero, P., Montañez, D., Mena, D., & Solarte, H. (2020). Resolviendo endogeneidad sin instrumentos. Una aplicación desde Lewbel. *Revistas UNAC: Unaciencia*.
- Uribe, J. (2006). *Informalidad laboral en Colombia, 1988-2000: Evolución, teorías y modelos*. Cali: Universidad del Valle.
- Wooldrige, J. (2009). *Introductory Econometrics: A modern approach*. . Cengage Learning.

Anexo: resultados econometricos

A continuación se describe teóricamente los modelos econometricos utilizados y los correspondientes resultados obtenidos en Stata.

1. Modelo de probabilidad lineal

El modelo de probabilidad lineal es básicamente una variación del modelo de regresión lineal múltiple enfocada a la explicación de eventos cualitativos (Eslava, 2011). Este modelo funciona mediante los siguientes supuestos, en primer lugar la media de los errores es igual a 0, por lo que el modelo se puede expresar,

$$E[u/X_1 \dots X_2] = 0 \quad (2)$$

$$Pr[Y/X] = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 \quad (3)$$

De igual forma al tener un modelo probabilístico, las probabilidades deben estar en un rango de 0 a 1, donde el modelo corresponde a una función lineal de las variables independientes,

$$Pr[Y=0/X] = 1 - Pr[Y=1/X] \quad (4)$$

Cada estimador de este modelo se interpreta como la variación de la probabilidad de éxito al variar X_i , permaneciendo los demás factores constantes (Wooldridge, 2009),

$$\Delta Pr[Y=1/X] = \beta_i \Delta X_i \quad (4)$$

El modelo de probabilidad lineal tiene los siguientes problemas de modelamiento que hacen que sus estimadores y las interpretaciones no sean del todo consistentes:

- 1) Las probabilidades predichas pueden que no estén en un rango de 0 a 1.
- 2) Los errores no se comportan de acuerdo a una distribución normal.
- 3) El R^2 no mide realmente la consistencia del modelo ya que los cambios marginales de X cuando se modelan variables dicotómicas son constantes por lo que tampoco hay una relación lineal entre las variables independientes y las probabilidades predichas.
- 4) Se presenta varianza heterocedástica de los errores, no se puede satisfacer la condición de que las perturbaciones ε_i sean homocedásticas (Alamilla & Arauco, 2009),

Se tiene que,

$$Var(\varepsilon_i) = E\{[\varepsilon_i - E(\varepsilon_i)]^2\}$$

$$\begin{aligned}
&= E[\epsilon_i^2 - 2\epsilon_i + E^2(\epsilon_i)] \\
&= E(\epsilon_i^2)
\end{aligned}
\tag{5}$$

Y,

$$\begin{aligned}
E(\epsilon_i^2) &= \epsilon_i^2 Pr E(\epsilon_i) + \epsilon_i^2 PR E(\epsilon_2), \\
&= (-x_i^t \beta)^2 (1-Pr) + (1-x_i^t \beta)^2 Pr
\end{aligned}
\tag{6}$$

Pero,

$$E(\epsilon_i^2) = (-x_i^t \beta)^2 (1-x_i^t \beta)^2 + (1-x_i^t \beta)^2 (x_i^t \beta)^2 \tag{7}$$

por lo tanto,

$$\begin{aligned}
E(\epsilon_i^2) &= (-x_i^t \beta) (1-x_i^t \beta) [x_i^t \beta + 1 - x_i^t \beta] = (x_i^t \beta) (1 - x_i^t \beta), \\
E(\epsilon_i^2) &= E(Y_i / X_i) [1 - E(Y_i / X_i)] \\
&= P_i (1 - P_i)
\end{aligned}
\tag{8}$$

Los resultados obtenidos en stata son los siguientes:

Modelo de probabilidad lineal

2017

```
. reg p6930_1 p6440_1 p6040 p6070_6 p6070_3 p6750
```

Source	SS	df	MS	Number of obs = 17193		
Model	193.075155	5	38.615031	F(5, 17187) = 166.30		
Residual	3990.76746	17187	.232196861	Prob > F = 0.0000		
				R-squared = 0.0461		
				Adj R-squared = 0.0459		
Total	4183.84261	17192	.243359854	Root MSE = .48187		

p6930_1	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
p6440_1	-.1673014	.0074326	-22.51	0.000	-.1818699	-.1527328
p6040	-.003633	.0002587	-14.04	0.000	-.0041402	-.0031258
p6070_6	-.0884671	.0103303	-8.56	0.000	-.1087156	-.0682186
p6070_3	-.0308811	.0094172	-3.28	0.001	-.0493397	-.0124225
p6750	9.97e-09	1.69e-09	5.91	0.000	6.66e-09	1.33e-08
_cons	.8398639	.0143371	58.58	0.000	.8117617	.8679661

2019

```
. reg P6930_1 P6440_1 P6040 P6070_6 P6070_3 P6750
```

Source	SS	df	MS	Number of obs = 30919		
Model	213.481239	5	42.6962479	F(5, 30913) = 178.61		
Residual	7389.53697	30913	.239043023	Prob > F = 0.0000		
				R-squared = 0.0281		
				Adj R-squared = 0.0279		
Total	7603.01821	30918	.245909121	Root MSE = .48892		

P6930_1	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
P6440_1	-.1183339	.0055911	-21.16	0.000	-.1292927	-.1073751
P6040	-.0034894	.0001946	-17.93	0.000	-.0038709	-.0031079
P6070_6	-.0979699	.0077202	-12.69	0.000	-.1131018	-.082838
P6070_3	-.0305805	.0071582	-4.27	0.000	-.0446108	-.0165501
P6750	4.71e-09	1.17e-09	4.02	0.000	2.41e-09	7.00e-09
_cons	.7962747	.0107323	74.19	0.000	.7752389	.8173105

2. Modelo Logistico

La forma general de este modelo es una consideración a la ecuación 1, donde se tiene,

$$Pr[Y/X]=L(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5) \tag{9}$$

Donde el parameto L, es una función con valores entre 0 y 1 y es excluyente con valores fuera de este rango, de este modo se corrige el primer problema del modelo de

probabilidad lineal. Este parametro tiene un comportamiento Logistico, de aquí el modelo y se describe así,

$$E(Y) = \frac{e^{X_i \beta_i}}{[1 + e^{X_i \beta_i}]} \quad (10)$$

Lo que se puede expresar como:

$$\Pi_i = \frac{1}{[1 + e^{-X_i \beta_i}]} \quad (11)$$

Con lo que se tiene:

$$\frac{\Pi_i}{1 - \Pi_i} = \frac{1 + e^{X_i \beta_i}}{1 + e^{-X_i \beta_i}} = e^{X_i \beta_i} \quad (12)$$

La transformación anterior corresponde a la transformación logit de la probabilidad, por ultimo se expresa la ecuación 12 con el logaritmo natural ,

$$\text{Ln} \left(\frac{\Pi_i}{1 - \Pi_i} \right) = X_i \beta_i \quad (13)$$

La ecuación 13 muestra que el logaritmo de la razón de probabilidades es lineal, tatno en las variables como en los parametros, la estimación de estos puede realizarse mediante el método de máxima verosimilitud (Moscote & Rincon, 2012). El modelamiento en stata se realizo de la siguiente forma: En primer lugar se muestran los resultados marginales para cada año tanto para cada variable como para la aproximación por edad que se realizo:

Resultados Marginales

2017

Average marginal effects

Model VCE : OIM

Number of obs = 17193

Expression : Pr(p6930_1), predict()

dy/dx w.r.t. : p6040 p6440_1 p6070_6 p6070_3 p6750

	Delta-method					
	dy/dx	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
p6040	-.0035943	.0002547	-14.11	0.000	-.0040935	-.0030951
p6440_1	-.1450887	.007127	-20.36	0.000	-.1790557	-.1111213
p6070_6	-.0083492	.0101454	-0.84	0.400	-.1086262	-.0400721
p6070_3	-.0308523	.0091957	-3.28	0.001	-.0492475	-.0124371
p6750	9.25e-09	1.64e-09	5.63	0.000	6.03e-09	1.25e-08

.

end of do-file

2019

Average marginal effects

Model VCE : OIM

Number of obs = 30919

Expression : Pr(p6930_1), predict()

dy/dx w.r.t. : p6440_1 p6040 p6070_6 p6070_3 p6750

	Delta-method					
	dy/dx	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
p6440_1	-.1170172	.005431	-21.55	0.000	-.1276618	-.1063727
p6040	-.0034626	.0001914	-18.09	0.000	-.0038377	-.0030875
p6070_6	-.0981006	.0077135	-12.72	0.000	-.1132187	-.0829825
p6070_3	-.0308302	.0071383	-4.32	0.000	-.0448211	-.0168393
p6750	4.82e-09	1.22e-09	3.94	0.000	2.43e-09	7.22e-09

Resultados Marginales por rango de edad

2017

```
. margins, at(p6040=(18{8}50)) dydx(p6040)
```

Average marginal effects
Model VCE : OIM
Expression : Pr(p6930_1), predict()
dy/dx w.r.t. : p6040

1._at	: p6040	=	18
2._at	: p6040	=	26
3._at	: p6040	=	34
4._at	: p6040	=	42
5._at	: p6040	=	50

	Delta-method				
	dy/dx	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
p6040					
1._at	-.0014129	.0002255	-15.13	0.000	-.0038549 - .0029709
2	-.0015062	.0002413	-14.53	0.000	-.0039792 - .0030333
3	-.0015824	.0002536	-14.13	0.000	-.0040793 - .0030854
4	-.0016401	.0002662	-13.90	0.000	-.0041535 - .0031267
5	-.0016784	.0002662	-13.82	0.000	-.0042002 - .0031567

2019

Average marginal effects

Model VCE : OIM

Number of obs = 30919

Expression : Pr(P6930_1), predict()

dy/dx w.r.t. : P6040

1._at	: P6040	=	18
2._at	: P6040	=	26
3._at	: P6040	=	34
4._at	: P6040	=	42
5._at	: P6040	=	50

	Delta-method				
	dy/dx	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
P6040					
1._at	-.0032804	.0001685	-19.47	0.000	-.0036106 -.0029502
2	-.0033716	.0001806	-18.67	0.000	-.0037255 -.0030176
3	-.0034445	.0001899	-18.14	0.000	-.0038167 -.0030724
4	-.0034976	.0001959	-17.85	0.000	-.0038817 -.0031136
5	-.0035296	.0001985	-17.78	0.000	-.0039186 -.0031405

La forma funcional del modelo para el 2017 encuentra el punto de corte en 0.51 correspondiente a la media de la distribución de la probabilidad, contrarrestado con la intercesión de las líneas de sensibilidad y probabilidad del modelo y el punto de corte se establece que la aprobación del modelo en términos de una correcta estimación y distribución de los eventos es del 61.95 %.

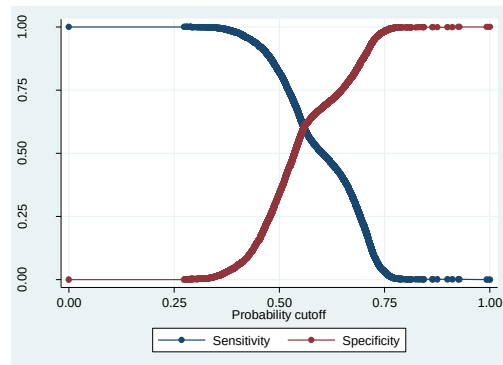
```
. estat classification, cutoff(0.51)
```

Probit model for p6930_1

Classified	True		Total
	D	~D	
+	7925	4468	12393
-	2074	2726	4800
Total	9999	7194	17193

Classified + if predicted Pr(D) >= .51
True D defined as p6930_1 != 0

Sensitivity	Pr(+ D)	79.26%
Specificity	Pr(- ~D)	37.89%
Positive predictive value	Pr(D +)	63.95%
Negative predictive value	Pr(~D -)	56.79%
False + rate for true ~D	Pr(+ ~D)	62.11%
False - rate for true D	Pr(- D)	20.74%
False + rate for classified +	Pr(~D +)	36.05%
False - rate for classified -	Pr(D -)	43.21%
Correctly classified		61.95%



```
. sum xhat20
```

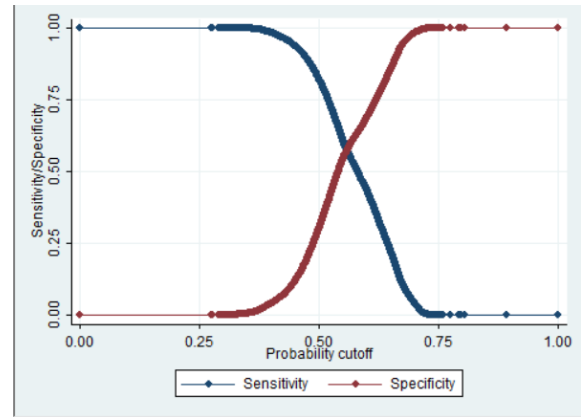
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
xhat20	149541	.5174719	.0795404	.231783	.9919947

La forma funcional del modelo para el 2019 encuentra el punto de corte en 0.51 correspondiente a la media de la distribución de la probabilidad, contrarrestado con la intercesión de las líneas de

sensibilidad y probabilidad del modelo y el punto de corte se establece que la aprobación del modelo en términos de una correcta estimación y distribución de los eventos es del 59.45 %.

Classified + if predicted $\Pr(D) \geq .51$
 True D defined as $P6930_1 \neq 0$

Sensitivity	$\Pr(+ D)$	78.46%
Specificity	$\Pr(- \sim D)$	34.85%
Positive predictive value	$\Pr(D +)$	60.91%
Negative predictive value	$\Pr(\sim D -)$	55.56%
False + rate for true $\sim D$	$\Pr(+ \sim D)$	65.15%
False - rate for true D	$\Pr(- D)$	21.54%
False + rate for classified +	$\Pr(\sim D +)$	39.09%
False - rate for classified -	$\Pr(D -)$	44.44%
Correctly classified		59.45%



sum xhat20					
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
xhat20	249642	.5199798	.0700357	.2435868	.8929048
Classified	True				
	D	$\sim D$	Total		
+	13682	8782	22464		
-	3757	4698	8455		
Total	17439	13480	30919		