

# Efectos de costos de despido, impuesto a la renta y productividad sobre la informalidad: un modelo de búsqueda de empleo para el Perú

## Documento de Discusión CIUP

**DD1610**

Diciembre, 2016

### **Pablo Lavado**

*Profesor e investigador del CIUP*  
[p.lavadopadilla@up.edu.pe](mailto:p.lavadopadilla@up.edu.pe)

### **Gustavo Yamada**

*Profesor e investigador del CIUP*  
[yamada\\_ga@up.edu.pe](mailto:yamada_ga@up.edu.pe)

### **Abel Guillén**

*Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico (CIUP)*

### **Sergio Solís**

*Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico (CIUP)*



**UNIVERSIDAD  
DEL PACÍFICO**  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN

*Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad del autor y no expresan necesariamente aquellas del Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico o de Universidad misma.*

# Efectos de costos de despido, impuesto a la renta y productividad sobre la informalidad: un modelo de búsqueda de empleo para el Perú

Abel Guillén Pablo Lavado

Sergio Solís Gustavo Yamada<sup>1</sup>

## ABSTRACT

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el impacto de diversas medidas de políticas laborales en la distribución de la Población Económicamente Activa (PEA) entre el sector formal e informal. Elaboramos un modelo de búsqueda para el emparejamiento entre trabajadores y empresas, el cual considera las fricciones propias de nuestro mercado nacional que no habrían sido tomadas en cuenta en trabajos anteriores. En particular, buscamos evaluar políticas que permitan reducir la informalidad laboral en el país. Encontramos que reducir los costos de búsqueda de trabajadores que enfrenta una empresa para cubrir una vacante se traducen en una reducción de la informalidad laboral. Por otro lado, al reducir las tasas impositivas sobre la planilla, la proporción de trabajadores informales se reduce en mayor magnitud que en el caso de los costos de búsqueda, pero a su vez genera un mayor crecimiento del desempleo que en el caso anterior. Finalmente, evaluamos los efectos que se generarían ante cambios en la forma de la distribución de la productividad de los trabajadores; en particular, buscamos un aumento generalizado de la productividad que desplace la masa de la distribución hacia la derecha como el encontrado para los trabajadores formales. Los resultados en este caso reducen significativamente la informalidad y el desempleo, pero deben ser acompañados conjuntamente con otras políticas para mejorar su eficiencia.

**Palabras Clave:** Empleo Informalidad, Búsqueda y Emparejamiento, Medidas de Política.

---

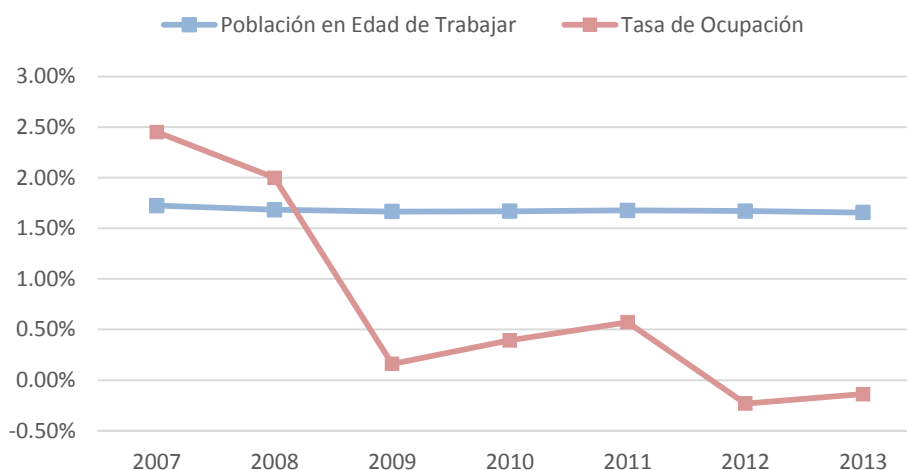
<sup>1</sup> Agradecemos los comentarios de los participantes en la Conferencia Anual de la Asociación Peruana de Economía 2016 realizado en la Pontificia Universidad Católica del Perú.

## 1 INTRODUCCIÓN

En el último reporte de la Organización Internacional del Trabajo para América Latina y el Caribe destacan dos características de la región. Primero, la variación de la tasa de ocupación urbana ha tomado valores negativos desde el segundo trimestre del 2013. Segundo, las tasas de crecimiento del empleo actualmente es menor a la tasa de crecimiento de la población en edad de trabajar, comportamiento que no se reportaba desde 1990 (OIT, 2014). En Perú esta tendencia empezó en el 2009 (ver Gráfico 1); el crecimiento de la población en edad de trabajar entre el 2006 y el 2012 se ha mantenido a niveles muy cercanos a 1.68%; en cambio la variación de la tasa de ocupación a partir del 2009 ha circulado entre 0.5% y -0.5%.

Gráfico 1

### Crecimiento de Indicadores Laborales



Elaboración Propia. Fuente: Sistema de Información Regional para la Toma de Decisiones (INEI)

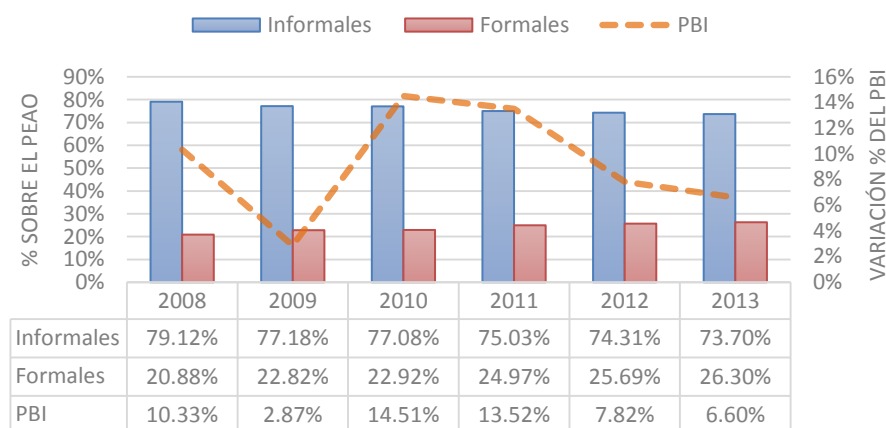
No obstante, el Banco Mundial<sup>2</sup> resalta que a pesar de que la informalidad ha disminuido en América Latina en los últimos años, esta representa casi el 50% de la fuerza laboral a diferencia del 12% en los países de Europa del Este. Para el caso peruano los niveles son más alarmantes. Al respecto, el Instituto Nacional de Estadística (INEI) realizó una estimación del empleo informal para los años 2007-2012 (INEI, 2012). Los resultados fueron que, para una población económicamente activa ocupada (PEAO) en el 2012 de 15,541 mil trabajadores, el 74.3% eran

<sup>2</sup> La mitad de los trabajadores de América Latina tienen un empleo informal. Banco Mundial. <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2014/04/01/informalidad-laboral-america-latina>

informales (de los cuales el 57% laboraban en el sector informal). Además, la evolución del empleo informal como participación de la PEAO se ha reducido en poco más de 5% desde el 2007 hasta el 2012, aproximadamente solo 1% en promedio por año; mientras que el empleo informal fuera del sector informal se ha mantenido a niveles casi constantes durante el mismo periodo (ver Gráfico 2).

Gráfico 2

Porcentaje de Informales y Formales sobre PEAO



Elaboración Propia. Fuente: Sistema de Información Regional para la Toma de Decisiones (INEI)

Loayza (2008) explica por qué la informalidad debe ser motivo de preocupación, dado que supone una asignación de recursos deficiente, conllevando a la pérdida de las ventajas que ofrece la legalidad: protección social, acceso al crédito formal y capacidad de participar en mercados internacionales. Además, menciona la externalidad negativa que genera una mayor proporción de informalidad al hacer un uso intensivo de la infraestructura pública sin contribuir tributariamente lo necesario para abastecerla. Por su parte, Machado (2014) explora los determinantes de la economía informal en Perú, y concluye indicando que los factores que tendrían mayor impacto en la reducción de la economía informal estarían vinculados a los incrementos en los beneficios asociados a la informalidad, antes que a la reducción de los costos que acarrea. En ese sentido, el mayor impacto en la reducción de la informalidad sería impulsado por un incremento en la productividad agregada de la economía, seguida del aumento de las capacidades de los trabajadores. Todo esto reconsiderando el diseño de un sistema de regulación y protección social

que generen incentivos para que los agentes pasen a la formalidad. Lo anterior nos permite formular como un segundo punto la importancia que representa el poder elaborar políticas que se enfoquen en reducir la informalidad laboral de manera importante pues, empíricamente, esta no se ha contraído significativamente en la región pese a la aplicación de variadas propuestas sin mucho efecto. Esto podemos comprobarlo al observar la estructura invariante del mercado laboral peruano en los últimos años (ver Gráfico 2).

Mucha de la literatura, empírica y teórica, sobre informalidad se ha enfocado en sus causas y determinantes, mas no han desarrollado una solución o política efectiva para reducirla. De esta manera planteamos como objetivo de este documento calibrar un modelo de búsqueda (*Search Model*) al mercado laboral peruano incluyendo el sector informal, el cual nos permita describirlo de manera más realista, teniendo como finalidad medir los factores que ayuden a reducir la informalidad de manera significativa y aplicar políticas económicas acordes con ese objetivo. Las ventajas de este tipo de modelo es que nos permite modelar tanto la demanda y la oferta de trabajo por separado, cada uno con sus propias características, incluyendo las fricciones laborales presentes en este tipo de mercado y produciendo los desequilibrios (como el desempleo) que se presentan en economías como la nuestra. Entre las fricciones que presenta el mercado local podemos encontrar casos como la asimetría de la información y los altos costos de búsqueda, un punto que buscaremos desarrollar con mayor amplitud más adelante en la presentación de la metodología.

## **2 REVISIÓN DE LITERATURA**

Perry y otros (2007) elaboraron un análisis sobre la informalidad en América Latina y el Caribe en el que se define dos enfoques encontrados: de exclusión y de escape. El enfoque de escape hace énfasis a la elección realizada por un trabajador teniendo en cuenta un análisis costo-beneficio de pasar de ser formal o uno informal. De esa manera, los altos niveles de informalidad se toman como consecuencia que un gran número de trabajadores prefieren no pertenecer al grupo de formales, dado que los costos en los que incurriría (por ejemplo el pago de impuestos, retenciones por pensión y seguros de salud obligatorios) serían mayores a los beneficios que obtendría de esto. Siguiendo esa línea, dentro del modelo que se presentará más adelante los trabajadores formales considerarán pasar al sector informal o, incluso, al desempleo (si considera que le brinda

una mayor utilidad recibir solo el ingreso por desempleo u ocio) ante determinados eventos adversos.

Luego, dado que la base de este trabajo de investigación nace a partir de los modelos de búsqueda y emparejamiento desarrollados por Diamond, Mortensen y Pissarides, tomamos en cuenta determinados puntos tratados por cada uno de estos autores, los que darán un mejor entendimiento al enfoque que le buscamos dar a la investigación. De esta manera, y siendo uno de los primeros de este tipo, Diamond (1971) encontró que la información imperfecta presente en los mercados conduce a una rica teoría de determinación de precios y salarios que la obtenida por competencia perfecta. De esta manera, y mediante teoría de juegos de Equilibrio de Nash no Cooperativo, descubrió que los trabajadores terminan cobrando su salario de reserva (mínimo salario dispuesto a recibir), debido al poco incentivo que tendrían los empleadores por buscar más de una alternativa para el puesto y a el incentivo del trabajador de cobrar ese salario dado que le permitiría seguir maximizando sus beneficios. Mortensen (1970, 1982) observó que los trabajadores se preocupan acerca de sus salarios futuros descontados al presente al momento de aceptar una oferta laboral, y, a partir de ello, encontró que una solución de equilibrio se da entre el encuentro entre dos agentes que buscan maximizar esos ingresos por medio de la aplicación de una negociación no cooperativa de Nash. Por su parte, Pissarides (1986) usó por primera vez los ratios de salida y entrada al empleo como determinantes tanto del empleo como desempleo. Encontró que los ratios de salida contribuían poco en los cambios de los ratios de empleo, mientras la contribución fue mayor por el lado de los ratios de entrada al empleo. Mortensen y Pissarides (1994) hallaron y demostraron que los ratios de destrucción de empleos se producen ante la aparición de shocks idiosincráticos y aumentan su nivel durante recesiones. Siguiendo en esa línea, Pissarides (1994) encontró evidencia importante sobre la búsqueda realizada por trabajadores empleados de mejores oportunidades en otro empleo que les permita incrementar sus cualificaciones de manera que puedan obtener mayores ingresos a futuro.

Una de las críticas a este tipo de modelo fue planteada por Shimer (2005), quien al usar data de EEUU encontró evidencia que ante determinados *shocks* a la productividad y al ratio de creación de empleos este tipo de modelos no termina explicando bien las fluctuaciones del desempleo debido al supuesto de negociación a la Nash, debido a que esta metodología no toma en consideración la rigidez de salarios lo que la restringe de ser comprobada en la realidad, a menos que se emplee un modelo que sí recoja estas características.

Uno de los primeros ejemplos de este tipo de modelos aplicados al Perú es el trabajo realizado por Céspedes (2015), el cual busca estimar las tasas de desempleo nacional por medio de los ratios de separación y entrada del empleo (despido y contratación) teniendo en cuenta la informalidad laboral como una característica propia del mercado, de manera que se relacione con su dinámica y contribución en el mercado laboral. Concluye que las tasas de desempleo son, en promedio, 8.2% y las de encontrar empleo, 40%. Mientras que para el sector informal estas son 3.2 y 3.6 veces la del sector formal, respectivamente.

Abordando estudios referidos al tema de la informalidad en general para Latinoamérica, Loayza y Rigolini (2006) demostraron que, en el largo plazo, la informalidad es mayor en países con menor PBI per cápita y con altos costos ligados a la formalización mientras que, en el corto plazo, la informalidad demuestra ser significativamente contra cíclica. Añadiendo a lo anterior, buscamos darle especial interés hacia aquellos estudios donde se buscó analizar las implicancias de la aplicación de un programa social o medidas usadas por el gobierno de turno, que buscaron una reducción a la informalidad observada en la región.

Por ejemplo, desde el 2004 en Argentina se pusieron en prácticas políticas que buscaban reducir los costos laborales salariales y no salariales, como el programa de simplificación registral (“Mi simplificación”) para las empresas. La investigación de este caso fue realizada por Ronconi y Colina (2011) cuyos resultados obtenidos fueron positivos pero pequeños sobre el total de los registros realizados. En Brasil, Chahad y Macedo (2003) muestran que si bien los cambios en la Constitución, que apuntaba a transformar a los trabajadores informales (por cuenta propia) en micro emprendedores legales al facilitar el registro y reducir los costos de los aportes a la seguridad social, generaron un mayor respeto hacia la ley por parte de los empleadores y una mayor conciencia de los derechos por parte de los trabajadores, no tuvieron un efecto significativo en reducir la informalidad laboral. Para el caso chileno, Todd y Joubert (2011) simularon un modelo para estimar los impactos de la reforma en el ahorro previsional en el mercado laboral chileno, y concluyó que si bien se ayudó a incentivar un mayor ahorro por parte de los trabajadores, no tuvo el efecto de desincentivar el trabajo en el sector informal de las personas mayores de 50 y más. Finalmente en Perú, Chong y otros (2008) realizaron una evaluación de impacto del programa de entrenamiento juvenil “Projoven”, el cual tenía el objetivo de aumentar la empleabilidad y la productividad de jóvenes de escasos recursos vía entrenamiento en empleos específicos, pero



dada la reducida cobertura, los efectos de equilibrio general sobre el mercado laboral fueron insignificantes.

En el presente trabajo, buscamos desarrollar un modelo de equilibrio parcial, basándonos en el realizado por Albrecht y otros (2009), los cuales construyeron un modelo de búsqueda y emparejamiento que les permitiera analizar los efectos de políticas de mercado laboral en una economía con un significativo nivel de informalidad, diferenciando a los trabajadores del sector formal, informal y desempleados. Entre sus principales resultados, la reducción de las regulaciones laborales reduce la duración del empleo en el sector formal y aumenta de manera importante el tamaño del sector informal y el número de trabajadores dispuestos a aceptar ofertas laborales de cualquier sector. Mientras, una reducción en los costos de despido incrementa la duración del empleo formal, reduce el desempleo en general y, en esa línea, también reduce la proporción de trabajadores formales y, con ello a su vez, la proporción de trabajadores dispuestos a aceptar ofertas de cualquier sector.

En Colombia, Flórez (2014), tomando como base el modelo de Albrecht y otros (2009), buscó describir los equilibrios aplicados al mercado laboral colombiano al introducir tres políticas: beneficios al desempleo, impuestos de suma fija para formales y subsidios a la creación de empleos. Se encuentra un efecto significativo para estas políticas ya que logran aumentar los incentivos a la formalización, cambiando a su vez la distribución del mercado lo que les permitiría a las empresas contar con una mayor probabilidad de contratar a más personal dado que se tendría un mayor grupo de trabajadores que buscan empleos formales.

Navarro y Tejada (2015) realizaron una aplicación para Chile, que si bien no incluye informalidad, separó a los empleados en dos sectores (público y privado) e incluyeron un salario mínimo el cual ingresa a la optimización como una restricción en las negociaciones de salarios. Ellos encontraron que un aumento del salario mínimo aumenta el número de trabajadores en el sector privado y que aumenta el número de empleados con trabajadores con alta productividad.

### 3 MARCO TEÓRICO:

#### 3.1 MODELO BASE:

El modelo de Diamond, Pissarides y Mortensen se basa en que existe un costo de información, búsqueda o emparejamiento en el que tienen que incurrir las personas desempleadas (demanda), y por lo tanto se incluye en el proceso de optimización en la toma de decisión de estar empleado o mantenerse en el desempleo (voluntario). No obstante, también la información imperfecta que existe por parte de los desempleados altera la optimización por el lado de las empresas (oferta), además que estos usualmente también incurren en un costo de búsqueda los cuales pueden estar en función de la productividad que esperan del empleado a contratar.

Para poder formular el proceso de búsqueda es necesario definir una tasa de desempleo  $u$  y una tasa de vacantes de empleo  $v$ , los cuales son proporciones de la fuerza laboral total  $L$ . Entonces el número de emparejamientos viene dado por la función:

$$mL = mL(vL, uL)$$

$$m(\theta) = m\left(\frac{v}{u}\right)$$

El valor de  $\theta$ , también llamado rigidez de mercado, representaría el ratio entre vacantes en el mercado y la cantidad de desempleados. Entonces  $m(\theta)$  viene a ser la proporción a la que las vacantes son cubiertas.

Para el desarrollo de este trabajo vamos a considerar que la economía se encuentra en estado estacionario y que los agentes son neutrales al riesgo<sup>3</sup>. De esta manera, el valor presente de estar empleado  $N$  se puede definir como:

$$N = \frac{1}{1+r} [w + qU + (1-q)N]$$

En el que  $w$  representa el salario del trabajador,  $q$  el ratio de destrucción de empleo y  $U$  el valor presente de estar desempleado. El componente  $qU + (1-q)N$  es equivalente al valor esperado

---

<sup>3</sup> La neutralidad al riesgo nos permite que la maximización esperada de los flujos descontados de los ingresos sea equivalente a la maximización de la utilidad esperada.

del estado laboral (empleado o desempleado) del trabajador en estado estacionario. A partir de esta ecuación se puede construir el retorno o rentabilidad del empleo como:

$$rN = w + q(N - U)$$

De manera análoga, las firmas toman en cuenta el valor presente de tener una vacante ocupada,  $J$ :

$$J = \frac{1}{1+r} [y - w + qV + (1 - q)J]$$

En este caso,  $y$  representa la productividad que brinda el trabajador a la empresa y  $V$  el valor de la vacante vacía. La ecuación sigue la misma lógica que la presentada para los trabajadores ya que considera el valor presente del estado de la vacante (ocupada o vacía) en estado estacionario. El retorno del puesto vacante es entonces:

$$rJ = y - w + q(J - V)$$

### 3.2 MODELO CON INFORMALIDAD

La diferencia principal al modelo básico es que ahora existe tres estados para los trabajadores: (i) desempleado, (ii) empleado en el sector informal o (iii) empleado en el sector formal; Por otro lado, siguiendo el modelo de Albrecht y otros (2009), la productividad  $y \in [0; 1]$  presenta la siguiente jerarquía: Si  $0 \leq y < y^*$ , entonces la productividad es clasificada como baja y estos trabajadores solo aceptan empleos informales. Si  $y^* \leq y \leq y^{**}$ , la productividad es intermedia y los trabajadores pueden participar en ambos sectores. Y por último, si  $y^{**} < y \leq 1$ , la productividad es alta y nunca toman empleos informales. Cabe resaltar que los cortes  $y^*$  e  $y^{**}$  son estimados dentro del modelo por lo que no rechazamos la posibilidad de que trabajadores con relativamente alta productividad no puedan trabajar en el sector informal; es decir, los trabajadores clasificados con productividad alta y que no buscan empleos informales podrían representar un porcentaje pequeño. Además, como veremos más adelante admitiremos la posibilidad de que trabajadores formales consideren trasladarse al sector informal al incluirlo dentro del valor presente del empleo formal como lo presenta Robayo-Abril (2014); sin embargo

no incluiremos la posibilidad de la manera contraria (de informal a formal) y por tanto el trabajador informal primero debe quedar desempleado.

La función de utilidad del agente se plantea como una función lineal del valor presente en cada estado:

$$rU(y) = b + \alpha \max[N_0(y) - U(y), 0] + m(\theta) \max[N_1(y) - U(y), 0]$$

Donde  $b$  es el ingreso equivalente por ocio,  $\alpha$  es la tasa de oportunidades de trabajos informales,  $m$  es la tasa de oportunidades de trabajos formales,  $N_0$  es el valor presente de trabajar en el sector informal y  $N_1$  es el valor presente de trabajar en el sector formal.

El modelo por otro lado supone que hay shocks permanentes a la productividad del trabajador cuando está empleado en el sector formal los cuales ocurren a una tasa exógena  $\lambda$  (el cual sigue un proceso Poisson) que llevará la productividad a un nuevo nivel  $y'^4$  que son extraídos de una función  $g(y')$ . Esto genera que se renegocien los salarios en cada periodo ya que cambia la productividad observada durante el empleo y por lo tanto existen diferencias en la optimización de los agentes. En la primera negociación se realizará solo en función de  $y$  mientras que las renegociaciones sucesivas se realizarán en función de tanto  $y^5$  como  $y'$ . Asimismo, cuando la productividad  $y'$  es inferior a una productividad de reserva  $R(y)$ , tanto el trabajador como la empresa decidirán mutuamente no continuar con el contrato. Con estas premisas el valor presente de estar empleado y desempleado se puede resumir en la siguiente ecuación<sup>6,7</sup>:

---

<sup>4</sup> Los cambios en la productividad se pueden entender como cambios en la productividad observada por parte de las empresas ya que cuando el trabajador vuelva a buscar un nuevo empleo se negociará su salario a partir de su productividad original  $y$ .

<sup>5</sup> El desempleo y el empleo informal siguen siendo función de  $y$  por lo que incluso después de la primera negociación se sigue considerando este variable.

<sup>6</sup> Todas las ecuaciones para las renegociaciones sucesivas, por parte de los trabajadores y las empresas, se presentan en el anexo 1.

<sup>7</sup>  $G(\cdot)$  son las funciones de probabilidad acumulada de  $g(\cdot)$ . Se usa  $g(y')/G(y)$  para normalizar los resultados y permitir que  $y'$  sea siempre menor o igual que  $y$ . Esto implica que la productividad nunca será mayor a la pactada en un principio y es lo que podría generar que una futura negociación no llegue a un acuerdo mutuo.

$$rN_1(y) = w(y) + \lambda \frac{G[R(y)]}{G(y)} \max[N_0(y) - N_1(y), U(y) - N_1(y)] \\ + \lambda \int_{R(y)}^y [N_1(x, y) - N_1(y)] \frac{g(x)}{G(y)} dx$$

Si el shock  $\lambda$  afecta significativamente a la productividad del trabajador, el trabajador podría decidir trasladarse al sector informal y ganar el diferencial  $N_0(y) - N_1(y)$ , o quedar desempleado y obtener  $U(y) - N_1(y)$ . Es así que el sector informal se expande cuando la economía está en recesión ya que absorbe los empleados desplazados del sector formal.

En el sector informal en cambio asumiremos que la productividad se mantiene constante por simplicidad<sup>8</sup>. Entonces el valor presente del empleo en el sector informal lo podemos expresar de la siguiente manera:

$$rN_0(y) = y_0 + \delta[U(y) - N_0(y)]$$

En donde  $y_0$  es un ingreso fijo que no depende de la productividad del trabajador y  $\delta$  es la tasa de destrucción de empleos informales. Al no incluir ningún elemento del empleo formal en la ecuación deja claro que el empleado informal no considera el empleo formal dentro de su optimización y por lo tanto queda inhabilitado la movilidad sectorial de informal a formal.

Por otro lado, no haremos diferencias entre empresas formales e informales ya que nuestro enfoque es exclusivo en el sector laboral. Las empresas contratarán solo trabajadores formales (los informales serán tratados como autoempleo), pagaran un impuesto salarial  $w\tau$  y existe un costo fijo de despido equivalente a  $s$ . De esta manera, el valor presente de un puesto ocupado se puede definir como:

$$rJ(y) = y - w(y)(1 + \tau) + \lambda \frac{G[R(y)]}{G(y)} [V - J(y) - s] + \lambda \int_{R(y)}^y [J(x, y) - J(y)] \frac{g(x)}{G(y)} dx$$

---

<sup>8</sup> Robayo-Abril (2014) presenta el mismo esquema con choques de productividad en el sector informal.

Y el valor presente de una vacante vacía es:

$$V = -c + \frac{m(\theta)}{\theta} E\{\max[J(y) - V, 0]\}$$

En este caso, el costo de búsqueda de las empresas  $c$ , se dejará fijo (a diferencia del modelo de Mortensen y Pissarides en el cual es proporcional a la productividad que buscan las empresas). Por último, una de las ecuaciones más importante es la del salario ya que es el medio para que se realice el proceso de emparejamiento. La forma básica de plantearlo es que el problema de emparejamiento se soluciona bajo una negociación no cooperativa a la Nash; entonces, para un trabajador con productividad  $y$ , se maximiza:

$$\max_{w(y)} [N_1(y) - U(y)]^\beta [J(y) - V]^{1-\beta}$$

Donde  $\beta$  representa el poder de negociación que tiene el trabajador, y por consiguiente  $1 - \beta$  es el poder de negociación de las empresas. Cuando se derive el salario óptimo, este va a quedar en función de tanto las variables de los trabajadores como de las empresas.

Para la determinación de los niveles de desempleo, informalidad y formalidad trabajaremos con fracciones de tiempo. Así, denominaremos  $u(y)$  como la fracción de tiempo en el que el trabajador con productividad  $y$  se encuentra desempleado. De la misma manera,  $n_0(y)$  y  $n_1(y)$  representaran la fracción que pasan empleados en el sector informal y formal respectivamente. Con esta definición, se cumple que:  $u(y) + n_0(y) + n_1(y) = 1$ .

Luego, ya que estamos trabajando en un escenario de estado estacionario, el nivel de desempleo se debe mantener constante para todos los periodos. Por lo tanto, tenemos para cada grupo de trabajadores las siguientes condiciones:

**1.  $y \in [0, y^*)$**

Este grupo de trabajadores solo aceptan empleos informales, entonces  $n_1(y) = 0$ . Además, dada la condición de estado estacionario, el flujo de trabajadores informales que pierden su empleo debe ser igual al flujo que entra al desempleo. De manera equivalente:  $\alpha u(y) = \delta[1 - u(y)]$

## 2. $y \in [y^*, y^{**}]$

En este caso, los trabajadores aceptan tanto empleos informales como formales y por lo tanto hay dos condiciones. Primero, el flujo de salida de trabajadores informales debe ser igual al flujo de informales que entran al desempleo. La segunda condición es equivalente para el sector formal. No obstante, dado que hemos considerado la posibilidad de movilidad entre sector formal al sector informal, no todos los trabajadores que salgan del sector formal se dirigirán al desempleo, sino a trabajar en el sector informal. Para poder capturar la fracción de trabajadores que van directamente al desempleo, debemos definir una nueva variable. Sea  $q$  la productividad a la que los trabajadores prefieren estar desempleados a trabajar en el sector informal. Entonces, la probabilidad de que  $y' < q$  es igual a  $G(q)/G(y)$ . Entonces, podemos resumir las dos condiciones en las siguientes dos ecuaciones:

$$\alpha u(y) = \delta n_0(y), m(\theta)u(y) = \lambda \frac{G(q)}{G(y)} n_1(y).$$

Luego, para determinar  $q$  debemos recordar que en el sector informal el salario es constante e igual a  $y_0$ . Entonces resulta natural pensar que  $q = y_0$ , de otra manera preferirá esperar y conseguir un empleo formal<sup>9</sup>. La derivación lo desarrollamos en el anexo 3.

## 3. $y \in (y^{**}, 1]$

Por último, este tipo de trabajadores solo aceptan trabajos formales, y, de manera equivalente al primer caso,  $n_0 = 0$ . Adicionalmente, el flujo de trabajadores formales que pierden su empleo debe ser igual al flujo de trabajadores que ingresan al desempleo. Por lo tanto:

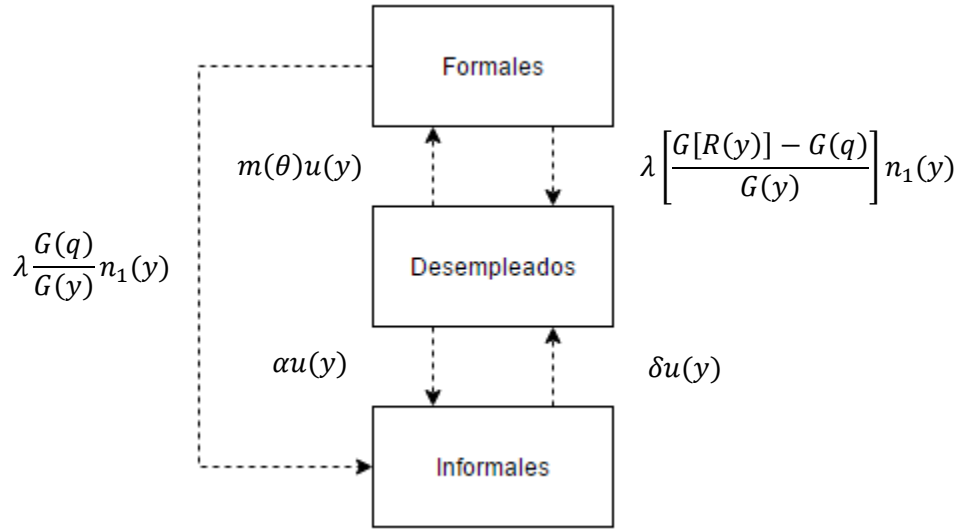
$$m(\theta)u(y) = \lambda \frac{G[R(y)]}{G(y)} n_1(y).$$

Las transiciones para el segundo grupo lo podemos representar a través del siguiente esquema (los correspondientes al primer y último grupo vienen a ser casos particulares).

---

<sup>9</sup> Cabe resaltar que  $q \neq y^{**}$ . Esto se debe a que no son las mismas condiciones en las que se encuentra el trabajador cuando toma la decisión pasar al desempleo. Cuando el trabajador recibe un shock, en este caso tiene la posibilidad de pasar al sector informal sin pasar por el desempleo. En cambio un trabajador con  $y > y^{**}$  prefiere esperar a un empleo formal, y si aceptara un empleo informal perdería la posibilidad de buscar un empleo formal.

Gráfico 3: Movilidad sectorial en el segundo grupo de trabajadores



Para obtener el nivel de desempleo, informalidad o formalidad de manera agregada debemos integrar para cada grupo de trabajadores:

$$k = \int_0^{y^*} k(y) f(y) dy + \int_{y^*}^{y^{**}} k(y) f(y) dy + \int_{y^{**}}^1 k(y) f(y) dy$$

Donde  $k = u, n_0, n_1$  y  $f(y)$  es la función de densidad de la productividad inicial entre los trabajadores.

Para la resolver el modelo, primero debemos determinar el valor de los salarios en función de los niveles de productividad. Para esto maximizamos los salarios con negociaciones a la Nash correspondientes a la primera negociación y a las sucesivas. Adicionalmente, como es común en estos modelos, en equilibrio se asume que  $V = 0$ . De esta manera encontramos las siguientes dos ecuaciones:

$$(1 - \beta)(1 + \tau)N_1(y) - \beta J(y) = (1 - \beta)(1 + \tau)U(y)$$

$$(1 - \beta)(1 + \tau)N_1(y', y) - \beta J(y', y) = (1 - \beta)(1 + \tau)U(y) + \beta s$$

Estas ecuaciones, también llamadas regla de reparto (*sharing rule*), se comportan como una regla de limpieza de mercado o condición de suma cero.



Al reemplazar los valores correspondientes de  $N_0$ ,  $N_1$  y  $J$ , podemos despejar los valores para los salarios:

$$w(y) = \frac{\beta(y - \lambda s) + (1 - \beta)(1 + \tau) \left\langle rU(y) - \lambda \frac{G[R(y)]}{G(y)} \left\{ \int_{R(y)}^y [N_0(y) - U(y)] \frac{g(x)}{G(y)} dx \right\} \right\rangle}{1 + \tau}$$

$$w(y', y) = \frac{\beta(y' + rs) + (1 - \beta)(1 + \tau) \left\langle rU(y) - \lambda \frac{G[R(y)]}{G(y)} \left\{ \int_{R(y)}^y [N_0(y) - U(y)] \frac{g(x)}{G(y)} dx \right\} \right\rangle}{1 + \tau}$$

Luego, para encontrar la productividad de reserva  $R(y)$ , debemos recordar que cuando  $y'$  llega a este nivel debido a los shocks de productividad tanto la empresa como el trabajador no desearan continuar con el emparejamiento y el contrato culminará. Esta condición se puede expresar de la siguiente manera:

$$J(R(y), y) = -s$$

Es decir, para la empresa con un empleado con productividad igual a la de reserva, su aporte es nulo al valor de la vacante. No obstante, como debe pagar los costos de despidos, este es igual a estos egresos.

Resolviendo para  $R(y)$  obtenemos:

$$R(y) = \frac{(r + \lambda)G(y) \left\langle (1 + \tau) \left[ rU(y) - \lambda \frac{G[R(y)]}{G(y)} \left\{ \int_{R(y)}^y [N_0(y) - U(y)] \frac{g(x)}{G(y)} dx \right\} \right] - rs \right\rangle}{\lambda + rG(y)} - \frac{\lambda \left\{ \int_{R(y)}^y [1 - G(x)] dx - [1 - G(y)]y \right\}}{\lambda + rG(y)}$$

Con estas dos ecuaciones podemos encontrar los cortes  $y^*$  e  $y^{**}$  así como el valor del desempleo el cual su forma funcional también será distinto para cada tipo de trabajador. Entonces tenemos que:

1.  $0 \leq y < y^* \rightarrow rU(y) = b + \alpha[N_0(y) - U(y)]$
2.  $y^* \leq y \leq y^{**} \rightarrow rU(y) = b + \alpha[N_0(y) - U(y)] + m(\theta)[N_1(y) - U(y)]$
3.  $y^{**} < y \leq 1 \rightarrow rU(y) = b + m(\theta)[N_1(y) - U(y)]$

Además, por definición, en los cortes se cumple:

$$U(y^*) = N_1(y^*)$$

$$U(y^{**}) = N_0(y^{**})$$

Al substituir  $N_1$  obtenemos las ecuaciones para  $y^*$ ,  $y^{**}$  y  $U(y)$  para cada grupo de trabajadores. Estos se encuentran resumidos en el anexo 4.

Por último, a partir de la ecuación del valor de la vacante vacía y reemplazando el valor  $J$ , se obtiene la condición de libre entrada:

$$c = \frac{m(\theta)}{\theta} \int_y^1 (1-\beta) \left[ \frac{y-R(y)}{r+\lambda} - s \right] \frac{u(y)}{u} f(y) dy$$

## 4 METODOLOGÍA

### 4.1 DATOS DESCRIPTIVOS

Para la calibración del modelo usaremos principalmente los datos en la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH). Este tiene una frecuencia anual y trimestral, representatividad a nivel nacional y se realiza desde el año 1997. No obstante, el módulo el cual nos enfocamos (empleo e ingresos) solo se encuentra disponible de manera continua a partir del 2004. Este módulo contiene información sobre sus ingresos (anualizados y deflactados) en su actividad principal y secundaria, ingresos extraordinarios, nivel educativo, sector de la población económicamente activa (PEA) a la que pertenece, impuesto sobre sus actividades primarias y secundarias, descuentos legales sobre sus ingresos y número de horas trabajadas por día durante la última semana. También lo complementaremos con variables del módulo referente a salud para obtener información acerca de los seguros al cual se encuentra afiliado el trabajador y el responsable de asumir estos costos, lo cual nos permitirá estar en línea con la definición de informalidad planteada en los siguientes párrafos.

Para este trabajo de investigación haremos uso de la información disponible en frecuencia anual, en particular a la data perteneciente a los años 2009 y 2014 debido a que el modelo se desarrolla bajo estado estacionario y en estos períodos las tasas de desempleo permanecieron en niveles relativamente constantes comparadas con la dispersión observada en otros años. Además,

también presentamos simulaciones para el año 2015 para tener en cuenta las características actuales del mercado laboral peruano.

El concepto de informalidad que mantendremos en cuenta a lo largo del trabajo será la definición de empleo informal brindada por el INEI (2012) que, independientemente si trabajan en empresas dentro del sector formal o informal, son los trabajadores que cumplan por lo menos con una de las siguientes características: (i) empresarios cuya unidad productiva pertenece al sector informal, (ii) asalariados que no cuentan con seguridad social financiada por su empleador y (iii) trabajadores familiares no remunerados. La ventaja de usar esta definición brindada es que es compatible con la información que se recolecta en la ENAHO y es el que usa la INEI para estimar el número de empleados informales.

De esta forma, en el siguiente cuadro resumimos el tamaño y distribución de la PEA en la muestra, así como la proporción de los trabajadores formales e informales de la población ocupada urbana<sup>10</sup> para los años de análisis.

Tabla 1: Resumen de la distribución del sector laboral urbano

	2009	2014	2015
Población Económicamente Activa	29,720	42,359	41,460
Ocupados	92.19%	94.54%	94.83%
Desempleados ( $u$ )	7.81%	5.46%	5.17%
Tasa de formalidad ( $t_1$ )	67.71%	66.51%	66.31%
Tasa de informalidad ( $t_0$ )	33.29%	33.49%	33.69%

Fuente: ENAHO. Elaboración propia.

## 4.2 CALIBRACIÓN

A partir de esta base de datos podremos capturar los parámetros relacionados a los trabajadores formales e informales como la distribución de los salarios, el ingreso que reciben los informales, número de horas trabajadas, número de desempleados, entre otros. De esta manera, los ingresos de los trabajadores informales  $y_0$ , lo trabajaremos como una proporción del salario de los

<sup>10</sup> Usamos la información de la población urbana porque el empleo en las zonas rurales es principalmente de autoempleo y por lo tanto no suelen pasar mucho al desempleo. Por ejemplo, en la base de datos del 2015, si consideramos tanto a urbanos como rurales, el desempleo representa el 3.9% de la PEA; pero si sólo consideramos a los urbanos, esta variable sería el 5.2% de la PEA.

formales. Por su lado, Céspedes (2015)<sup>11</sup>, estima que la tasa de separación de empleos informales  $\delta$ , para los años entre el 2004 y 2014. Por otro lado, trabajaremos con el ingreso equivalente por ocio con un valor de  $b = 0$  dada la ausencia de un seguro por desempleo en Perú. Robayo-Abril (2014) calibra el  $b = 1$  debido a que consideró la compensación monetaria en desempleo para un trabajador en Colombia debería estar al mismo nivel que su salario promedio, mientras Albrecht y otros (2009) lo normalizaron a  $b = 0$ . Hornstein y otros (2005) estimaron que esta variable asciende a valores de 0.7 para los países de la zona Euro y de 0.2 para Estados Unidos.

Por otra parte, usaremos un valor de  $\beta = 0.5$  dado que es un valor frecuente en la literatura revisada<sup>12</sup>; además Céspedes (2015) propone que un valor adecuado para la economía peruana debería encontrarse entre 0.4 y 0.5, lo cual concuerda con el valor propuesto. Por otro lado, asumimos una función de emparejamiento Cobb-Douglas para los trabajadores formales equivalente a  $m(\theta) = A\theta^{0.5}$ , donde tomaremos como referencia el parámetro calibrado por Robayo-Abril de  $A = 2$ . La tasa a la que llegan los shocks de productividad  $\lambda$ , ha variado entre los distintos trabajos aplicados a la región: Albrecht y otros (2009) usan un valor de 0.5 anual para distintos países de la región como Colombia, México, Argentina y Brasil; Robayo-Abril (2014), 0.04 trimestral para Colombia; Navarro y Tejada (2015), 1.26 anual para el sector público en Chile. Nosotros tomamos como referencia la metodología aplicada por Robayo-Abril en el cual se aproxima como la tasa de separación del empleo formal. Este último lo estima Céspedes (2015) entre 0.04 y 0.05. Los parámetros que tuvimos en cuenta de la literatura se encuentran resumidos en la Tabla 2.

Tabla 2. Parámetros calibrados a partir de la literatura revisada

Parámetros	Descripción	2009	2014	2015
$b$	Ingreso equivalente por ocio	0.00	0.00	0.00
$\lambda$	Tasa a la que llegan los shocks de productividad	0.48	0.60	0.60
$\delta$	Tasa de destrucción de empleos informales	1.44	1.32	1.32
$\beta$	Poder de negociación del trabajador	0.50	0.50	0.50

<sup>11</sup> Todos los parámetros obtenidos por Céspedes (2015) se encuentran en frecuencia mensual, por lo que tendremos que anualizarlo primero. Las tasas que utilizaremos para la calibración correspondiente al 2015 serán el promedio de los demás años, los cuales no difieren mucho entre cada año.

<sup>12</sup> En todos los trabajos de *Search Model* para la región, mencionados a lo largo del trabajo, usaron  $\beta = 0.5$ .

Para calibrar  $r$ , usamos las tasas de descuento anuales del Perú para los tres periodos<sup>13</sup>. De esta manera, tenemos que  $r_{2009} = 2.05\%$ ,  $r_{2014} = 4.3\%$ ,  $r_{2015} = 4.3\%$ .

Por otra parte, el valor de la tasa impositiva a los salarios lo podemos recuperar a través de los descuentos legales y por impuestos que se recogen en las preguntas de la ENAHO<sup>14</sup>, y dejarlo como proporción del salario promedio de los formales. De esta manera, para los periodos correspondientes encontramos  $\tau = 0.19$  para el año 2009 y 2015, y  $\tau = 0.20$  para el año 2014. En cambio, los costos de despido dependen de la situación del mismo; solo si el despido es no justificado se debe pagar una remuneración y media por año de servicio y hasta 12 remuneraciones como máximo —para el caso de las micro y pequeñas empresas está es de 10 remuneraciones diarias por cada año de trabajo y de 90 como máximo—. Sin embargo, encontramos que solo 40 trabajadores que reportaron haber recibido alguna indemnización por despido en cada año. Entonces, dado la limitada información que obtuvimos de la data decidimos definir  $s = 0$ . Los parámetros calibrados a partir de las bases de datos se encuentran en la Tabla 3.

Tabla 3. Parámetros calibrados a partir de la ENAHO

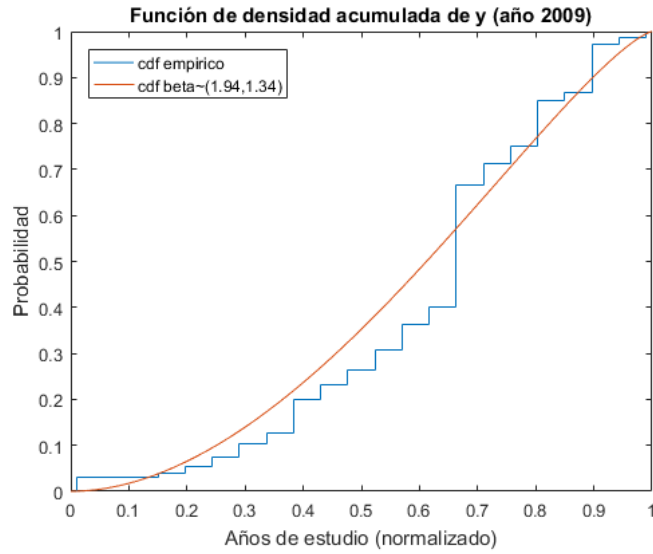
Parámetros	Descripción	2009	2014	2015
$s$	Costo de despido	0.00	0.00	0.00
$\tau$	Impuesto sobre las nóminas	0.19	0.20	0.19
$\gamma_0$	Ingresos (constante) en el sector informal	0.50	0.45	0.50

Por otra parte, por simplicidad asumiremos que la función de distribución de la productividad inicial  $f(\cdot)$ , y de la cual se extrae los shocks de productividad  $g(\cdot)$ , son iguales. Además, como trabajamos con la productividad de los trabajadores ( $y$ ) distribuida entre 0 y 1, preferimos usar una distribución beta ya que también soporta valores para este rango. Para obtener los dos parámetros de la distribución  $f(a, b)$ , ajustamos la distribución a las observaciones de mayor nivel educativo alcanzado de los encuestados que se encuentran en la PEA. Así podemos comparar la función de densidad acumulada empírica y la teórica con los parámetros que ajustan mejor la distribución. Por ejemplo, para el año 2009, el gráfico siguiente compara este punto.

<sup>13</sup> IMF, International Financial Statistics.

<sup>14</sup> Asumiremos que estos descuentos son asumidos por las empresas y que el salario en base a la productividad que usaremos para la calibración es el salario neto.

Gráfico 4



Los tres parámetros restantes ( $c$ ,  $\theta$  y  $\alpha$ ) se pueden hallar a partir de los parámetros calibrados y de los primeros momentos de la tasa de desempleo y de los niveles de formalidad e informalidad encontrados en la data. En particular, las ecuaciones para los niveles agregados  $u$ ,  $n_0$  y  $n_1$  están en función de  $\theta$  y  $\alpha$ ; por lo que conjuntamente con las ecuaciones del valor del desempleo y de la productividad de reserva podemos resolver el sistema de ecuaciones. A continuación, ya que  $c$  solo depende de  $\theta$  y de los niveles de desempleo por tipo de trabajadores  $u(y)$  y del nivel agregado de desempleo  $u$ , podemos hallarlo (solución exacta) a partir de los parámetros calibrados en el paso anterior.

No obstante, debido a la estructura no lineal de las ecuaciones y de las distintas formas funcionales que hay para los tres grupos de trabajadores, el sistema de ecuaciones presenta una alta dificultad para su resolución numérica. Entonces hemos optado por resolverlo a través de un algoritmo<sup>15</sup>. Se resolverá el modelo para distintos niveles de  $c$  y se necesitará seleccionar niveles iniciales para los otros dos parámetros. Primero, el parámetro  $\alpha$  se ajustará hasta que el nivel del desempleo que se calcula en cada paso se encuentre en un rango de aceptación respecto al primer momento observado en la data. La dirección en que  $\alpha$  debe variar es fácil de determinar ya que a medida que este aumenta, el desempleo disminuye y el nivel de informalidad sube. En segundo lugar, a partir de los niveles de desempleo para cada grupo de trabajadores podemos estimar  $\theta$  ya que tenemos el valor de  $c$ . Si para un rango de aceptación el valor estimado difiere del valor

<sup>15</sup> El algoritmo completo se puede encontrar en el anexo 5.

inicial, se escogerá un nuevo valor de  $\theta$  que se encontrará entre el valor inicial y el valor estimado. Por último, cuando los valores iniciales convergen al valor de los parámetros que corresponden al primer momento del nivel de desempleo y al valor propuesto de  $c$ , encontraremos que para distintos valores de  $c$ , las tasas de informalidad y formalidad difieren. Entonces, escogemos los resultados que más se asemejen a los valores que encontramos en la data. Los resultados de este último grupo de parámetros los resumimos en la siguiente tabla:

Tabla 4. Resumen de parámetros estimados

	2009	2014	2015
Costos de búsqueda ( $c$ )	0.40	0.60	0.90
Rigidez de mercado ( $\theta$ )	0.69	0.68	0.59
Tasa a la que llegan ofertas informales ( $\alpha$ )	14.73	29.61	25.00
Tasa de Informalidad estimado ( $t_1$ )	67.88%	66.39%	65.89%
Tasa de Formalidad estimado ( $t_0$ )	32.12%	33.61%	34.11%

Antes de culminar esta sección, queremos remarcar que algunos eventos del modelo planteado como el arribo de oportunidades para trabajar en el sector informal, la finalización de un trabajo en el sector informal y la aparición de un shock que afecte la productividad de los trabajadores del sector formal ( $\alpha$ ,  $\delta$  y  $\lambda$  respectivamente) siguen un proceso Poisson. Por lo tanto, el periodo esperado para que se realice uno de estos eventos es equivalente a la inversa de cualquiera de estas tasas. Entonces, si tenemos que  $\lambda = 0.04$  con frecuencia mensual, por las propiedades de este tipo de proceso estocástico, la duración del empleo formal sería equivalente a  $1/0.04 = 25$  meses. De manera equivalente,  $1/\alpha$  representa la duración esperada del desempleo mientras esperan ofertas informales,  $1/\delta$ , la duración esperada del empleo informal, y  $1/\lambda$ , la duración promedio anual del empleo formal.

## 5 RESULTADOS

En esta sección presentaremos los resultados de nuestras simulaciones realizadas al presentar cambios en los costos de búsqueda de las empresas ( $c$ ), en los impuestos sobre las nóminas de los trabajadores ( $t$ ) y en los parámetros de la distribución de la productividad.

## 5.1 REDUCCIÓN EN LOS COSTOS DE BÚSQUEDA ( $c$ )

Las simulaciones para los años 2009, 2014 y 2015 se presentan en las Tablas 5, 6 y 7<sup>16</sup>, respectivamente, en las cuales los valores correspondientes a  $t_0$  y  $t_1$  se refieren a los porcentajes de los trabajadores tanto formales e informales en relación a la cantidad de trabajadores ocupados (dado que  $n_0$  y  $n_1$  tienen en cuenta a los desempleados). En ambos casos buscamos evaluar los posibles resultados ante un cambio en los costos de búsqueda de las empresas ( $c$ ), o de manera más precisa, que sea menos costoso para una empresa ocupar una vacante disponible. Partiendo de nuestro escenario base (primera columna), al reducir  $c$  podemos observar que: en primer lugar,  $\theta$  aumenta (es decir, la rigidez del mercado se reduce) de manera significativa ante cada cambio de 0.1 en  $c$ . Esto se debe a que, en la condición de libre entrada, la relación entre ambas variables es negativa.

De esta manera, un menor  $c$  debe ser compensando por un aumento de  $\theta$  en mayor proporción. Dado que el desempleo también debe aumentar para mantener el equilibrio, la rigidez del mercado disminuye debido a la mayor cantidad de vacantes disponibles (que es el resultado esperado si las empresas enfrentan menores costos de búsqueda). Tomando como punto de partido los parámetros del escenario base para cada año, procedemos a realizar las simulaciones. Para la información del 2009, al reducir los costos de 0.4 a 0.1, la proporción de trabajadores en el sector informal ( $t_0$ ) puede pasar de 67.8% a 59.3%, con una menor rigidez laboral ( $\theta = 1.54$ ). Para el 2014, si reducimos de manera importante los costos de búsqueda de las empresas (de 0.6 a 0.1), la informalidad laboral podría reducirse de 66.4% a 54.3%, con una disminución importante de la rigidez del mercado ( $\theta = 2.02$ ) haciendo que la cantidad de vacantes disponibles sea el doble que la cantidad de desempleados. Finalmente, para el 2015, al reducir los costos de búsqueda de 0.9 a 0.4, la informalidad laboral puede reducirse de 65.9% a 60.16%, con una mayor rigidez del mercado que en los casos anteriores ( $\theta = 0.98$ ). La diferencia observada entre los años analizados se debe a los distintos valores que tomó  $\alpha$  en sus escenarios base, así en el 2015 la posibilidad de encontrar empleo en el sector informal es casi el doble de la que se tenía en el 2009.

Pese a los buenos resultados que mostraría este tipo de política, es muy difícil de aplicar, debido a que es una medida que no puede ser controlada directamente por el estado (las empresas deben mostrar disposición a mejorar la eficiencia de sus procesos de reclutamiento). Además, la

---

<sup>16</sup> Las tablas correspondientes a la sección de resultados se encuentran en el Anexo 2: tablas adicionales.



magnitud del cambio en los costos debe ser enorme para mostrar resultados importantes. Y, finalmente, se podría generar un mayor nivel de desempleo.

## 5.2 REDUCCIÓN EN LOS IMPUESTOS SALARIALES ( $\tau$ )

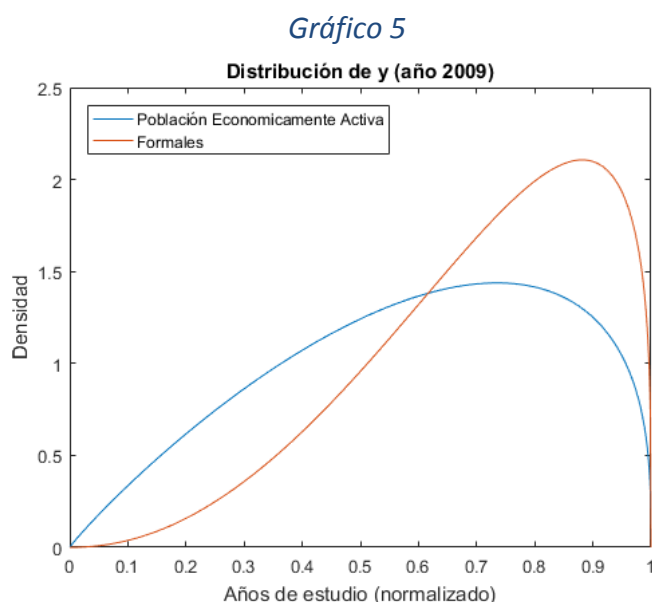
Debido a que calibramos los costos por despido arbitrario en  $s = 0$ , y dado que últimamente la dinámica de un despido de este tipo es poco común en el mercado (por la poca información disponible en la data), la única manera de evaluar los efectos de un cambio de política regulatoria sería por el lado de las imposiciones a las nóminas ( $\tau$ ). La simulación se encuentra disponible en las Tablas 9, 8 y 10. Partiendo del escenario base en la primera columna, observamos que ante reducciones de 0.01 en  $\tau$ : la rigidez del mercado disminuye ( $\theta$  aumenta). El desempleo también aumenta y el empleo informal se reduce. La dinámica que explica esta relación la encontramos en la determinación de los puntos de corte de las productividades de los trabajadores ( $y^*$ ;  $y^{**}$ ), los cuales determinan el nivel de desempleo (ver Anexo 4).

Para el primer punto de corte  $y^*$ , la relación es positiva y directa, y la magnitud del efecto depende de los ingresos esperados por aceptar una oferta de empleo en el sector informal traídos a valor presente. Dado que esos parámetros los tomamos como constantes, la magnitud del cambio es constante. Por el lado de  $y^{**}$ , si bien la relación también es positiva y directa, la magnitud no es constante porque los trabajadores más productivos  $y^{**}$  tienen en cuenta las oportunidades de entrar o salir del sector formal y la probabilidad que aparezcan shocks que afecten su productividad actual (dada la forma cóncava de  $G(y^{**})$ , a menor valor de  $y^{**}$  menor probabilidad de ocurrencia, lo que explica porque el cambio se va reduciendo a medida que baja  $\tau$ ). Teniendo en cuenta esta dinámica, ambos puntos de corte se reducen de manera que hay más personas que pueden elegir entre una oferta formal o una informal ( $y^* < y < y^{**}$ ), y a su vez, hay más personas que pueden aceptar solo una oferta de empleo formal ( $y > y^{**}$ ). Estos cambios permiten que haya una menor proporción de trabajadores informales. De esta manera, si se reduce las tasas impositivas hasta  $\tau = 0.1$ , la informalidad llegaría a un nivel de 59.6% para la data del 2009, 56.6% para la del 2014, y hasta 57.1% para los correspondientes al 2015, pero el desempleo también se incrementaría. Esto se debe a que, si bien hay más trabajadores con la opción de aceptar sólo ofertas formales, ellos preferirán permanecer en desempleo mientras esperan encontrar ofertas formales disponibles. Similar proceso ocurriría con los que sólo podían aceptar ofertas informales y, luego de la medida, tienen la opción de aceptar ofertas informales y

formales. De esta manera,  $\theta$  se incrementa hasta 0.79 para el 2014, y hasta 0.8 para el 2009<sup>17</sup>. Finalmente, ante una menor cantidad de vacantes disponibles y un mayor desempleo, el cambio en la rigidez del mercado no termina siendo tan significativo como en la sección anterior, y, por ende, los cambios en las tasas de informalidad también son menores.

### 5.3 Cambios en los parámetros de la función de distribución de $y$ :

En esta sección realizaremos un ejercicio de simulación sobre los dos parámetros que caracterizan la distribución beta de la productividad de los trabajadores. En particular nos preguntamos cómo se reduciría los niveles de informalidad ante el caso hipotético que la distribución de la productividad de toda la población económicamente activa pasara a ser igual a la de los que trabajan en el sector formal. Por lo tanto, la medida de política por parte del estado para este caso sería incentivar la educación ya que esta ha sido nuestra variable proxy de productividad. En el Gráfico 5 mostramos las diferencias de estas distribuciones para el año 2009.



Además, hemos optado por realizar varios saltos intermedios entre la distribución inicial y final para poder capturar la dinámica de la tasa de informalidad ante mejoras progresivas de la productividad. Por otro lado, los saltos fueron contruidos de manera que sean equidistantes para

<sup>17</sup> La rigidez del mercado laboral en el 2009 es menor que en el 2014 (un mayor  $\theta$ ) debido a las diferencias que tienen ambos períodos en el  $c$  estimado en sus escenarios base.

cada paso. Los resultados de este ejercicio para los 3 años en consideración se encuentran resumidos en las tablas 11, 12 y 13.

Lo que podemos observar es que se consigue reducir considerablemente el nivel de informalidad en cada escenario y con una mayor magnitud que en las dos secciones anteriores. Adicionalmente, las tasas de desempleo también se reducen significativamente, pero los cambios para ambas tasas son mayores para los años 2014 y 2015. Algunas consideraciones a tener en cuenta es que, a pesar de que la tasa a la que las ofertas informales ( $\alpha$ ) resultaron mayores en los 2 últimos años, los trabajadores igual optan por laborar en el sector formal ya que pueden obtener ahora un mayor salario con una productividad más alta. Además, la fracción de trabajadores que pasan del sector formal al sector informal también disminuye debido a que la probabilidad de que  $y'$  sea menor a  $y_0$ ,  $G(y_0)$ , es menor al mantenerse  $y_0$  constante y tener una distribución con mayor concentración en el lado derecho. Por otra parte, esta menor tasa en el 2009 no permitió que la tasa de desempleo disminuya tanto al limitar las opciones del primer grupo de trabajadores de reinsertarse en el sector informal. Luego, en este mismo año la reducción de la informalidad ha sido más limitada principalmente porque el salario que perciben los informales ( $y_0 = 0.5$ ) es mayor al de los demás años de análisis. Por último, se puede observar que en ningún caso el porcentaje de personas que representan el primer grupo haya disminuido. Por lo tanto, la reducción de la informalidad se da principalmente porque los trabajadores del segundo grupo prefieren un empleo formal como se mencionó líneas arriba y también debido a que los trabajadores del segundo y tercer grupo permanecen menos tiempo en el desempleo. Esto se debe a que las empresas tienen un menor incentivo a culminar un acuerdo con el trabajador ya que reciben mayores ingresos como respuesta al aumento de la productividad.

Finalmente, los cambios en los parámetros de la distribución lo podemos expresar en términos de años de educación si trabajamos con quintiles. En las tablas 14, 15 y 16 calculamos los quintiles correspondientes al 10%, 25%, 50%, 75% y 90% para cada escenario. De esta manera encontramos que los dos últimos quintiles calculados no necesitan ser afectados a las medidas de política ya que son muy similares entre la distribución de toda la PEA y solo los formales. En cambio, el primer quintil necesitaría 5 años de educación más, el segundo quintil alrededor de 4 años y el tercer quintil aproximadamente 3 años. No obstante, la reducción de la tasa de informalidad como hemos visto empieza a reducirse significativamente desde aumentos pequeños de los parámetros,

por lo que se podría reducir a la mitad los objetivos y tener una reducción entre 15 y 20 puntos porcentuales de la informalidad.

## 6 CONCLUSIONES Y LIMITACIONES

Los resultados de la simulación nos han permitido cuantificar las reducciones en la tasa de informalidad y de desempleo si mantenemos los demás parámetros constantes. De esta forma, si nos centramos solo en la reducción de la informalidad, tendríamos que aumentos en la (distribución) productividad de los trabajadores, reflejados en los años de educación completados, serían la política más eficiente. Seguidamente tendríamos a los costos de búsqueda y por último a los impuestos sobre las nóminas. No obstante, debemos considerar que los aumentos en la productividad no reducen el tamaño del primer grupo de trabajadores que solo aceptan trabajos informales, aumenta la empleabilidad formal de los grupos restantes. Además, si bien la reducción de los costos de búsqueda nos permite reducir la informalidad y el tamaño del primer grupo de trabajadores en cierta medida, estos son variables más difíciles de controlar como medida de política por parte del Estado. En cambio, la disminución de los impuestos salariales si reduce en mayor magnitud que las otras dos variables la proporción de trabajadores que solo aceptan los empleos informales. Por otro lado, aún si la calibración respalda costos de despido nulos, una reducción eventual de estos también conllevarían al mismo resultado que una reducción de  $\tau$ , aunque no necesariamente de la misma magnitud<sup>18</sup>. En resumen, un aumento de la productividad de los trabajadores a través de incentivos a mayores años de educación, deben ser acompañados por reducciones de impuestos a los salarios o de los costos de despido, con la finalidad de reducir tanto la tasa de informalidad así como la proporción de trabajadores que prefieren laborar únicamente en este sector.

Es de suma importancia resaltar como limitaciones de la investigación el hecho que no haya sido posible elaborar la dinámica de los costos de despido debido a la poca información relacionada a este tema con la que se cuenta en la data del 2009, 2014 y 2015. En total, aproximadamente 40 personas reportan que han recibido una indemnización por despido cada año. Si bien se podría calibrar algunos valores para  $s$  a partir de la regulación sobre las empresas que las obliga a pagar

---

<sup>18</sup> Matemáticamente, la primera derivada entre el primer corte ( $y^*$ ) y los costos de despido son positivos (Anexo 4). Por otro lado, la magnitud del efecto dependería de los demás parámetros, así como de la función de distribución de  $y$ .

entre 1 y 1.5 remuneraciones mensuales por año de servicio al trabajador al que se va a despedir de manera no justificada, el hecho que no se den tantos despidos arbitrarios al año respondería al mayor uso de contratos temporales por parte de las empresas para evitar tener que incurrir en este tipo de costos (Saavedra y Maruyama, 2000). Además, muchos trabajadores prefieren renunciar antes que ser despedidos de manera que se pueden retirar en buenos términos con la empresa y no tener problemas en conseguir un nuevo trabajo en el futuro.

Finalmente, no hemos empleado la figura del salario mínimo en el modelo debido a la complejidad matemática y computacional; esto implicaría optimizar el modelo con una restricción de desigualdad y por lo tanto no existiría una solución cerrada a la estimación de los parámetros  $c$ ,  $\theta$  y  $\alpha$  (lo cual a su vez dificultaría la aplicación de un algoritmo como medida de aproximación). No obstante, reconocemos la importancia de este factor dentro de la dinámica en el mercado laboral y su aplicación como medidas de política.

## 7 REFERENCIAS

- Albrecht, J., Navarro, L., & Vroman, S. (2009). The Effects of Labour Market Policies in an Economy with an Informal Sector. *The Economic Journal*, 119(539), 1105-1129.
- Cahuc, P., & Zylberberg, A. (2004). *Labor economics*. Cambridge, Mass: The MIT Press.
- Céspedes, N. (2013). *Creación y destrucción de empleos en economías informales*. Lima: Universidad San Martín de Porres, Instituto del Perú.
- Céspedes, N. (2015). *Creación y destrucción de empleos en economías informales*. Lima: Universidad San Martín de Porres, Instituto del Perú.
- Chahad, J., & Macedo, R. (2003). A evolução do emprego no período 1992-2001 e a ampliação do mercado formal brasileiro desde 1999. En J. Chahad, & P. Pichetti, *Mercado de Trabalho no Brasil – padres de comportamento e transformações institucionais*. São Paulo: Editora LTr.
- Chong, A., Galdo, J., & Saavedra, J. (2008). Informality and productivity in the labor market in Peru. *Journal of Economic Policy Reform*, 11(4), 229-245.
- Diamond, P. (1971). A model of price adjustment. *Journal of economic theory*, 3(2), 156-168.
- Flórez, L. (2014). The Search and Matching Equilibrium in an Economy with an Informal Sector: A Positive Analysis of Labor Market Policies. *Desarrollo y sociedad*, 75(1), 51-99.
- Hornstein, A., Krusell, P., & Violante, G. (2005). Unemployment and vacancy fluctuations in the matching model: inspecting the mechanism. *FRB Richmond Economic Quarterly*, 91(3), 19-50.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2012). *Producción y Empleo Informal en el Perú. Cuenta Satélite de la Economía Informal 2007-2012*. Lima: INEI.
- Loayza, N. (2008). Causas y consecuencias de la informalidad en el Perú. *Revista de Estudios Económicos*, 15, 43-64.
- Loayza, N., & Rigolini, J. (2006). Informality trends and cycles. *World Bank Policy Research Working Paper*(4078).
- Machado, R. (2014). La economía informal en el Perú: magnitud y determinantes (1980-2011). *Apuntes: Revista de Ciencias Sociales*, 41(74), 197-233.
- Mortensen, D. (1970). A theory of wage and employment dynamics. *Microeconomic foundations of employment and inflation theory*, 167-211.
- Mortensen, D. (1982). The matching process as a noncooperative bargaining game. En J. McCall, *The Economics of Information and Uncertainty* (págs. 233-258). New York: National Bureau of Economics.
- Mortensen, D. (1986). Job search and labor market analysis. *Handbook of labor economics*, 2, 849-919.

- Mortensen, D. (2011). Markets with search friction and the DMP model. *American Economic Review*, 101(4), 1073-1091.
- Mortensen, D., & Pissarides, C. (1994). Job creation and job destruction in the theory of unemployment. *The review of economic studies*, 61(3), 397-415.
- Navarro, L., & Tejada, M. (2015). *On the interation between public sector emplyment and minnum wage in a search and matching model*.
- Organización Internacional del Trabajo. (2010). *Panorama Laboral América Latina y el Caribe*. Lima: OIT.
- Organización Internacional del Trabajo. (2014). *Panorama Laboral América Latina y el Caribe*. Lima: OIT.
- Perry, G., Maloney, W., Arias, O., Fajnzylber, P., Mason, A., Saavedra-Chanduvi, J., & Perry, G. E. (2007). *Informality: Exit and exclusion*. Washington D.C.: The World Bank.
- Pissarides, C. (1994). Search unemployment with on-the-job search. *The Review of Economic Studies*, 61(3), 457-475.
- Pissarides, C., Layard, R., & Hellwig, M. (1986). Unemployment and vacancies in Britain. *Economic Policy*, 1(3), 500-559.
- Pissarides, C. (2011). Equilibrium in the labor market with search frictions. *The American Economic Review*, 101(4), 1092-1105.
- Robayo-Abril, M. (2014). *Tax-Transfers Schemes, Informality and Search Frictions in a Small Open Economy*. Georgetown University.
- Ronconi, L., & Colina, J. (2011). *Simplificación del registro laboral en Argentina: Logros obtenidos y problemas pendientes*. Inter-American Development Bank.
- Saavedra, J., & Maruyama, E. (2000). *Estabilidad laboral e indemnización: efectos de los costos de despido sobre el funcionamiento del mercado laboral peruano*. Lima: GRADE, documento de trabajo n.28.
- Shimer, R. (2005). The cyclical behavior of equilibrium unemployment and vacancies. *The American Economic Review*, 95(1), 25-49.
- Todd, P., & Joubert, C. (2011). *Impacto de la reforma previsional de Chile de 2008 sobre la participación de la fuerza laboral, el ahorro previsional y la equidad de género*. Santiago de Chile: Dirección de Presupuestos, Gobierno de Chile.
- Yamada, G. (1996). Urban informal employment and self-employment in developing countries: theory and evidence. *Economic development and cultural change*, 44(2), 189-314.

## 8 ANEXOS

### 8.1 ANEXO 1: ECUACIONES DESPUÉS DE LA PRIMERA NEGOCIACIÓN

Valor presente de estar empleado en el sector formal:

$$rN_1(y', y) = w(y', y) + \lambda \frac{G[R(y)]}{G(y)} \max [N_0(y) - N_1(y', y), U(y) - N_1(y', y)] \\ + \lambda \int_{R(y)}^y [N_1(x, y) - N_1(y', y)] \frac{g(x)}{G(y)} dx + \lambda \left[ \frac{1 - G(R(y))}{G(y)} \right] [N_1(y, y) - N_1(y', y)]$$

Valor presente de una vacante ocupada:

$$rJ(y', y) = y' - w(y', y)(1 + \tau) + \lambda \frac{G[R(y)]}{G(y)} [V - J(y', y) - s] + \lambda \int_{R(y)}^y [J(x, y) - J(y', y)] \frac{g(x)}{G(y)} dx$$

Negociación a la Nash:

$$\max_{w(y', y)} [N_1(y', y) - U(y)]^\beta [J(y', y) + s]^{1-\beta}$$



## 8.2 ANEXO 2: TABLAS DE RESULTADOS

Tabla 5. Escenarios ante cambios en  $c$  (2009)

$c$	0.4	0.3	0.2	0.1
$\theta$	0.69	0.8121	1.0387	1.5354
$u$	7.87%	7.91%	7.93%	7.88%
$t_0$	67.88%	65.97%	63.23%	59.25%
$t_1$	32.12%	34.03%	36.77%	40.75%
$y^*$	0.5413	0.5413	0.5413	0.5413
$y^{**}$	0.85	0.8349	0.8135	0.7823
$\tau$	0.19	0.19	0.19	0.19

Tabla 6. Escenarios ante cambios en  $c$  (2014)

$c$	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
$\theta$	0.6792	0.7648	0.8906	1.0725	1.3706	2.0243
$u$	5.56%	5.69%	5.84%	6.00%	6.15%	6.26%
$t_0$	66.39%	65.00%	63.24%	61.15%	58.48%	54.53%
$t_1$	33.61%	35.00%	36.76%	38.85%	41.52%	45.47%
$y^*$	0.5123	0.5123	0.5123	0.5123	0.5123	0.5123
$y^{**}$	0.8059	0.796	0.7835	0.7687	0.7497	0.7216
$\tau$	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Tabla 7. Escenarios ante cambios en  $c$  (2015)

$c$	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4
$\theta$	0.592	0.6328	0.691	0.7627	0.8538	0.9754
$u$	5.27%	5.33%	5.41%	5.49%	0.0557	0.0564
$t_0$	65.89%	65.10%	64.07%	62.92%	61.64%	60.16%
$t_1$	34.11%	34.90%	35.93%	37.08%	38.36%	39.84%
$y^*$	0.5233	0.5233	0.5233	0.5233	0.5233	0.5233
$y^{**}$	0.7958	0.7902	0.7829	0.7749	0.7659	0.7555
$\tau$	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19

Tabla 8. Escenarios ante cambios en  $\tau$  (2009).

$\tau$	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.1
$\theta$	0.69	0.6929	0.7094	0.7249	0.7395	0.7539	0.7673	0.7806	0.7929	0.805
$u$	7.87%	7.91%	7.96%	8.01%	8.06%	8.11%	8.16%	8.20%	8.25%	8.29%
$t_0$	67.88%	67.12%	66.12%	65.15%	64.19%	63.25%	62.33%	61.41%	60.51%	59.62%
$t_1$	32.12%	32.88%	33.88%	34.85%	35.81%	36.75%	37.67%	38.59%	39.49%	40.38%
$y^*$	0.5413	0.5368	0.5322	0.5277	0.5231	0.5186	0.514	0.5095	0.5049	0.5004
$y^{**}$	0.85	0.842	0.8322	0.8227	0.8134	0.8044	0.7955	0.7867	0.778	0.7695

Tabla 9. Escenarios ante cambios en  $\tau$  (2014)

$\tau$	0.2	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.1
$\theta$	0.6792	0.6848	0.699	0.7122	0.7247	0.7371	0.7492	0.7604	0.7715	0.7818	0.7921
$u$	5.56%	5.62%	5.70%	5.78%	5.85%	5.93%	6.00%	6.07%	6.15%	6.22%	6.29%
$t_0$	66.39%	65.48%	64.43%	63.41%	62.40%	61.41%	60.43%	59.47%	58.51%	57.57%	56.64%
$t_1$	33.61%	34.52%	35.57%	36.59%	37.60%	38.59%	39.57%	40.53%	41.49%	42.43%	43.36%
$y^*$	0.5123	0.508	0.5037	0.4995	0.4952	0.4909	0.4866	0.4824	0.4781	0.4738	0.4696
$y^{**}$	0.8059	0.7981	0.7893	0.7808	0.7724	0.7641	0.7559	0.7478	0.7399	0.732	0.7242

Tabla 10. Escenarios ante cambios en  $\tau$  (2015)

$\tau$	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.1
$\theta$	0.592	0.5956	0.6068	0.6172	0.6274	0.6369	0.6462	0.6549	0.6636	0.672
$u$	5.27%	5.34%	5.42%	5.50%	5.57%	5.65%	5.72%	5.80%	5.87%	5.94%
$t_0$	65.89%	65.00%	63.96%	62.94%	61.93%	60.95%	59.97%	59.00%	58.05%	57.10%
$t_1$	34.11%	35.00%	36.04%	37.06%	38.07%	39.05%	40.03%	41.00%	41.95%	42.90%
$y^*$	0.5233	0.5189	0.5145	0.5101	0.5057	0.5013	0.4969	0.4925	0.4881	0.4837
$y^{**}$	0.7958	0.7883	0.7798	0.7714	0.7632	0.7551	0.7471	0.7392	0.7314	0.7236

Tabla 11. Escenarios ante cambios en los parámetros de la distribución de  $y$  (2009)

$\theta$	0.6900	0.6944	0.7098	0.7218	0.7310	0.7367	0.7395	0.7395	0.7395	0.7395	0.7395
$u$	7.87%	7.75%	7.62%	7.47%	7.30%	7.12%	6.93%	6.71%	6.49%	6.26%	6.02%
$t_0$	67.88%	65.11%	62.13%	59.21%	56.37%	53.61%	50.93%	48.33%	45.79%	43.32%	40.93%
$t_1$	32.12%	34.89%	37.87%	40.79%	43.63%	46.39%	49.07%	51.67%	54.21%	56.68%	59.07%
$y^*$	0.5413	0.5413	0.5413	0.5413	0.5413	0.5413	0.5413	0.5413	0.5413	0.5413	0.5413
$y^{**}$	0.8500	0.8428	0.8344	0.8268	0.8199	0.8136	0.8077	0.8022	0.7969	0.7917	0.7868
$f(a, \cdot)$	1.94	2.06	2.17	2.29	2.41	2.53	2.64	2.76	2.88	2.99	3.11
$f(\cdot, b)$	1.33	1.33	1.32	1.32	1.31	1.31	1.30	1.30	1.29	1.29	1.28

Tabla 12. Escenarios ante cambios en los parámetros de la distribución de  $y$  (2014)

$\theta$	0.6792	0.6792	0.6792	0.6553	0.6080	0.5200	0.2767	0.2520	0.2418	0.2347	0.2280
$u$	5.56%	5.35%	5.07%	4.68%	4.17%	3.49%	2.39%	2.15%	1.96%	1.80%	1.64%
$t_0$	66.39%	61.51%	56.68%	52.31%	48.38%	45.15%	45.11%	41.65%	38.13%	34.85%	31.80%
$t_1$	33.61%	38.49%	43.32%	47.69%	51.62%	54.85%	54.89%	58.35%	61.87%	65.15%	68.20%
$y^*$	0.5123	0.5123	0.5123	0.5123	0.5123	0.5123	0.5123	0.5123	0.5123	0.5123	0.5123
$y^{**}$	0.8059	0.7923	0.7796	0.7697	0.7620	0.7573	0.7666	0.7584	0.7497	0.7418	0.7347
$f(a, \cdot)$	2.03	2.23	2.43	2.63	2.83	3.04	3.24	3.44	3.64	3.84	4.04
$f(\cdot, b)$	1.29	1.29	1.30	1.30	1.31	1.31	1.31	1.32	1.32	1.33	1.33

Tabla 13. Escenarios ante cambios en los parámetros de la distribución de  $y$  (2015)

$\theta$	0.5920	0.5920	0.5920	0.5920	0.5848	0.5586	0.5207	0.4638	0.3253	0.2078	0.1937
$u$	5.27%	5.14%	4.95%	4.71%	4.42%	4.04%	3.60%	3.07%	2.20%	1.67%	1.51%
$t_0$	65.89%	61.37%	56.89%	52.51%	48.38%	44.72%	41.39%	38.51%	37.28%	36.83%	34.07%
$t_1$	34.11%	38.63%	43.11%	47.49%	51.62%	55.28%	58.61%	61.49%	62.72%	63.17%	65.93%
$y^*$	0.5233	0.5233	0.5233	0.5233	0.5233	0.5233	0.5233	0.5233	0.5233	0.5233	0.5233
$y^{**}$	0.7958	0.7851	0.7750	0.7653	0.7569	0.7506	0.7454	0.7419	0.7461	0.7525	0.7471
$f(a, \cdot)$	2.06	2.26	2.46	2.66	2.86	3.06	3.25	3.45	3.65	3.85	4.05
$f(\cdot, b)$	1.30	1.30	1.31	1.31	1.31	1.32	1.32	1.32	1.32	1.33	1.33

Tabla 14. Quintiles en base a los parámetros de la distribución de  $y$  (2009)

Quintil 10	5.19	5.62	6.04	6.45	6.83	7.21	7.57	7.91	8.24	8.56	8.87
Quintil 25	8.66	9.12	9.54	9.94	10.32	10.68	11.02	11.34	11.64	11.93	12.2
Quintil 50	12.95	13.32	13.66	13.98	14.28	14.55	14.81	15.05	15.28	15.49	15.69
Quintil 75	16.71	16.95	17.16	17.36	17.54	17.71	17.86	18	18.14	18.26	18.38
Quintil 90	19.06	19.18	19.3	19.4	19.49	19.58	19.66	19.73	19.8	19.86	19.92
$f(a, \cdot)$	1.94	2.06	2.17	2.29	2.41	2.53	2.64	2.76	2.88	2.99	3.11
$f(\cdot, b)$	1.33	1.33	1.32	1.32	1.31	1.31	1.3	1.3	1.29	1.29	1.28

Tabla 15. Quintiles en base a los parámetros de la distribución de  $y$  (2014)

Quintil 10	5.66	6.47	7.09	7.66	8.19	8.67	9.12	9.54	9.93	10.29	10.63
Quintil 25	9.2	10.04	10.62	11.14	11.61	12.03	12.41	12.75	13.07	13.36	13.63
Quintil 50	13.45	14.16	14.58	14.94	15.27	15.55	15.81	16.04	16.25	16.43	16.61
Quintil 75	17.08	17.55	17.78	17.98	18.15	18.3	18.43	18.55	18.66	18.75	18.84
Quintil 90	19.29	19.55	19.65	19.74	19.81	19.88	19.94	19.99	20.04	20.08	20.11
$f(a, \cdot)$	2.03	2.23	2.43	2.63	2.83	3.04	3.24	3.44	3.64	3.84	4.04
$f(\cdot, b)$	1.29	1.29	1.3	1.3	1.31	1.31	1.31	1.32	1.32	1.33	1.33

Tabla 16. Quintiles en base a los parámetros de la distribución de  $y$  (2015)

Quintil 10	5.71	6.38	7	7.58	8.12	8.61	9.08	9.51	9.91	10.29	10.64
Quintil 25	9.23	9.89	10.49	11.02	11.5	11.94	12.34	12.71	13.05	13.36	13.64
Quintil 50	13.45	13.96	14.41	14.8	15.15	15.46	15.74	15.99	16.22	16.43	16.62
Quintil 75	17.06	17.36	17.62	17.84	18.04	18.21	18.37	18.51	18.63	18.74	18.85
Quintil 90	19.26	19.41	19.54	19.64	19.74	19.82	19.89	19.96	20.02	20.07	20.12
$f(a, \cdot)$	2.06	2.26	2.46	2.66	2.86	3.06	3.25	3.45	3.65	3.85	4.05
$f(\cdot, b)$	1.3	1.3	1.31	1.31	1.31	1.32	1.32	1.32	1.32	1.33	1.33

### 8.3 ANEXO 3: DERIVACIÓN DE Q

La derivación de  $q$  se puede realizar de la misma manera que la productividad de reserva,  $R(y)$ , pero aplicado al sector informal. Denominemos el valor de una vacante ocupada en el sector informal como  $J_I$ . Entonces:

$$J_I(y) = y - y_0 - \delta[V_I - J_I(y) - s_I]$$

Donde  $V_I$  y  $s_I$  representa el valor de una vacante vacía y los costos de despido en el sector informal respectivamente.  $J_I$  depende de la productividad que recibe por el trabajador informal, el salario que le debe pagar y la probabilidad de que pase al desempleo (el cual se recoge por la tasa de separación  $\delta$ ). No obstante, en este modelo, los costos laborales solo se aplican al sector formal, por lo tanto  $s_I = 0$ . Por otro lado, en equilibrio se asume que el valor de la vacante vacía debe ser igual a 0. Por lo tanto, debemos de buscar un valor  $q$  tal que  $J_I(q) = 0$ . Reemplazando en la ecuación anterior estas condiciones tenemos que:

$$J_I(q) = q - y_0 - \delta[J_I(q)]$$

$$q - y_0 = 0$$

$$q = y_0$$

#### 8.4 ANEXO 4: ECUACIONES PARA $y^*$ , $y^{**}$ Y $U(y)$

$$y^* = (1+\tau) \frac{b(r+\delta) + \alpha y_0}{r+\alpha+\delta} - (1+\tau) \lambda \frac{G[R(y^*)]}{G(y^*)} \left\{ 1 - \frac{G[R(y^*)]}{G(y^*)} \right\} \left\{ \frac{y_0 - b}{r+\alpha+\delta} \right\} +$$

$$+ \frac{\lambda}{G(y^*)} s - \frac{\lambda}{(r+\lambda)G(y^*)} \int_{R(y^*)}^{y^*} [1-G(x)] dx$$

$$y^{**} = \frac{(1+\tau)[rG(y^{**}) + \lambda]}{\beta m(\theta)G(y^{**})} (y_0 - b) + (1+\tau)y_0 + \frac{\lambda}{G(y^{**})} s - \frac{\lambda}{(r+\lambda)G(y^{**})} \int_{R(y^{**})}^{y^{**}} [1-G(x)] dx$$

$$y \in [0, y^*]$$

$$rU(y) = \frac{b(r+\delta) + \alpha y_0}{r+\alpha+\delta}$$

$$y \in [y^*, y^{**}]$$

$$rU(y) = \frac{\beta m(\theta) \lambda G[R(y)] \left\{ 1 - \frac{G[R(y)]}{G(y)} \right\} y_0 + (rG(y) + \lambda) [(r+\delta)b + \alpha y_0]}{(rG(y) + \lambda)(r+\alpha+\delta) + \beta m(\theta) \left[ G(y)(r+\delta) + \lambda G[R(y)] \left\{ 1 - \frac{G[R(y)]}{G(y)} \right\} \right]} +$$

$$+ \frac{\frac{\beta(r+\delta)m(\theta)}{1+\tau} \left\{ G(y)y - \lambda s + \frac{\lambda}{r+\lambda} \int_{R(y)}^y [1-G(x)] dx \right\}}{(rG(y) + \lambda)(r+\alpha+\delta) + \beta m(\theta) \left[ G(y)(r+\delta) + \lambda G[R(y)] \left\{ 1 - \frac{G[R(y)]}{G(y)} \right\} \right]}$$

$$y \in (y^{**}, 1]$$

$$rU(y) = \frac{\beta m(\theta) \frac{\lambda G[R(y)]}{r} \left\{ 1 - \frac{G[R(y)]}{G(y)} \right\} y_0 + (rG(y) + \lambda)b + \frac{\beta m(\theta)}{1+\tau} \left\{ G(y)y - \lambda s + \frac{\lambda}{r+\lambda} \int_{R(y)}^y [1-G(x)] dx \right\}}{\lambda + [r + \beta m(\theta)]G(y) + \beta m(\theta) \frac{\lambda G[R(y)]}{r} \left\{ 1 - \frac{G[R(y)]}{G(y)} \right\}}$$



## 8.5 ANEXO 5: ALGORITMO

1. Seleccionar un valor para  $c$
2. Dar un valor inicial para  $\theta$  igual a  $\theta^0$
3. Dar un valor inicial para  $\alpha$  igual a  $\alpha^0$
4. Resolver  $U(y)$  y  $R(y)$  para estos valores y calcular el nivel de desempleo  $\hat{u}$
5. Si  $|\hat{u} - u| > \epsilon$ 
  - a.  $\hat{u} > u \rightarrow \alpha^0 = \alpha^0 + 0.01$
  - b.  $\hat{u} < u \rightarrow \alpha^0 = \alpha^0 - 0.01$

Volver al paso 4

6. Si  $|\hat{u} - u| < \epsilon \rightarrow$  calcular  $\hat{\theta}$  a partir de la ecuación de  $c$
7. Si  $|\hat{\theta} - \theta| > \epsilon \rightarrow \theta^0 = \theta^0 + 0.05(\hat{\theta} - \theta^0)$

Volver al paso 4

8. Si  $|\hat{\theta} - \theta| < \epsilon \rightarrow$  calcular los niveles de  $n_0$  y  $n_1$