

ESTIMACIÓN DEL COSTO SOCIAL POR FALLECIMIENTO PREMATURO

Estudio realizado por el
Prof. Luis Bruno Seminario de Marzi

**Por encargo de la Dirección General de Inversión Pública del Ministerio de
Economía y Finanzas**

Lima, 11 de agosto, 2017

ÍNDICE

I. Introducción	3
II. El Valor Estadístico de la Vida Humana	6
1. Definición	6
2. Enfoque de Capital Humano	10
3. Enfoque de Reducción de Riesgo.....	13
4. Elección del Enfoque de Estimación.....	25
III. Metodología para estimar el Capital Humano	27
1. El crecimiento de la productividad del Trabajo.....	27
2. Estructura de edades de la población.....	29
3. Probabilidades de sobrevivencia de la población.....	30
4. Ingresos anuales por sexo y edad.....	32
5. Anualidades contingentes.....	34
IV. Resultados de la Estimación.....	36
V. Análisis de Sensibilidad.....	46
1. Impacto de la tasa de descuento.....	46
2. Impacto de la edad efectiva de retiro.....	51
VI. El Valor de la vida humana y el sistema de inversiones públicas del Perú.	52
1. Valor de la vida humana y seguridad vial.....	52
2. Valor de la vida humana y mortalidad infantil.....	55
VII. Conclusiones y Recomendaciones.....	56
VIII. Bibliografía.....	59
IX. Anexos.....	61

I INTRODUCCIÓN

Son numerosas las políticas públicas que tienen como objetivo central la reducción de la mortalidad, entre las cuales incluimos las políticas de salud, seguridad laboral, seguridad vial y aquellas que intentan garantizar condiciones ambientales adecuadas. Si bien el análisis de los costos de estas políticas puede realizarse sin problema, la parte que trata de cuantificar beneficios es de gran complejidad ya que no existe en la economía un mercado en el cual los individuos puedan comprar o vender reducciones de estos riesgos. El elemento clave que nos permite aproximar los beneficios asociados a estas políticas es el denominado *Valor Estadístico de la Vida* humana; es decir, la valorización monetaria que la sociedad atribuye a la vida de las personas.

Los proyectos asociados a las áreas de salud pública, transportes y protección medioambiental tienen la capacidad de impactar sobre vidas humanas de manera significativa, razón por la cual es indispensable valorar los beneficios generados por los mismos al cuantificar el valor estadístico de la vida. Solo con una medida de los beneficios agregados será posible asignar los recursos públicos disponibles entre sus múltiples usos y generar así un límite a lo que la sociedad está dispuesta a pagar a fin de reducir el riesgo y un fallecimiento prematuro.

No es sorprendente, dada la importancia que poseen las políticas públicas descritas anteriormente, que se hayan propuesto distintas técnicas que nos permiten aproximar la disposición a pagar en los individuos por una reducción de riesgo de muerte o enfermedad. En ese sentido, la literatura existente en los países industriales ha intentado mayoritariamente basar la estimación del valor estadístico de la vida humana en la relación de intercambio que liga los niveles salariales y los riesgos asociados a un puesto de trabajo mediante el *Método de Salarios Hedónicos*.

El Método de Salarios Hedónicos fue desarrollado y propuesto por Thaler y Rossen (1960) en un ensayo en el que estableció los conceptos esenciales y las principales relaciones que permitieron realizar una primera estimación del *Valor Estadístico de la Vida* humana para los Estados Unidos.

Después del artículo de Thaler y Rossen floreció una abundante literatura que intentó ofrecer distintas extensiones y especificaciones del modelo básico propuesto por estos autores. Una parte importante de la misma se orientó a mejorar los índices de riesgo. Las estadísticas laborales existían por sector de actividad económica y podían estimar la influencia que podían tener algunas características individuales como el sexo o la edad. La mayor parte de estos estudios se concentraron en el mercado laboral estadounidense. Sin embargo, en los 1990s, comenzaron a aparecer aplicaciones del "Método de Salarios Hedónicos" en otros países desarrollados como el Reino Unido, Canadá y Suiza. También, en la misma época, se realizaron algunas aplicaciones en países en vías de desarrollo como la India y Corea del Sur (Font, Penalva y Sbert: 2007; Thaler y Rossen: 1960; y Viscusi y Aldy: 2003).

En general, los resultados de estos estudios son bastante sensibles ya que pueden variar según la industria estudiada, el método de estimación empleado, las características económicas y demográficas de la población considerada. Dada esta sensibilidad es bastante importante estimar el valor de la vida humana para cada país.

En los países en vías de desarrollo los investigadores han intentado obtener estimados del valor de la vida humana mediante el uso de distintos métodos: calibración, meta-análisis y directas (Wang y He; 2010: 4).

El primero utiliza como punto de partida los estimados hechos en países desarrollados pero introduce *calibraciones* basadas en las diferencias de ingreso. El problema es que el ingreso no es el único determinante del valor de la vida humana pues las características económicas, demográficas y culturales pueden afectar al mismo. Además la elasticidad ingreso puede no ser constante y afectar el valor de la vida humana (Wang y He; 2010: 4).

Como alternativa se ha propuesto realizar un *meta-análisis* que utiliza una gama de información más amplia tomada de los estudios de los países industrializados. Con él, se intenta construir una función para predecir el Valor Estadístico de la Vida tomando en consideración los niveles de riesgo, el ingreso y la demografía. Las funciones de predicción desarrolladas por estos estudios encuentran que el valor de la vida humana depende del ingreso, la edad promedio de la población, el nivel educativo y el grado de cobertura de la seguridad social. Este análisis meta-analítico también resulta problemático porque omite factores que pueden ser específicos a países en vías de desarrollo como las tasas altas de subempleo debido a la informalidad laboral, los subsidios cruzados a los servicios públicos y las distorsiones de los salarios. Estas características pueden contradecir los supuestos implícitos hechos en los estudios de salarios hedónicos. Además se excluyen el importante papel de la edad y el estado de salud en la reducción de riesgos de mortalidad. El problema es que la población mundial no necesariamente comparte las mismas estructuras demográficas y características sanitarias, por lo que estas aproximaciones no permiten incluir el aumento de la mortalidad que puede provenir de las características específicas en los países en vías de desarrollo (Wang y He; 2010: 5).

Por esta razón parece preferible realizar los estudios del valor de la vida humana con información específica del país. Esta aproximación directa ha sido muy utilizada en China, donde se han realizado estudios que intentan evaluar el impacto de la vida humana o basar los estimados en el estudio de las principales enfermedades o en los principales problemas ambientales como la contaminación del aire (Wang y He; 2010: 5).

Estudios en América Latina se basan en una aproximación similar. En Colombia, por ejemplo, el estudio de Marquez y Avella (2012) ha intentado determinar el valor de la vida humana mediante el análisis de los accidentes de tránsito. Este estudio utiliza encuestas para estimar el valor a pagar por reducir el riesgo de muerte en el servicio de transporte público colectivo de Bogotá. Se realiza un experimento e intenta estudiar la elección del transporte convencional y un nuevo sistema más seguro.

En otros países, con el propósito de evitar las dificultades inherentes al método de valoración contingente se adopta el *Método de Capital Humano*. Un ejemplo del mismo es el estudio del Ministerio de Desarrollo Social de Chile realizado el 2011. Aunque este método no requiere contar con la información exigida por el método de valoración contingente, debe resolver varios problemas; el más grave es que la evidencia empírica sugiere que el mismo subestima la verdadera disposición a pagar ante cambios en el riesgo de muerte. En consecuencia, su utilización permite fijar solo una cota inferior a dicha disposición. Sin embargo, también tiene numerosas ventajas pues es sencillo obtener el estimado a partir de información pública y de muy fácil acceso. Esta medida del Valor de la Vida Humana basa el costo que genera una muerte prematura en la productividad del trabajo que mide el potencial productivo de un individuo a través del valor presente de sus ingresos futuros. La principal hipótesis es que con la muerte de un individuo se pierde producción y por esta razón hay un costo social para el país. En él no se considera

el bienestar de los individuos, sus preferencias, su salud o su disposición a pagar (Ministerio de Desarrollo Social de Chile realizado el 2011:3).

El presente estudio tiene como objetivo estimar el valor estadístico de la vida humana para el Perú mediante el método de capital humano. El documento está dividido en seis secciones. La primera sección incluye la teoría asociada al Valor Estadístico de la Vida Humana. Se define qué es el Valor Estadístico de la Vida y se describen los enfoques de estimación del Valor Estadístico de la Vida y la elección del enfoque. Primero se desarrolla el enfoque del Capital Humano seguido por el enfoque de reducción de riesgos. El enfoque de reducción de riesgos incluye tres modelos: Modelo de los Salarios Hedónicos, Modelo de Valoración Contingente y el Método de meta análisis.

La segunda sección incluye la metodología escogida para estimar el Valor Estadístico de la Vida a partir del método del Capital Humano, donde se incluyen las principales variables utilizadas en el cálculo: a) El crecimiento de la productividad, b) las edades de la población, c) tabla de mortalidad y d) anualidades contingentes.

La tercera sección incluye los resultados y en la cuarta sección se realiza el análisis de sensibilidad. En la quinta se desarrollan dos procedimientos para el uso correcto de los parámetros VEV en la formulación y evaluación de los proyectos de inversión pública. La última sección presenta las conclusiones y recomendaciones del estudio.

II EL VALOR ESTADÍSTICO DE LA VIDA

1. Definición

Antes de comenzar con las distintas metodologías que se han propuesto para estimar el valor estadístico de la vida humana, es preciso discutir el significado exacto de la frase. No se trata de definir el valor de la vida de un individuo ya que es obvio que éste estaría dispuesto a dar toda su riqueza a fin de evitar la pérdida de su vida, con lo que el valor de la vida humana sería infinito. El problema que esta elección intenta calcular es el valor de la vida humana cuando la muerte es una certidumbre absoluta. Sin embargo, cuando cambiamos la estructura de la elección y nos concentramos en el análisis de los riesgos de pequeña magnitud es posible definir con precisión el valor de la vida humana: como la fracción de la riqueza que estamos dispuestos a sacrificar por un cambio pequeño en la probabilidad de muerte (Ashenfelter; 2006:1 y Wang y He 2010:5-6).

En realidad, el valor de la vida debe definirse con precisión con un modelo de ciclo de vida (Albertini et al: 2004: 771-3). En él, la persona al comienzo del periodo j (edad j) recibe una utilidad esperada de V_j sobre el resto de su vida, la cual viene determinada por la ecuación

$$V_j = \sum_{t=j}^{t=T} q_{j,t} (1 + \rho)^{j-t} u_t(C_t) \quad (1)$$

En donde $u_t(C_t)$ es la utilidad por el consumo de cada periodo t que este individuo recibe. Para obtener el valor presente, este valor debe ser multiplicado por la probabilidad de que el individuo sobreviva hasta el periodo $q_{j,t}$ y luego se le debe descontar la tasa subjetiva de la preferencia por el tiempo: ρ .

En el modelo de ciclo de vida, la utilidad esperada, V_j se optimiza sujeta a la riqueza inicial del individuo W_j y una restricción presupuesta que incluya las oportunidades de ahorrar o endeudarse. En los dos casos considerados, el individuo puede ahorrar o endeudarse a una tasa libre de riesgo de r , pero no puede ser un deudor neto. El monto ahorrado o endeudado se obtiene restando el ingreso menos el consumo, en donde y es el ingreso y C es el consumo, como se detalla a continuación.

$$W_t = W_j + \sum_{k=j}^t \frac{y_k - C_k}{(1 + r)^{k-j}} \geq 0 \quad (2)$$

Se puede utilizar el modelo de ciclo vida para determinar la reducción del monto de la riqueza inicial considerando la probabilidad que la persona fallezca D_t durante el presente el periodo t . Una reducción en D_t incrementará la probabilidad de que la persona sobreviva a todos los periodos futuros a partir de q_j . Por definición, $q_{j,t}$ es el producto de las probabilidades de que el individuo no fallezca en todos los periodos de j a $t-1$.

$$q_{j,t} = (1 - D_j)(1 - D_{j+1}) \dots (1 - D_{t-1}) \quad (3)$$

El ratio de sustitución entre D_j y W_j corresponde al Valor Estadístico de la Vida (VEV) de una persona de edad j .

$$VEV_j = \frac{\frac{\partial V_j}{\partial D_j}}{\frac{\partial V_j}{\partial W_j}} = \frac{\partial W_j}{\partial D_j} \quad (4)$$

El monto que un individuo está dispuesto a pagar por el cambio en D_j es el producto de la VEV_j y el tamaño de la reducción del riesgo es:

$$DAP_j = (VEV_j)dD_j \quad (5)$$

Si la restricción de riqueza individual está limitada a T ; es decir, al considerarlo como el último periodo o como un solo periodo, la expresión de VEV_j debe ser derivada agregando una restricción más $W_T = 0$ a (1) y utilizando el Teorema de la envolvente para evaluar (4). La expresión resultante (6) implica que VEV_j puede ser escrito como un producto de la recíproca de la probabilidad de que el individuo sobreviva al periodo presente, $(1 - D_j)^{-1}$ veces del valor presente de la utilidad esperada del consumo del periodo $j+1$ en adelante, convertido en unidades monetarias y dividido por la utilidad marginal del consumo $\frac{\partial u_j}{\partial C_j}$.

$$V^* = VEV_j = (1 - D_j)^{-1} \sum_{t=j+1}^T q_{j,t}(1 + \rho)^{j-t} \frac{u_t(C_t)}{\partial u_j / \partial C_j} \quad (6)$$

¿Cómo el Valor Estadístico de la Vida cambia con la edad j ? El primer término en (6) $(1 - D_j)^{-1}$ se incrementa con la edad. En la medida que la gente envejece, su probabilidad de que sobreviva el periodo presente cae y, por esa razón, su Disposición a Pagar (DAP) por reducir el riesgo de fallecer debe incrementarse. El valor presente de la utilidad esperada del consumo - el restante de la ecuación - cambia con la edad de forma ambigua. Si la utilidad del consumo $u_t(C_t)$ fuera constante en el tiempo, entonces el valor presente de la utilidad esperada del consumo sería proporcional al descuento restante de la esperanza de vida $\sum_{t=j+1}^T q_{j,t}(1 + \rho)^{j-t}$. Este último decrece de manera inequívoca con la edad (j) y motiva la hipótesis que la DAP para la reducción de los riesgos por mortalidad debería bajar con la edad. En general, $u_t(C_t)$ no es constante. De hecho, sería posible que la utilidad del consumo se incremente con t porque C_t está incrementándose con los años o porque el gozo derivado del C_t es mayor con los años (Albertini et al: 2003).

La principal dificultad a la hora de medir el Valor Estadístico de la Vida, V^* , consiste en que no es una magnitud que pueda ser observada directamente. Por esta razón es necesario desarrollar un método indirecto que nos permita determinar el valor de V^* . En la literatura se han desarrollado dos enfoques para aproximarla: a) el Enfoque de Reducción de Riesgos y el Enfoque de Capital Humano.

El Enfoque de Reducción de Riesgos consiste en aproximarse a partir de las preferencias declaradas o las acciones de las personas. El primer método de este primer enfoque consiste en preguntar a la persona o gente involucrada cuánto estaría dispuesta a pagar (aceptar) por una pequeña reducción (incremento) del riesgo de muerte. La principal ventaja del mismo es que siempre es posible preguntar, especialmente en aquellas situaciones difíciles de observar. La principal limitación de este método es su naturaleza hipotética, pues no es claro si se obtendría la misma respuesta si se tomara una decisión real.

El segundo método de este primer enfoque se basa también en las preferencias, pero esta vez son las preferencias reveladas de los agentes económicos a partir de decisiones de aceptar (rechazar) un trabajo por determinado salario y riesgo de muerte. Se considera una oferta V dada la riqueza y el riesgo de muerte. Si el agente acepta el riesgo conocemos que V es mayor que V^* y V observado se convierte en un valor máximo para V^* . Si queremos ir un poco más lejos es necesario hacer supuestos adicionales. Así, es típico postular que V^* es determinado por un conjunto de variables X que son observables y por otro tipo de variables ε que no son observables:

$$V^* = \alpha' + \beta'X_i + \varepsilon_i$$

También podemos asumir que V es regido por un conjunto de factores Z :

$$V_i = \alpha + \beta Z_i + u_i$$

Como el riesgo aceptado V es mayor que V^* , la probabilidad de aceptación es igual a:

$$\Pr(u_i - \varepsilon_i < \alpha - \alpha' + \beta Z_i - \beta' X_i)$$

El valor promedio de V computado entre aquellos que aceptan el riesgo $E(V | \text{Aceptar}) = E(V | V > V^*)$ debe ser tan grande como $E(V^*)$; es decir, el valor no condicional promedio del valor de la vida computada entre quienes aceptan el riesgo y quienes no aceptan el riesgo. Como las variables que afectan V caracterizan solo a quienes aceptan el riesgo, la estimación de los parámetros de la ecuación que determina V puede estar sujeta a un sesgo de selección.

Como lo explica Heckman (1979), este sesgo surge debido a dos razones. En primer lugar, porque puede haber una autoselección de los individuos que considera la muestra que es investigada. En segundo lugar, debido a que la selección de muestra hecha por los estadísticos que confeccionaron la data opera de una forma equivalente a este proceso de autoselección. Cuando ocurre este sesgo, indica Heckman, es posible estimar el valor de las variables que fueron omitidas en el momento del cálculo del valor de la estimación y así evaluar el impacto que tienen las mismas en la muestra que las excluyó.

Podemos hacerlo mediante el modelo que explicamos a continuación:

$$E(V_i | \text{aceptación}) = \alpha + \beta Z_i + \rho \sigma_\varepsilon \lambda_i$$

Donde $E(V_i)$ es la esperanza de V condicionada a la aceptación de riesgo y ρ es la correlación entre ε y μ ,

$$\lambda_i = \lambda(X_i, Z_i) = f(\mu'W_i) / F(\mu'W_i) \text{ y}$$

$$\mu' \text{ es un vector } [\alpha - \alpha', \beta, -\beta']' \text{ y}$$

$$W_i \text{ el vector } [1, X_i, Z_i].$$

Este modelo está identificado, por lo que es posible determinar los parámetros de la ecuación y calcular el valor promedio de la VEV en la población en general o según grupos que tengan distintos valores de X .

El segundo enfoque es el de capital humano, que tiene como finalidad estimar el costo en la productividad del trabajo que genera una muerte prematura. La valoración

se realiza a partir de una estimación financiera de los ingresos futuros que una persona deja de generar desde el momento en el que fallece hasta que se retira. Este enfoque se basa en el supuesto de que el costo de la pérdida de un individuo corresponde al potencial productivo que deja de realizar. Este potencial es reducido al valor presente de los ingresos futuros antes de impuestos que un trabajador podría ganar si no hubiese fallecido.

La hipótesis que subyace es que la pérdida de producción cuando un individuo muere es lo que acarrea un costo social para el país. Prevenir su muerte significaría recuperar las ganancias futuras esperadas para el resto de su vida útil. Este enfoque utiliza datos de las estadísticas nacionales disponibles y de fácil acceso, por lo que genera estimaciones menos sensibles. El cálculo se presenta más sencillo y claro, pero también es reduccionista porque no considera ni el bienestar ni las preferencias individuales de los trabajadores ni las diferencias salariales existentes en el mercado laboral, así como tampoco considera a la población que no está en la PEA.

2. El Enfoque de Capital Humano

El método del capital humano tiene como finalidad estimar el costo que genera en la productividad del trabajo fallecer por una muerte prematura. Este enfoque se basa en el supuesto que el costo de la pérdida de un individuo corresponde al potencial productivo que deja. Este potencial es reducido al valor presente de los ingresos futuros antes de impuestos que el individuo podría ganar si no hubiese fallecido, sin considerar su bienestar o sus preferencias personales. La hipótesis que subyace es la pérdida de producción cuando un individuo muere, lo que acarrea un costo social para el país. Prevenir su muerte significaría recuperar las ganancias futuras esperadas para el resto de su vida útil.

En este enfoque persisten ciertas cuestiones que deben ser tomadas en cuenta. Primero, existe un debate sobre cómo incorporar la productividad de aquellos individuos que realizan labores productivas pero que no se encuentran en el mercado laboral formal. Esta decisión es importante para el caso peruano debido al gran porcentaje de PEA que aún se encuentra en la informalidad.

En segundo lugar, está el efecto de la tasa de descuento aplicada a los ingresos futuros para llevarlos a valor presente que tienen en los salarios de los empleados más jóvenes. A una tasa más alta, el descuento de los ingresos más alejados será más castigados. Este efecto deberá tomarse en cuenta especialmente cuando la población trabajadora es mayoritariamente joven.

En tercer lugar, se deberán considerar las diferencias existentes en las remuneraciones por género, estrato social u otras variables determinantes del salario de un trabajador. El método puede mostrar distintos resultados si considera estas u otras características y puede complejizar el método de estimación. Además, no es posible considerar a las personas que están fuera de la fuerza laboral.

Este enfoque presenta tanto ventajas como desventajas. Entre las ventajas encontramos el fácil acceso a los datos pues la mayoría es información pública, además del hecho que el tipo de datos considerados en la estimación son objetivos y comprobables. Entre las desventajas encontramos que las estimaciones podrían estar subestimadas.

Este modelo es una variante del modelo de valoración contingente, pero en lugar de referirse a la vida específica de un trabajador, estima la vida estadística de los trabajadores de manera probabilística. Básicamente, se estima cuál es la disposición a pagar de las personas que están dispuestas a intercambiar riqueza por una reducción en su probabilidad de muerte. Esta compensación o precio es el valor de la vida estadística V^* .

$$V^* = \Delta W / \Delta P$$

Donde ΔW es el incremento en la riqueza; mientras que ΔP es el incremento en la probabilidad de una fatalidad. V^* puede ser variable y depender del nivel de P , probabilidad que requiere ser evaluada, la riqueza y otras variables importantes tales como las preferencias personales. Asimismo, cabe anotar que V^* no es directamente observable, por lo que requiere ser estimada. Una alternativa es consultar al trabajador directamente para obtener una medida subjetiva, y una segunda alternativa, mediante un proceso de revelación de preferencias utilizando distintos instrumentos de consulta (Ashenfelter, 2006).

El modelo¹ básico es el siguiente:

$$CH = \sum_{s=h,m} \sum_{a=0}^V R_{a,s} \cdot \sum_{n=a}^V \frac{P_{a,s}(n) \cdot E_s(n) \cdot Y_s(n) \cdot (1+T)^{n-a}}{(1+r^*)^{n-a}}$$

Donde:

- CH es la estimación del Capital Humano promedio de la población;
- n es el año de estimación del CH para el fallecido de edad a ;
- a es la edad del fallecido;
- s es el género de fallecido, hombre (h) o mujer (m);
- $R_{a,s}$ es la proporción de la población total nacional con edad (a) y de género (s);
- $P_{a,s}(n)$ es la probabilidad de que una persona con edad (a) y de género (s) muera;
- $E_s(n)$ es la proporción de la población general de edad (n) y género (s) empleada en la fuerza laboral u ocupada en labores productivas;
- $Y_s(n)$ es el ingreso medio anual de la persona empleada de género (s) y edad (n);
- V es la edad máxima de la población;
- T es la tasa de aumento de la productividad de la población;
- r^* es la tasa social de descuento.

En el documento que realiza Chile se describen las fuentes utilizadas para realizar la valoración, las cuales tienen la ventaja de tener un equivalente en el Perú, por lo que la metodología es fácilmente adaptable a nuestro país a partir del uso de transferencia de valores. El estudio chileno obtiene un valor para el Capital Humano equivalente a 67'201,969 pesos chilenos del 2010. Para obtener estos resultados utilizó la Tasa Social de Descuento del Ministerio de Desarrollo Social y una tasa de crecimiento de la productividad obtenida a partir del Índice Real de Remuneraciones de los últimos 10 años. Las edades de la población fueron determinadas a partir del último censo. En el año 2010, el PIB per cápita de Chile fue de 1,594,500.33 pesos, lo que implica una razón Capital Humano/ PBI per cápita igual a 42.15. Ese mismo año la Población Económicamente Activa fue de 7,344,564.08 personas, lo que implica un producto medio de la fuerza de trabajo igual a 3,705,048.89 de pesos chilenos y un ratio Capital Humano/Productividad del Trabajo igual a 18.14. Estos ratios implicarían para el Perú un valor del Capital Humano estimado en 569,654.40 soles, que equivalen a 201,639.67 dólares. Hay que tomar en cuenta que el resultado definitivo para el Perú podría ser diferente ya que la estructura de edades de la población peruana es más joven, y la edad promedio de la población peruana es mayor que la chilena. Asimismo, la tasa de crecimiento futura de la productividad en el Perú puede ser mayor que la de Chile y mayor la tasa social de descuento que utilizaremos para calcular el valor del Capital Humano.

Aunque preliminar este número, nos puede permitir calcular algunos costos. Por ejemplo, en el año 2015 murieron por accidentes de carreteras 567 personas y en el

¹ Este modelo base es adaptado de Ministerio de Desarrollo Social, Gobierno de Chile (2011).

2016, 489. La pérdida total que provocaron estos eventos podría estimarse en 114,329,692.89 dólares para el 2015 y 98,601,799.48 dólares para el 2016. El niño costero produjo 114 fallecidos, lo que equivaldría a una pérdida en vidas humanas igual a 22,986,922.58 de dólares.

Del mismo modo, en el año 2015 se registraron 2,965 muertes por accidentes de tránsito en todo el Perú de los cuales 641 ocurrieron en Lima. Las pérdidas por estos eventos ascendieron a 597,861,626.73 dólares para todo el Perú y 129,251,029.59 dólares para Lima². Aunque preliminares, estos estimados sugieren que una fuerte inversión en seguridad vial podría ser bastante rentable. Una inversión interesante podría ser la compra de un número mayor de buses articulados para el Metropolitano. El precio de cada bus asciende aproximadamente a 115,000 dólares, con una carga de 160 personas, lo cual equivale a ocho buses promedio. Una mayor cantidad de buses del metropolitano podría reducir sustancialmente el número de accidentes de tránsito en Lima. Para precisar la rentabilidad de esta inversión habría que computar el impacto que tendría sobre el riesgo.

En el 2015, la población de Lima se estimó en 9,834,631. Como hubo 641 accidentes mortales de tránsito, la probabilidad de morir en uno puede estimarse en 6.51 por cada 100,000 limeños. Un bus de metropolitano podría transportar, con total seguridad, a 160 personas; es decir, reducir la probabilidad de que ocurra un accidente a 4.89, y reducir el número de víctimas en 160 con un beneficio estimado máximo de 32,262,347.48 dólares. Si la participación del Metropolitano en el transporte de Lima fuera 10%, el beneficio sería equivalente a 3,226,234, dólares, una cifra que sugiere que habría una gran rentabilidad social si se invirtiera en unidades adicionales para el servicio Metropolitano. Estos ejemplos ilustran la gran utilidad que pueden tener los estimados de la vida humana para el diseño de las políticas públicas.

² Los datos son colocados en dólares para que puedan ser fácilmente comparados con los valores de otros estudios.

3. Enfoque de reducción de riesgo

a) 3.1. Modelos de valoración de contingencias

El método de valoración contingente suele utilizarse cuando no existen mercados organizados que permitan establecer el precio de un bien o servicio, como puede ser el caso del valor que los individuos atribuyen al riesgo de una muerte prematura. La valoración, en este caso, se basa en una encuesta en la cual se pregunta sobre la Disposición a Pagar (DAP) a fin de evitar un perjuicio (El Ministerio de Desarrollo: 2011:5; Martínez et al: 2007).

En la valoración contingente no se utilizan datos de mercado o fuentes secundarias. Por el contrario, se trata de generar información primaria a través de la elaboración de una encuesta. En consecuencia, este método enfrenta altos costos de implementación debido a la gran cantidad de recursos que deberán ser empleados para obtener los datos. Además, se corre el riesgo que las estimaciones no sean confiables debido a la presencia de sesgos en las respuestas que no correspondan con sus verdaderas disposiciones a pagar.

Este método intenta establecer una preferencia aproximada a través de la valoración directa de una preferencia declarada ante una situación hipotética. Este método se utiliza cuando no existen mercados formales que permitan establecer el precio de mercado del valor del riesgo de sufrir una muerte prematura, por ejemplo.

En esta perspectiva, la metodología para extraer las preferencias de los individuos varía de manera importante entre uno y otro estudio, especialmente cuando se elaboran las preguntas del instrumento a utilizar. En algunos casos se pregunta por la disposición a aceptar compensación y en otros casos por la disposición a pagar, dependiendo el tipo de estudio que se quiera realizar, porque los resultados no suelen coincidir.

Wang y He (2010) afirman que, partir de los noventas, el método de valoración contingente ha sido ampliamente utilizado en los países en vías de desarrollo. Su principal ventaja ha sido su diseño flexible. Queda claro que utilizar este método supone un enorme reto tanto en la parte relacionada con aspectos metodológicos como aquella que se refiere al diseño de instrumentos adecuados de medición, los cuales deben considerar los sesgos resumidos en la Tabla 1. También debe considerarse el hallazgo empírico de que los individuos presentan dificultades para entender un cambio en las probabilidades numéricas, lo que impide una aproximación de su disposición a pagar.

La principal ventaja del método de valoración contingente es que puede ser diseñado aún cuando no existan mercados organizados, una característica que lo hace importante en los países en vías de desarrollo, en los cuales no existen mercados competitivos ni eficientes que permitan hacer transacciones que involucren el intercambio de riesgos. Sin embargo, los principales desafíos de este método son numerosos y tienen que ver con el diseño de la encuesta, el análisis estadístico, el análisis de la respuesta, las omisiones y la posibilidad de que las personas tengan dificultades en comprender el significado de un cambio de los valores de probabilidad (Wang y He: 2010: 2).

Tabla 1: Tipos de Sesgos Instrumentales

	Tipo de Sesgo	Descripción
Sesgos Instrumentales	Sesgo del punto de partida	Los individuos pueden dejarse influenciar por el monto señalado de las alternativas mostradas en el instrumento. Esto sucede porque los informantes suponen que los realizadores de dicho instrumento disponen de mayor información y conocimientos sobre el tema.
	Sesgo del vehículo	Escoger un tipo de pago hipotético que no es creíble para los informantes puede generar un sesgo, al considerarlo inaplicable en la realidad. En los casos donde los precios aumentan, las respuestas sobreestiman la disposición a pagar porque consumen menos del bien o dejan de consumirlo.
	Sesgo de información	Los informantes tienden a subestimar o sobreestimar su verdadera disposición a pagar al no disponer de toda la información necesaria para que puedan dar una respuesta. Para evitar este sesgo, se debe asegurar en comunicar de forma adecuada toda la información necesaria y tener la certeza que los informantes la han comprendido.
	Sesgo del entrevistador	Existe la posibilidad que la forma de preguntar del encuestador genere un sesgo en las respuestas obtenidas. Para evitarlo, se requiere que los responsables del recojo de información estén bien capacitados para que la aplicación del instrumento sea neutral y estandarizada en todos los casos.
Sesgos no instrumentales	Sesgo de la hipótesis	Al presentar situaciones hipotéticas en el instrumento, los informantes no tienen suficientes incentivos para dar una respuesta reflexiva que suponga una estimación real de su disposición a pagar. Para evitarlo, es necesario presentar una situación real que posibilite una estimación cuidadosa por parte del informante.
	Sesgo estratégico	Es el intento consciente por parte de los informantes para influir en la obligación de pago o el nivel de provisión de algún servicio estatal. Esta respuesta estratégica se presenta de distintas maneras. El polizón, por ejemplo, declara una disposición a pagar menor a la real para reducir sus responsabilidades porque intuye que la provisión del bien/servicio ofrecido no depende de su respuesta.

Fuente: Ministerio de desarrollo social - Chile (2011: 6).

Como la valoración contingente no usa los datos que provienen de los mercados permite captar beneficios como el Valor de No Uso de los bienes. A pesar de sus ventajas, el método es costoso, con la dificultad adicional al ser un enfoque hipotético que no se basa en el comportamiento real de las personas en la vida cotidiana y al ser difícil comprobar si éstas responden de un modo veraz. Por esta razón la derivación confiable de la DAP debe corregir los sesgos posibles (El Ministerio de Desarrollo: 2011:5).

En un estudio reciente de Colombia (Márquez y Avella: 2012) se utilizó el método de Valor Contingente para derivar el valor estadístico de la vida a partir de una encuesta. En esta encuesta, el transporte convencional producía seis (6) víctimas al año, mientras que el transporte colectivo con medidas de seguridad producía cuatro (4) víctimas al año. La tarifa del primero era 1250 pesos por 40 minutos de viajes, mientras que la del segundo era 1400 pesos por 40 minutos. El número de observaciones fue 450, los individuos tuvieron un ingreso de 1'400,000 pesos. El estudio arrojó un Valor para la Vida Humana de 128'000,000 equivalente a 91 veces el ingreso anual.

Un estudio similar hecho para España (Corbacho et al: 2008) deriva el valor estadístico de la Vida humana a partir del consumo de tabaco, el cual arroja un valor equivalente a 2'930,000 euros. Con un procedimiento similar, Wang y He (2010) realizan una evaluación contingente para China basados en los datos de mortalidad por cáncer en tres provincias chinas. El estimado del valor de reducir la mortalidad de cáncer equivalía a 60 veces el ingreso promedio de los habitantes de China.

b) Modelos de salarios hedónicos

Este modelo está inspirado en la teoría de salarios compensatorios de Adam Smith. En ella se expone que existen diferencias entre los trabajos, ya que algunos son más agradables que otros. Esa es la razón por la que el valor monetario percibido o salario está diferenciado, pues es el reflejo de qué tan agradable es un trabajo respecto del otro. En esta perspectiva, se afirma que un empleo puede ser un producto diferenciado al incluir ciertas características (como el prestigio o el riesgo de accidentes) que explicarían la diferencia entre un salario y otro. Esta aproximación es pertinente cuando los individuos tienen la libertad de elegir su trabajo. Con datos sobre los salarios, los atributos implícitos de los trabajos y las características de los trabajadores es posible estimar una función hedónica de salarios.

Es posible que los individuos tengan percepciones inadecuadas del riesgo de los trabajos, lo que podría dar paso a estimaciones sesgadas de la disposición a pagar por disminuir este riesgo. Otro tema importante a considerar es la libre movilidad del factor trabajo, pues si los individuos no pueden elegir libremente su trabajo, las estimaciones presentarían sesgos y no revelarían sus verdaderas preferencias.

Estudios previos afirman que existen deficiencias en la precisión de las percepciones que los individuos tienen sobre los riesgos laborales que enfrentan, la información sobre las características sobre trabajos y trabajadores son insuficientes. Además, la gran cantidad de variables y datos que deben incluirse en el cálculo terminan por reducir la probabilidad de utilizar este método, por lo que la gran desventaja que persiste en esta aproximación es el sesgo potencial en la estimación debido a la omisión de una variable importante o la poca confiabilidad de los datos utilizados.

Los salarios hedónicos son aquellos que, al no responder a las condiciones de oferta y demanda del mercado laboral, reflejan una apreciación subjetiva sobre la calidad

del trabajo ofrecido. En consecuencia, los salarios hedónicos incluyen percepciones subjetivas sobre los riesgos asociados a la ocupación en cuestión del trabajador. En términos prácticos, la estimación del valor actual de producción debería cuantificar primas que hubieran cubierto todos los riesgos identificados por el trabajador fallecido. Esta estimación variaría de caso a caso y sería de difícil estimación. No obstante, existen un número significativo de estimaciones que vienen de estudios que miden diferenciales en las compensaciones por los riesgos percibidos en los distintos tipos de trabajo en el mercado laboral (Wang y He; 2010: 2).

El método de salarios hedónicos fue propuesto por Thaler y Rossen (1976). En este ensayo los autores propusieron el primer modelo conceptual que permitía analizar el Valor Estadístico de la Vida humana más o menos de un modo consistente. Para hacerlo se basaron en las observaciones de Adam Smith que los individuos podían ser motivados a tomar trabajos riesgosos si eran inducidos a ello por un conjunto de diferencias en las tasas de salarios que compensaran adecuadamente los riesgos característicos de cada tipo de trabajo. Según estos autores, la lógica de Smith invitaba a conceptualizar el Mercado de Trabajo como un mecanismo de transacción de riesgos que podrían variar de trabajo en trabajo y según las características específicas de los trabajos ofrecidos.

En esta aproximación las empresas pueden ser vistas como ofertantes de puestos de trabajos de distintos grados de seguridad y los trabajadores como demandantes de los mismos.

En el modelo propuesto por Thaler y Rossen, los trabajadores no solo venden su fuerza de trabajo sino que compran al mismo tiempo todos los aspectos monetarios y psicológicos que caracterizan a la ocupación en que están interesados. Las empresas compran el trabajo, pero al mismo tiempo venden las características específicas de las ocupaciones. Entre estas características podemos tener los riesgos de muerte y accidentes (Thaler y Rossen; 1970: 268).

En este mercado de trabajo, los salarios de equilibrio son caracterizados por una función $W(\rho)$ en la que ρ es un índice que mide la probabilidad de sufrir un accidente. Dada esta función de equilibrio, cada trabajador elige un valor óptimo para ρ cuando compara los costos psicológicos que se asocian a un mayor riesgo. Si los trabajadores son adversos al riesgo, el salario monetario que lo induciría a aceptar la ocupación sería una función positiva del grado de riesgo que caracteriza a la misma. Por otro lado, las empresas también pueden decidir los riesgos que caracterizan a sus distintos puestos de trabajo, pues pueden controlar estos, a un mayor costo, si proveen medidas adicionales de seguridad.

En esta perspectiva, la función de producción de una empresa dependería de dos factores: la cantidad de trabajo contratado, L , y el nivel de riesgo, ρ , que caracteriza la ocupación en cuestión. Ello se puede formalizar con la función de producción que indicamos a continuación.

$$Y = g(L, \rho)$$

Donde Y es el nivel de producción, sujeto a las siguientes restricciones:

- i) $g_L > 0$ y $g_{LL} < 0$
- ii) $g_{L\rho} < 0$
- iii) $g_\rho > 0$ para $0 \leq \rho < \bar{\rho}$, donde $\bar{\rho}$ es una constante técnica determinada, y $g_{\rho\rho} < 0$

Las empresas pueden controlar el riesgo si compran e instalan medidas de seguridad. El costo de las mismas se puede representar con una función $G(1-\rho)$ con $G' > 0$ y $G'' < 0$.

De esta forma las empresas maximizarían sus beneficios mediante la elección de la cantidad de trabajo a contratar y el nivel de riesgo a ofrecer. La función de beneficios se indica a continuación:

$$\Pi = g(\rho, L) - W(\rho)L - G(1 - \rho)$$

Donde el precio del producto en cuestión se asume igual a 1. Las condiciones para obtener un máximo serían:

$$g_L = W(\rho)$$

$$g_\rho + G' = W'(\rho)L$$

La primera condición establece la igualdad entre los salarios y el producto marginal del trabajo. La segunda iguala los beneficios del riesgo y los costos asociados al mismo. Los costos son los pagos adicionales, $W(\rho)L$, que hay que hacer para atraer a los trabajadores hacia las ocupaciones más riesgosas, los beneficios de la producción adicional y el costo que se ahorra cuando se dejan de instalar o comprar procedimientos para garantizar la seguridad de los trabajos.

Por otro lado, los trabajadores pueden elegir el nivel de riesgo de sus ocupaciones maximizando el valor de su utilidad. Los accidentes que pueden sufrir pueden representarse por una constante k que mide la proporción de salario perdido si ocurre un accidente. Cuando existe un mercado que le permite a los trabajadores asegurarse contra los riesgos, la utilidad esperada viene determinada por la siguiente condición:

$$E = (1 - \rho)U\left[W(\rho) - \frac{\rho}{1 - \rho}I\right] + \rho U[(1 - k)W(\rho) + I]$$

Donde I denota el monto del seguro y $\frac{\rho}{1 - \rho}$ el costo del mismo. En esta fórmula $W - \frac{\rho}{1 - \rho}I$ es el ingreso neto del trabajador cuando no ocurre un accidente y $W(1 - k) + I$ es su ingreso cuando ocurre un accidente. Los trabajadores pueden elegir el riesgo de su ocupación y el monto de seguro a comprar.

Cuando diferenciamos la utilidad esperada con respecto a ρ , obtenemos:

$$U'\left(W - \frac{\rho}{1 - \rho}I\right) = U'[W(1 - k) + I]$$

Esta fórmula implica que el monto del seguro comprado I será igual a $(1 - \rho)kW$. Cuando se sustituye esta condición en la ecuación de la utilidad esperada, esta se simplifica en la siguiente condición:

$$E = U[(1 - \rho k)W(\rho)]$$

A partir de esta fórmula, podemos encontrar el salario que haría indiferente a los trabajadores entre trabajos que ofrecen riesgos alternativos, el cual sería:

$$Wk = \frac{f(E)}{1 - \rho k}$$

Donde $f(E)$ es la inversa de la función de Utilidad Esperada. Cuando diferenciamos el logaritmo de Wk con respecto a ρ podemos mostrar que:

$$\frac{1}{W} \frac{\partial W}{\partial \rho} = \frac{k}{1 - \rho k}$$

Esta relación nos muestra que los salarios marginales dependen solo del riesgo, lo que lleva a la siguiente relación de equilibrio:

$$W(\rho) = \frac{C}{1 - \rho k}$$

Donde C es una constante de integración determinada al igualar la cantidad de trabajo con su demanda. Esta condición nos muestra las características esenciales de la teoría de Adam Smith. Nótese que las ganancias esperadas de las distintas ocupaciones son $(1 - p)W(\rho) + p(1 + k)W(\rho)$ e igualan todos a C . En este caso, el seguro perfecto implica que los trabajadores adversos al riesgo actúan como si fueran maximizadores de su ingreso esperado. Cuando estos supuestos son relajados, las condiciones se complican sustancialmente³. Cuando combinamos las preferencias de los trabajadores y las decisiones de la empresa, es posible derivar una relación entre los salarios y el riesgo que tendría la siguiente forma:

$$W = a_0 + a_1\rho + \text{término de error}$$

Dónde W es el salario observado, ρ el riesgo, y a_0 un coeficiente que muestra el impacto de otras variables omitidas como la edad del trabajador, su productividad, etc. Para estimar esta línea de regresión se requiere contar con información de las ganancias de los trabajadores, los riesgos de sus trabajos y sus características personales. El *paper* de Thaler & Rosen, 1976 usó para este propósito una data que provenía de la sociedad de actuarios de los Estados Unidos y que se muestra en la Tabla 2.

La tabla 2 nos muestra la probabilidad de muerte de las distintas ocupaciones de los Estados Unidos. Las ocupaciones más riesgosas son los oficios de vigilancia donde hay 267 muertes por cada 100,000 trabajadores. Otras ocupaciones donde los riesgos son importantes son las vinculadas al transporte, la producción de acero y la minería. En la minería se registraron 176 muertos por cada 100,000 trabajadores. Con esta tabla los autores realizan una regresión que liga los salarios con el riesgo y otras características de la industria. La relación específica es la siguiente:

$$\ln(W) = \sum_{i=1}^n \beta_i X_i + \gamma \rho$$

Donde W son salarios, ρ la probabilidad de muerte y X_i son distintas variables de control como la edad, la raza o el sector industrial de los trabajadores. En esta regresión la variable que nos interesa es γ ya que mide el impacto que el riesgo tiene sobre los salarios. En la estimación, el valor de este coeficiente es igual 0.0352, lo que implicaría que todas las ocupaciones que tienen riesgos adicionales de 0.001 tienen un premio de \$3.52 por semana con respecto a los trabajos que no tienen ese riesgo. La pendiente de la curva de riesgo es importante porque mide el valor de la vida humana.

³ Consultar Thaler y Rossen (1970: 273-278).

Tabla 2: Conjunto de ocupaciones y sus riesgos en Estados Unidos

Ocupación	Riesgo	Ocupación	Riesgo
Pescadores	19	Conductores de camiones	98
Guardabosques	22	Camareros	176
Camioneros	114	Cocineros	132
Leñador	256	Bomberos	44
Operarios mineros	176	Guardias, vigilantes y conserjes	267
Limador de metal, Afilador y pulidor	41	Alguaciles, guardias de policía, Gobernadores y agentes judiciales	181
Fabricante de calderas	230	Policías y Detectives	78
Operadores de grúa y enganchadores	147	Estibadores y cargadores	101
Pintores de fábrica	81	Actores	73
Otros pintores	46	Conductores de ferrocarriles	203
Electricistas	93	Empleados de barcos	156
Montacargas de ferrocarril	88	Vendedores ambulantes y traficantes	76
Herreros de estructuras	204	Técnicos eléctricos y soldados	2
Fogoneros de locomotoras	186	Operadores de maquinaria pesada	103
Operarios de plantas de energía	6	Ascensoristas o Botones	188
Marineros y marineros de cubierta	163	Operarios de lavandería	126
Aserradores	133	Mozos	134
Guardagujas	152		
Taxistas	182		

Fuente: Thaler y Rossen (1970: 288)

Reproducimos a continuación la explicación de los autores.

*"Suponga que 1,000 hombres estén empleados en un trabajo que conlleva un riesgo de muerte extra de 0.001 por año. Entonces, en promedio, un hombre de los 1000 morirá durante el año. La regresión indica que cada hombre debería estar dispuesto a trabajar por \$ 176 menos por año si la probabilidad del riesgo extra fuese reducida de 0.001 a .0. Por lo tanto, juntos deberían pagar \$ 176,000 para eliminar esta muerte: el valor de la vida salvada debería ser \$ 176,000."*⁴

Por su parte, Riera, Ripoll y Mateu (2007) realizaron un trabajo similar para España. En él se estima la siguiente función de salarios hedónicos:

$$\ln w_i = \beta_0 + \beta'_x X + \beta'_r R + u_i$$

Donde, la w_i es el logaritmo neperiano del salario de cada individuo i , β_0 es la constante, X recoge los factores determinantes del salario correspondientes a las características individuales y del puesto de trabajo, β'_x es un vector con los parámetros de las variables de la matriz X , R son los índices del riesgo mortal y no mortal incluidos

⁴ Traducción libre del original "Suppose 1,000 men are employed on a job entailing an extra death risk of .001 per year. The regression indicates that each man would be willing to work for \$176 per year less if the extra death probability were reduced from .001 to 0. Hence, they would together pay \$ 176,000 to eliminate that death: the value of the life saved must be \$ 176,000" (Thaler y Rossen; 1970:292).

al modelo. β'_r es un vector con los coeficientes estimados para los índices de riesgo y u_i es el término de error.

Usando los coeficientes de esta regresión es posible calcular el valor de la vida humana con la siguiente expresión:

$$(\bar{w}) \cdot \beta'_r \cdot 1000$$

El trabajo de Riera, Ripoll y Mateu (2007) combina la información contenida en el panel de hogares de la Unión Europea y la estadística de accidentes de trabajo del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Cuando utilizaron de forma conjunta la información incluida en estas fuentes lograron clasificar a los individuos en 18 ramas de actividad y 18 ocupaciones. Algo similar podría hacerse en el Perú, utilizando la ENAHO si existieran microdatos que reportaran los accidentes de trabajo.

Se ha reproducido en la Tabla 3 las probabilidades de riesgo mortal por ocupación y ramas de actividad para España. Los resultados obtenidos para el año 2000 muestran que el coeficiente de riesgo es igual a 0.16, lo que arroja un valor estadístico de la vida humana igual a 2.04 millones de euros. Cuando se considera el periodo inmediatamente anterior se obtiene un valor igual a 2.69 millones de euros, resultado que sugiere que los estimados obtenidos a partir de este procedimiento pueden ser bastante inestables.

Tabla 3: Índices de riesgo mortal cruzados para ocupaciones y ramas de actividad 1997-2000 para España

	Agricultura y pesca	Industrias extractivas y energía	Industrias manufacture ras	Construcci ón	Comercio y hostelería	Transp orte	Servicios y empresas e intermediació n financiera	Educación , sanidad y servicios públicos	Total ocupacion es
1997-2000									
Dirección de empresas y A.A.P.P.	0.12	0.06	0.12	0.11	0.20	0.14	0.15	0.09	0.14
Técnicos y profesionales superiores	0.19	0.06	0.03	0.19	0.11	0.09	0.06	0.03	0.04
Técnicos y profesionales de apoyo	0.33	0.08	0.17	0.12	0.17	0.11	0.05	0.03	0.09
Empleados administrativos	0.06	0.00	0.04	0.05	0.04	0.10	0.04	0.03	0.04
Empleados de servicios comerciales y personales	1.17	0.25	0.03	0.25	0.06	0.09	0.32	0.04	0.06
Trabajadores cualificados del sector primario	0.68		0.25		0.25			0.11	0.60
Trabajadores cualificados de la industria y la construcción	1.83	0.13	0.13	0.27	0.09	0.14	0.54	0.15	0.19
Operadores y montadores de instalaciones y maquinarias	0.78	0.13	0.13	0.30	0.42	0.56	0.77	0.29	0.27
Trabajadores no cualificados	0.15	0.15	0.15	0.31	0.14	0.20	0.10	0.06	0.14
Total ramas de actividad	0.34	0.24	0.12	0.26	0.09	0.28	0.09	0.04	0.13
2000									
Dirección de empresas y A.A.P.P.	0.00	0.00	0.15	0.14	0.10	0.19	0.12	0.03	0.11
Técnicos y profesionales superiores	0.15	0.03	0.05	0.18	0.08	0.07	0.04	0.03	0.04
Técnicos y profesionales de apoyo	0.00	0.17	0.17	0.10	0.13	0.17	0.03	0.04	0.08
Empleados administrativos	0.00	0.00	0.03	0.04	0.04	0.07	0.04	0.02	0.04
Empleados de servicios comerciales y personales	0.67	0.00	0.11	0.67	0.06	0.12	0.28	0.04	0.06
Trabajadores cualificados del sector primario	0.72		0.50		0.50			0.06	0.63
Trabajadores cualificados de la industria y la construcción	1.67	0.43	0.14	0.28	0.08	0.16	0.79	0.22	0.20
Operadores y montadores de instalaciones y maquinarias	0.60	0.27	0.12	0.29	0.48	0.66	0.62	0.43	0.02
Trabajadores no cualificados	0.18	0.30	0.17	0.35	0.18	0.26	0.13	0.06	0.17
Total ramas de actividad	0.35	0.24	0.12	0.28	0.09	0.31	0.09	0.05	0.13

Fuente: Riera, Ripoll y Mateu (2007:37).

c) Modelos de meta análisis

Como en los países en vías de desarrollo no es posible realizar estudios similares a los realizados en los países desarrollados debido a la ausencia de información, numerosos autores han propuesto construir estimados del Valor Estadístico de la Vida Humana basados en tres procedimientos: a) escalares; b) calibración y c) estimación directa.

Los métodos escalares derivan los estimados para los países en vías de desarrollo con calibraciones que se basan en las diferencias del ingreso per cápita. Aunque los métodos escalares son relativamente simples, provocan frecuentemente problemas porque las diferencias de ingreso per cápita no son los únicos determinantes del valor de la vida humana. Además, la elasticidad ingreso del valor de la vida humana no es necesariamente constante como lo han demostrado numerosos autores (Viscusi y Aldy: 2003; Chestnut et al: 1997, Albertini y Krupnik y otros: 2002).

Viscusi y Aldy (2003) discuten los resultados de distintos estudios hechos para Estados Unidos que utilizan datos de distintas fuentes y distintos periodos históricos. Los estudios, en general, arrojan un Valor Estadístico de la Vida humana, para el año 2000, bastante amplio, que varía entre un mínimo de un millón de dólares y un máximo de 20.3 millones de dólares (consultar Tabla 4).

El nivel de ingreso de los trabajadores incluidos en estos estudios muestra también una amplia variación. El valor promedio es de \$31,737 y el valor estadístico de la vida humana que corresponde a este promedio es de \$7,977,778. Si en vez del promedio, consideramos la mediana de los ingresos, los valores serían \$31,027 con un valor estadístico de la vida humana de \$7,500,000. Los ingresos máximos incluidos en estos estudios son \$49,019, con un valor estadístico de la vida humana de \$20,800,000. Los ingresos mínimos arrojan un valor de ingresos medio de \$21,636, con un valor estadístico de la vida humana de \$700,000. También es importante el ratio Valor estadístico de la Vida humana/ Ingresos medios de los trabajadores incluidos en la muestra, el cual arroja que el valor estadístico de la vida humana es, en promedio, 285.08 veces el ingreso medio de los trabajadores. Si por el contrario consideráramos la mediana, el valor de la vida correspondería a 241.92 veces el ingreso medio. Asimismo, el ratio máximo es de 845.15 veces y el ratio mínimo es de 20.82 veces el ingreso medio del trabajador.

Cuando escalamos estos estimados para el Perú para el mismo año, es posible obtener un estimado para la vida humana que varía entre un mínimo \$81,739 y un máximo \$3,318,576. Si se considera el valor promedio que arrojan los estudios, la escala relevante para el Perú sería \$1,119,381, mientras que la mediana arrojaría un valor igual a \$949,908. Para derivar los estimados se han omitido las diferencias demográficas que pueden existir entre la población peruana y la considerada en estos estudios. Aunque este cálculo es solo referencial, nos proporciona una idea del rango de variación que puede tener el valor estadístico de la vida humana en el Perú. El estimado del ingreso de los trabajadores se construyó a partir del dato de productividad del año 2000. Este arrojó un valor de 3,927 dólares corrientes. Como la remuneración del trabajo fue equivalente a dos tercios de este monto, el ingreso promedio relevante sería 2,618 dólares corrientes. Los estimados escalados, con esta corrección, podrían variar entre

un mínimo de \$54,492 y un máximo de \$2,212,384. Los valores que corresponden a la media y la mediana serían \$746,254 y \$633,272, respectivamente.

Tabla 4: Resumen de los estudios del Mercado Laboral realizados para estimar el VEV en Estados Unidos

Autores y año de publicación	Riesgo medio	Nivel de Ingreso Promedio (2,000 US\$)	VEV Implícito (2,000 millones de US\$)
Smith (1974)	0.000125	\$29,029	\$9.20
Thaler y Rosen (1975)	0.001	\$34,663	\$1.00
Smith (1976)	0.0001	\$31,027	\$5.90
Viscusi (1978a, 1979)	0.0001	\$31,842	\$5.30
Brown (1980)	0.002	\$49,019	\$1.90
Viscusi (1981)	0.0001	\$22,618	\$8.30
Olson (1981)	0.0001	\$36,151	\$6.70
Arnoukl y Nichols (1983)	0.001		0.50, 1.30
Butler (1983)	0.00005	\$22,713	\$1.30
Low y McPheters (1983)	0.003	\$33,172	\$1.40
Dorsey y Walzer (1983)	0.000052	\$21,636	\$ 11.80, \$ 12.30
		\$29,038,	
Leigh y Fokom (1984)	0.0001	\$36,946	\$10.10 - \$13.30
Smith y Gilbert (1984, 1985)	NA		\$0.90
Dillingham y Smith (1984)	0.000082	\$29,707	\$ 4.10- \$ 8.30
Dillingham (1985)	0.000008 , 0.00014	\$26,731	1.20, 3.20, 6.80
Leigh (1987)	NA		\$13.30
Moore y Viscusi (1988a)	0.00005, 0.00008	\$24,931	3.20, 9.40
Moore y Viscusi (1988b)	0.00006	\$31,092	\$9.70
Garen (1988)	0.000108	\$29,865	\$17.30
Viscusi y Moore (1989)	0.0001	\$24,611	\$10.00
Herzogman (1990)	0.000097	\$48,364	\$11.70
Moore y Viscusi (1990b)	0.0001	\$24,611	\$20.80
Moore y Viscusi (1990c)	0.0001	\$24,611	\$20.80
Kniesner y Leeth (1991)	0.0004	\$33,627	\$0.70
Gegax, Gerking y Schelze (1991)	0.0009	\$41,391	\$2.10
Leigh (1991)	0.000134	\$32,961	\$7.10-\$15.30
		\$46,865,	
Berger y Gabriel (1991)	0.00008, 0.000097	\$48,029	\$8.60, \$10.90
Leigh (1995)	0.00011, 0.00013	\$29,587	\$8.10 - \$16.80
Dorman y Hagstrom (1998)	0.000123, 0.0001639	\$32,243	\$8.70 - \$20.30
Lott y Manning (2000)	NA	\$30,245	\$1.50, \$3.0 (\$2.0, \$4.0)

Fuente: Viscusi y Aldy (2003:19-21).

Para superar los problemas que poseen los métodos escalares, numerosos estudios han intentado derivar una función de predicción del valor estadístico de la vida humana que tome en cuenta otras características: demografía, diferencias en el riesgo ocupacional, vida promedio de los trabajadores, nivel educativo y cobertura de la seguridad social. Un ejemplo de estos estudios lo constituye el trabajo de Bowland & Beghin, 2001, quienes analizan la información de cuarenta (40) países industriales para establecer cuáles son los determinantes del valor de la vida humana.

Los estudios de meta análisis basados en funciones de predicción nos permiten superar algunos de los problemas de los métodos escalares simples, ya que estos pueden tomar en cuenta factores específicos de un país determinado, como pueden ser las distorsiones salariales, los subsidios a los servicios públicos y las tasas de desempleo estructural. Esto es de particular importancia no solo porque estas condiciones pueden contradecir los supuestos implícitos en los estudios originales, sino porque los estudios en los países industriales tienden a ignorar el papel crucial que pueden jugar variables como la edad y la salud en las valoraciones del riesgo de mortalidad.

Es claro que los métodos basados en la estimación directa a través de una encuesta Ad-Hoc podrían solucionar muchos de estos problemas. El problema es la escasez de estudios directos que estimen el valor estadístico de la vida humana en países en vías de desarrollo y el escaso número de estudios que realicen una valorización contingente del riesgo de mortalidad que se deriva de la contaminación del aire o de los accidentes de tráfico. Estos estudios podrían arrojar estimadores del Valor estadístico de la Vida bastante diferentes a los que se derivan de los estudios de los países industriales, dadas las diferencias que existen en los sistemas de salud, sistemas de tránsito y regulaciones ambientales.

4. Elección del Enfoque de Estimación

Si bien existen múltiples metodologías para estimar el Valor Estadístico de la Vida Humana, la presente consultoría adoptará el enfoque de capital humano porque sirve como un punto de partida en el cálculo del Valor Estadístico de la Vida, sin que ello signifique que esté exento de desventajas. A continuación, se presenta una breve definición del enfoque de capital humano, seguido por sus principales ventajas y desventajas.

El enfoque del capital humano tiene como finalidad estimar el costo que genera fallecer por una muerte prematura reflejada en la productividad del trabajo. Este enfoque tiene como supuesto que el costo de la pérdida de un individuo corresponde al potencial productivo que deja de realizar. Este potencial es reducido al valor presente de los ingresos futuros antes de impuestos que un individuo podría ganar de no haber fallecido. Prevenir su muerte significaría recuperar las ganancias futuras esperadas para el resto de su vida útil.

Este enfoque utiliza datos de las estadísticas nacionales disponibles y de fácil acceso, además de generar estimaciones menos sensibles. El cálculo se presenta más sencillo y los resultados más claros y consistentes por las siguientes razones:

- (i) La simplicidad metodológica debido a la utilización de pocas variables - los ingresos netos- permite obtener una medición del valor actual de una manera que pueda ser reproducible o replicable con facilidad.
- (ii) Existe la posibilidad de calcular el Valor Estadístico de la Vida tomando en cuenta la diversidad de la población laboral a partir de las diferencias de ingresos por género, actividad económica, edad, ámbito geográfico, etc.
- (iii) La fórmula de estimación permitirá que la fórmula sea actualizable en el futuro utilizando la información estadística más reciente que es pública como la ENAHO, Estadísticas del Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, BCRP e INEI.
- (iv) Los resultados son consistentes a través del tiempo porque considera variables observables que se mantienen relativamente estables como son los ingresos netos y la probabilidad de sobrevivir de las personas.

Sin embargo, no se debe olvidar que el enfoque del capital humano presenta limitaciones directamente asociadas con su método altamente simplificado, tanto que puede considerarse un enfoque reduccionista porque:

- (i) No considera el bienestar ni las preferencias individuales de los trabajadores ni las diferencias salariales existentes en el mercado laboral, tampoco considera a la población que está fuera de la PEA.
- (ii) No se incluye la productividad de los individuos que realizan labores productivas pero que no se encuentran en el mercado laboral formal. Esta exclusión es importante para el caso peruano debido al gran porcentaje de PEA que aún se encuentra en la informalidad.
- (iii) Es importante resaltar que estos estimados marcan un valor mínimo para la vida humana, pues es un método que tiende a subvalorar la vida humana.
- (iv) La población más joven se encuentra en una posición desfavorable porque el factor de descuento utilizado disminuye sustancialmente su valor estadístico

de la vida al ser aproximado a través de sus ingresos futuros, los que en su caso particular son bastante lejanos.

- (v) La población más anciana se encuentra en una posición desfavorable porque sus ingresos percibidos tienden a ser menores porque ya no trabajan, lo que disminuye sustancialmente el valor estadístico de su vida.
- (vi) Es importante entender que estos estimados pueden ser sensibles a los parámetros utilizados a la hora de computar las anualidades contingentes, especialmente la tasa social de descuento que también es estimada de manera indirecta. Es decir, las estimaciones podrían presentar errores de cálculo.

Como ya se dijo, existen múltiples metodologías para estimar el Valor Estadístico de la Vida Humana, pero la presente consultoría adoptará el enfoque de Capital Humano al considerarla la metodología adecuada para dar inicio al cálculo del Valor Estadístico de la Vida en el Perú, por su fácil actualización y su bajo costo de estimación, a pesar de sus desventajas, especialmente si se considera que las estimaciones corresponden al límite inferior del valor de la vida humana.

III METODOLOGÍA PARA ESTIMAR EL CAPITAL HUMANO

1. El crecimiento de la productividad del Trabajo

En la Tabla 5 se presentan algunos componentes del Producto Bruto Interno según tipo de ingreso para el periodo 2007-2016. Los datos se obtuvieron de la página web oficial del INEI. A los ingresos por trabajo se le adicionó el excedente de explotación bruto para conformar el Ingreso Nacional por medio de los costos de factores. Para calcular la productividad de trabajo se consideró la variable "ingresos asociados al trabajo" que incluyeron los ingresos por remuneraciones y los ingresos mixtos. Es importante notar que el ingreso de los trabajadores es menor al PBI nominal y no siempre mantienen los mismos movimientos.

Tabla 5: Producto Bruto Interno según tipo de ingreso, 2007 - 2016

(En millones de soles – valores a precios corrientes)

Años	Producto Bruto Interno	Ingreso Nacional a costo de factores	Remuneraciones	Ingreso mixto	Ingresos de trabajo	Excedente de explotación bruto
2007	319,693	291,673	98,127	65,457	163,584	128,089
2008	352,719	322,101	107,951	73,884	181,835	140,266
2009	363,943	331,817	113,918	80,849	194,767	137,050
2010	416,784	379,634	126,837	90,176	217,013	162,621
2011	473,049	433,314	141,596	100,343	241,939	191,375
2012	508,131	461,803	156,301	110,028	266,329	195,474
2013P/	543,670	492,076	169,634	115,633	285,267	206,809
2014P/	570,780	515,234	180,554	123,330	303,884	211,350
2015E/	602,527	544,377	189,827	130,720	320,547	223,830
2016E/	648,719	591,902	204,006	147,942	351,948	239,954

Fuentes: Instituto Nacional de Estadística e Informática

En la Tabla 6 se presentan las remuneraciones reales de los trabajadores para el periodo 2007-2016. Para el periodo 2007-2015, la PEA Ocupada se obtuvo de la página web oficial del INEI. Para el 2016, el valor fue calculado a partir de la tasa de crecimiento de la PEA ocupada promedio de Lima Metropolitana 2015-2016. Para calcular el ingreso real del trabajo se consideró la variable "el total de ingresos asociados al trabajo" calculada previamente (Tabla 5). Este valor fue dividido entre la Población Económicamente Activa (PEA) a nivel nacional para obtener el Ingreso del Trabajo Promedio. Este valor fue multiplicado por el deflactor (PIB Nominal a precios corrientes/ PIB Real a precios del 2007) para, de ese modo, obtener el ingreso promedio real del trabajo.

Tabla 6: Las remuneraciones reales de los trabajadores, 2007-2016

(En nuevos soles corrientes y número de personas)

	Total de Ingresos	PEA Activa	Ingreso por trabajo	Deflactor	Ingreso real por trabajo
2007	163,584,000,000	14,197,152	11,522.31	1.00	11,522.31
2008	181,835,000,000	14,459,187	12,575.74	1.01	12,438.51
2009	194,767,000,000	14,757,684	13,197.67	1.03	12,789.71
2010	217,013,000,000	15,089,871	14,381.37	1.09	13,183.92
2011	241,939,000,000	15,307,326	15,805.44	1.16	13,573.76
2012	266,329,000,000	15,541,484	17,136.65	1.18	14,542.13
2013P/	285,785,000,000	15,683,616	18,221.88	1.19	15,298.08
2014P/	304,317,000,000	15,796,885	19,264.37	1.22	15,767.80
2015E/	325,838,000,000	15,918,945	20,468.57	1.25	16,386.69
2016E/	351,948,484,479	16,072,723	21,897.25	1.29	16,310.25

Fuentes: Instituto Nacional de Estadística e Informática; y Banco Central de Reserva: 2016.

En la Tabla 7 se presentan la productividad y el ingreso real promedio del trabajo para el periodo 2007-2016. La productividad del trabajo se obtuvo dividiendo el Producto Bruto Interno (PBI) entre la PEA Ocupada, ambos datos disponibles en las tablas anteriores, y el ingreso real promedio se tomó de los cálculos anteriores. Luego se calculó la tasa de crecimiento anual para ambas variables al tomar la diferencia de los logaritmos naturales de sus valores deflactados.

Tabla 7: La Productividad y el Ingreso Promedio del Trabajo, 2007-2016

(En Soles y en Porcentajes)

	Ingreso Nominal promedio por Trabajo	Ingreso Real promedio por Trabajo	Productividad del Trabajo	Tasa de Crecimiento del Ingreso Real promedio por Trabajo	Tasa de Crecimiento de la Productividad del Trabajo
2007	11,522	11,522	22,518	-	4.49%
2008	12,576	12,439	24,128	7.65%	6.90%
2009	13,198	12,790	23,899	2.78%	-0.95%
2010	14,381	13,184	25,320	3.04%	5.78%
2011	15,805	13,574	26,540	2.91%	4.70%
2012	17,137	14,542	27,745	6.89%	4.44%
2013	18,222	15,298	29,103	5.07%	4.78%
2014	19,264	15,768	29,574	3.02%	1.61%
2015	20,469	16,387	30,302	3.85%	2.43%
2016	21,897	16,310	31,177	-0.47%	2.85%
Promedio				3.86%	3.81%
Desviación Estándar				2.43%	2.39%

Elaboración Propia. Se utilizaron los datos oficiales disponibles.

De este modo se obtuvieron las tasas de crecimiento de los últimos diez años. Con esos datos se calculó el crecimiento promedio de la década con la siguiente fórmula:

$$Tasa\ de\ crecimiento\ promedio = \left(Exp \left(\bar{x} + \frac{s_x^2}{2} \right) \right) - 1$$

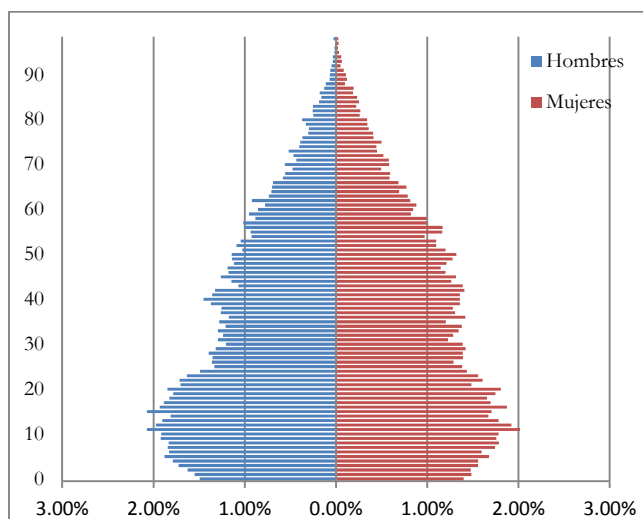
Como resultado se obtuvo una tasa de crecimiento promedio de la productividad del trabajo (PMgL) de 3.91% y una tasa de crecimiento promedio del ingreso por trabajo de 3.97%.

2. Estructura de edades de la población

En el Gráfico 1 se presenta la estructura de edades según sexo para el 2016. Los datos fueron obtenidos de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH) para el año 2016, y se presentan en el Anexo 1. Al ser una encuesta representativa de la población nacional, solo se utilizó el factor de expansión correspondiente para aproximar el número de hombres y mujeres para el rango de edades entre los 0 y 98 años. El valor máximo superior fue elegido porque fue la edad máxima observada en la ENAH. Aquello no quiere decir que no existan personas mayores de 98 años de edad; sin embargo, al ser una edad bastante avanzada existen pocas posibilidades de encontrar personas con edades superiores, convirtiéndose en un valor extremo con dificultades empíricas para generar una aproximación plausible.

El gráfico muestra que existe un envejecimiento de la población debido a la reducción del tamaño relativo de grupos etarios más jóvenes (el número de niños y niñas menores de 10 años). Por otro lado, la proporción más grande de hombres y mujeres se encuentra entre los 10 y 20 años de edad, donde también se encuentra la edad mínima de trabajar. También se observa que hay una proporción importante de población entre los 40 y 50 años de edad, población que está empleada o en busca de un empleo, por tanto con altas probabilidades de pertenecer a la PEA Ocupada.

Gráfico 1: Pirámide poblacional según sexo (En porcentajes)



Fuente: ENAHO: 2016.

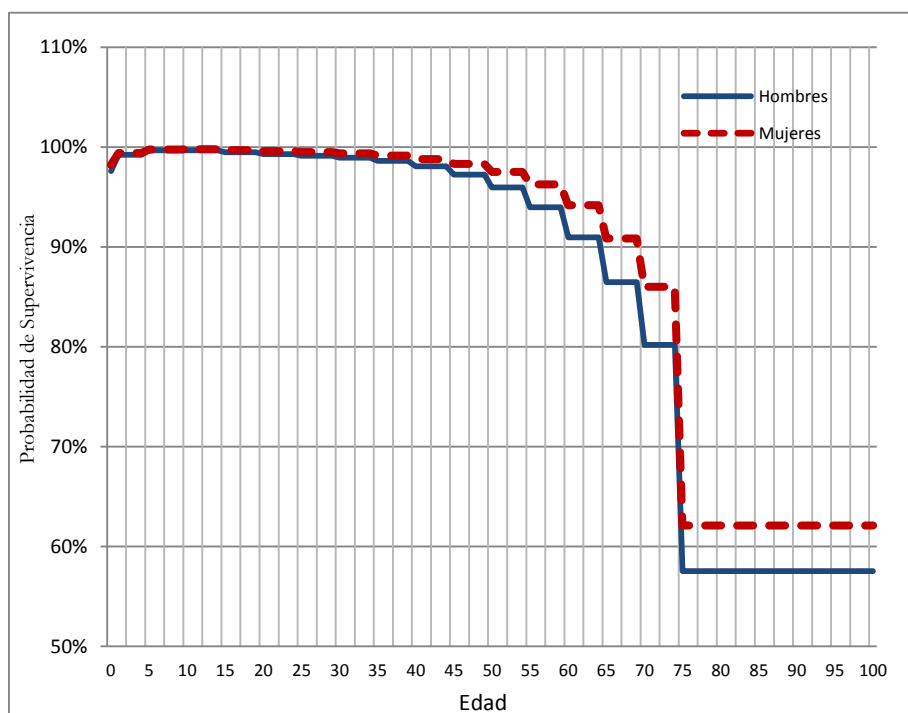
3. Probabilidades de sobrevivencia de la población

La probabilidad de sobrevivencia de una persona de edad exacta “x” de sobrevivir “n” años más se calcula como el cociente entre el número de individuos vivos a la edad “x+n” y el de los vivos a la edad “x”. La información se obtuvo de las "Tablas abreviadas de Mortalidad" para el periodo 2015-2020 publicado en el Informe "Perú: Situación y perspectivas de la Mortalidad por Sexo y Grupos de edad, Nacional y por Departamento, 1990 a 2025" (publicado el 2010). Los datos abarcaban el periodo de vida entre los cero (0) y 79 años –en quinquenios- tanto para hombres como para mujeres.

A partir de los datos originales se completó la serie con periodicidad anual al repetir la probabilidad original durante los cinco años del periodo correspondiente, como se muestra en el Gráfico 2. Para el periodo de vida comprendido entre los 80 y los 100 años se realizó una aproximación utilizando la tasa anual de mortalidad por edades. Esta tasa es definida como el cociente entre el número de muertes de la cohorte de la tabla de mortalidad ocurridas entre las edades exactas x y x+n y el tiempo vivido por la cohorte a lo largo de las edades (INEI; 2010:57). Los datos originales se obtuvieron del mismo informe sobre la situación y perspectivas de mortalidad en el Perú (INEI: 2010).

Gráfico 2: Probabilidad de sobrevivencia, según sexo

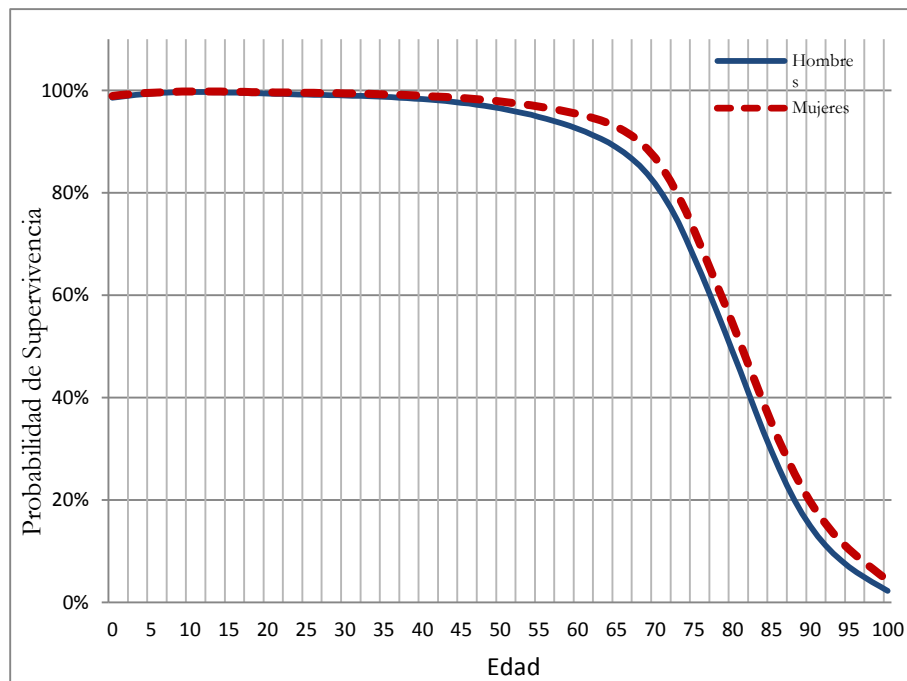
(En porcentajes)



INEI: 2010.

Al ser datos quinquenales, se procedió a suavizar la distribución. Para ello se aplicó el filtro Hodrick-Prescott con un ajuste de sensibilidad de $\lambda = 100$ con el objetivo de extraer el componente tendencial y generar una distribución suavizada de la tasa de mortalidad con periodicidad anual. Se utilizaron estos datos para calcular la probabilidad de supervivencia de hombres y mujeres de 80 años en adelante. Para ello, se multiplicó el último valor original disponible de la distribución de probabilidad de supervivencia por uno menos la tasa de mortalidad suavizada. De ese modo se logró obtener las probabilidades de supervivencia de hombres y mujeres de 80 años en adelante. Una vez obtenida la serie completa de probabilidad de supervivencia, y, al ser estos datos quinquenales, se realizó el mismo procedimiento para obtener datos de periodicidad anual, es decir, se aplicó el filtro Hodrick-Prescott con un ajuste de sensibilidad de $\lambda = 100$ para las distribuciones de hombres y mujeres entre los cero y 100 años de edad mostrados en el Gráfico 3 -los datos se pueden encontrar en el Anexo 2.

Gráfico 3: Probabilidad de supervivencia suavizada, según sexo
(En porcentajes)



Elaboración propia.

Tanto en el Gráfico 2 como en el Gráfico 3 se observan diferencias entre hombres y mujeres. Como es previsible, las mujeres tienen una probabilidad de supervivencia mayor que los hombres debido a diversos factores. Esta diferencia se acrecienta a partir de la mitad de la distribución (50 años) hasta el final de la vida (100 años). Esta diferencia será considerada en el cálculo del Valor Estadístico de la Vida Humana.

4. Ingresos anuales por sexo y edad

Para aproximar los ingresos percibidos por hombres y mujeres se realizaron dos cálculos; primero, el ratio de ingresos laborales para hombres y mujeres, y luego el ingreso anual promedio para el periodo 2016-2114.

Primero, se aproximó la distribución del ingreso promedio percibido de acuerdo a la edad que tenían hombres y mujeres a partir de la Encuesta Nacional de Hogares del 2016. Se definió la variable ingreso como el ingreso promedio mensual sin considerar pago en especies o subsidios del Estado. Esta se construyó a partir de la periodicidad de pago y el ingreso percibido por realizar una actividad productiva de todos los miembros del hogar que tuviesen 14 años de edad o más. La variable ingreso fue cruzada con el sexo y la edad de los encuestados para calcular el ingreso promedio y el ingreso total percibido según el sexo y la distribución de edades observada. Los ingresos por edad tanto de hombres como de mujeres se sumaron para obtener el ingreso total percibido por todos los hombres, todas las mujeres y la totalidad de la muestra observada. A partir de estos tres datos se calculó el ratio de ingresos promedio de hombres y de mujeres respecto del promedio como lo muestra la Tabla 8.

Tabla 8: Ratio de ingresos mensuales por trabajo según sexo

	Hombres	Mujeres	Total
Ingreso Total	14,160,610,538.85	11,364,127,508.16	26,188,450,150.19
Ingreso Promedio	1,187.83	941.89	1,060.64
Ratio	1.11992	0.88805	1.00000

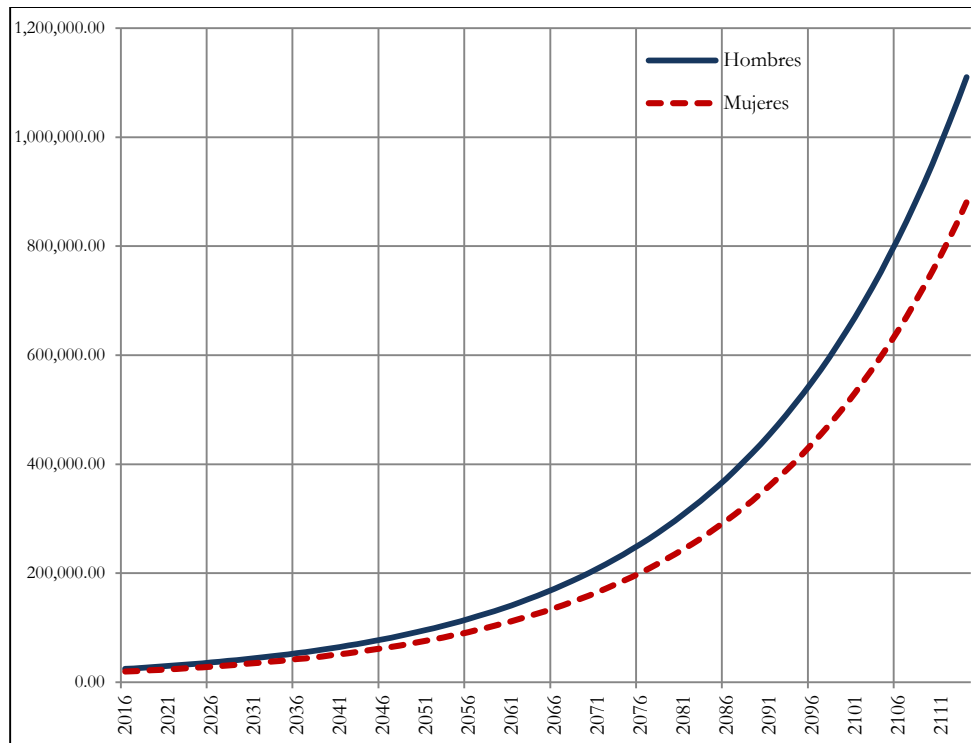
Fuente: ENAHO: 2016 y los cálculos fueron elaboración propia

De acuerdo a los datos presentados, se observa una diferencia entre los ingresos percibidos entre hombres y mujeres. Las mujeres perciben cerca del 88% del ingreso promedio, mientras que los hombres perciben una prima de 12% más del ingreso promedio. Del mismo modo que las diferencias entre tasas de sobrevivencia, las desigualdades salariales observadas entre hombres y mujeres tendrán un efecto diferenciador en su Valoración Estadística de la Vida, pues el método del Capital Humano considera los ingresos futuros esperados como insumo central del cálculo.

Luego, se calculó el ingreso promedio de un trabajador y una trabajadora, para ello se consideró el ingreso anual promedio por trabajo del 2016 calculado según las cuentas nacionales y presentado en la Tabla 7. Este valor fue la base para hallar el salario promedio según sexo al ser multiplicado por el ratio de ingresos de trabajo (Tabla 8).

Tercero, se aproximaron los ingresos tanto de hombres y mujeres para los próximos 98 años. Para tal fin, se consideró una tasa de crecimiento promedio de 3.97% del ingreso medio de trabajo, tal como se indica en el punto 1 de la presente sección. Con ello se obtuvo el ingreso anual promedio hasta el 2114 presentado en la Gráfico 4. Los resultados muestran que las diferencias entre ingresos se incrementan con el paso del tiempo.

Gráfico 4: Ingreso anual promedio según sexo periodo 2016-2114



Elaboración propia

5. Anualidades contingentes

Para calcular las anualidades contingentes que una persona obtiene a lo largo de su vida se necesitó obtener la tasa social de descuento y calcular el ratio de ingreso promedio por edades.

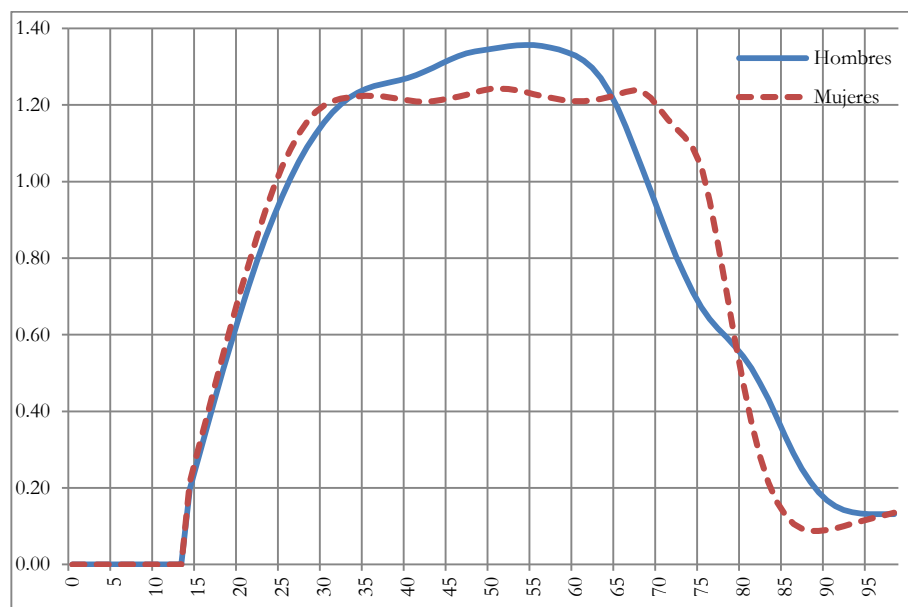
a) Tasa Social de descuento

Para calcular el valor presente de los ingresos futuros de los trabajadores es necesario descontarlos; es decir, dividirlos por una tasa a la cual la sociedad esté dispuesta a cambiar un ingreso futuro por un ingreso presente. Esta tasa de descuento no es otra cosa que el valor del tiempo que una sociedad le asigna cuando se decide intercambiar un ingreso futuro por un ingreso el día de hoy. Para el caso peruano, la tasa social de descuento vigente es de 8%, de acuerdo a la Directiva N° 002-2017-EF/63.01 - Directiva para la Formulación y Evaluación en el marco del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones- publicada en el Diario Oficial “El Peruano” el 22 de abril de 2017. Para efectos del cálculo, se utilizó la Tasa Social de Descuento oficial, posteriormente se realizaron cálculos con distintas tasas de descuento para medir el impacto de dicho parámetro.

b) Ratio de ingreso promedio por edades y sexo

El cálculo del ratio del ingreso de hombres y mujeres consideró el ingreso promedio mensual por edades de la Encuesta Nacional de Hogares de tres años consecutivos.

**Gráfico 5: Ratio promedio del ingreso mensual promedio,
según edad y sexo**



Elaboración propia.

El gráfico muestra el ratio del ingreso promedio mensual, el cual sirve para comparar los ingresos promedio según la edad y el sexo del trabajador, con el ingreso promedio general. De este modo es posible medir las diferencias de salario de acuerdo

al ciclo de vida de la persona. En los primeros 13 años, el ratio es cero porque la población no está en edad de trabajar y por tanto no percibe ingresos. A partir de los 14 años, la población está en edad de trabajar y su ingreso mensual aumenta durante los años posteriores y sobrepasa el ingreso promedio (ratio de ingreso mayor a 1) cerca a los 25 años. El ingreso se incrementa durante los próximos 25 y 30 años hasta estabilizarse alrededor de los 30 años para el caso de las mujeres y 35 años para el caso de los varones. El ingreso femenino máximo se alcanza a los 51 años de edad (ratio de ingreso igual a 1.24) aunque se mantiene relativamente estable, con algunos aumentos erráticos, desde los 30 años hasta poco antes de llegar a los 70 años. El ingreso máximo masculino se registra a los 54 años (ratio de ingreso igual a 1.36), luego de experimentar incrementos sostenidos del ratio de ingreso entre los 35 años y los 54 años. Al llegar al punto máximo, el ratio se reduce paulatinamente hasta los 65 años. Luego de los 65 años, el ratio del ingreso masculino registra caídas cada vez mayores.

c) Valor Presente de los Ingresos

Para calcular el valor de los ingresos futuros en el presente tanto de hombres como de mujeres se aplicó la fórmula del Valor Presente Neto (VAN) a los ingresos antes calculados a partir de la siguiente fórmula.

$$VAN = \sum_1^n \frac{Y_t}{(1 + TSD)^t}$$

Dónde Y_t = Ingreso anual en cada periodo t
 n = Número de periodos considerados
 TSD = Tasa Social de Descuento

A esta fórmula inicial se le agregaron dos variables adicionales para obtener un cálculo más preciso del valor presente de los ingresos futuros. A continuación presentamos la fórmula considerada tanto para hombres como para mujeres:

$$VP = Valor\ de\ los\ Ingresos\ futuros = \sum_1^j \sum_1^n \frac{Y_{j,t} \times r\bar{Y}_t \times l_t}{(1 + TSD)^t}$$

Dónde Y_t = Ingreso anual para cada periodo t
 n = Número de periodos considerados para cada t (edad)
 j = Número de periodos considerados para cada n (años)
 TSD = Tasa Social de Descuento
 $r\bar{Y}_t$ = Ratio promedio del ingreso promedio para cada periodo t
 l_t = Probabilidad de supervivencia para cada periodo t

En este último cálculo se procedió a sumar los ingresos futuros de cada persona entre los cero (0) y los 98 años de edad. Este ingreso futuro fue corregido por la edad del trabajador, tanto a razón del ingreso recibido ($r\bar{Y}_t$) como de la probabilidad de seguir con vida (l_t). Este valor fue descontado por una Tasa Social de Descuento de 8.28%. El descuento es mayor en la medida que la edad aumenta debido al incremento de t , a la vez que un sujeto muy joven debe esperar varios años para recibir ingresos- se supuso que durante los primeros 13 años de vida no se percibía ningún ingreso.

IV RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN

El cálculo de los ingresos futuros a valor presente se hizo para el periodo 2016 -2114, que corresponde a los 98 años de vida que una persona con cero años en el 2016, es decir la persona más joven de la muestra, podría vivir. Este procedimiento fue realizado para los ingresos esperados de hombres y mujeres. Luego de obtener el Valor de los Ingresos Futuros de cada persona entre los cero (0) y los 98 años de edad, se procedió a multiplicarlo por la cantidad de hombres o mujeres que se ha estimado en cada edad, según la estructura de edades estimada previamente. De este modo se obtuvo el Valor Estadístico de la Vida (VEV) para los hombres de cada edad que presentamos en la Tabla 9 y para las mujeres de cada edad en la Tabla 10.

Tabla 9: Valor Estadístico de la Vida de hombres por el método del Capital Humano según edad

Edad	Población	En Soles	En dólares
		Valor Estadístico de la Vida	Valor Estadístico de la Vida
0	238,369	326,331.64	96,689.09
1	247,591	340,049.57	100,753.59
2	260,063	354,264.56	104,965.36
3	275,585	368,996.16	109,330.20
4	285,600	384,264.49	113,854.07
5	300,334	400,090.20	118,543.08
6	292,100	416,494.34	123,403.48
7	294,423	433,498.37	128,441.62
8	292,988	451,124.08	133,663.95
9	306,659	469,393.60	139,077.05
10	305,770	488,329.48	144,687.58
11	331,132	507,954.81	150,502.38
12	315,184	528,293.30	156,528.49
13	304,244	549,369.39	162,773.14
14	289,417	571,208.42	169,243.85
15	331,091	588,869.05	174,476.53
16	308,236	605,209.36	179,318.02
17	301,076	620,178.19	183,753.15
18	291,798	633,727.92	187,767.81
19	285,153	645,828.14	191,352.99
20	295,042	656,471.14	194,506.42
21	272,364	665,672.15	197,232.59
22	274,048	673,460.96	199,540.35
23	260,991	679,878.42	201,441.78
24	237,932	684,978.83	202,952.99
25	212,910	688,834.28	204,095.32
26	217,341	691,508.12	204,887.56

Continúa...

Edad	Población	En Soles	En dólares
		Valor Estadístico de la Vida	Valor Estadístico de la Vida
27	216,148	693,066.49	205,349.29
28	222,995	693,574.69	205,499.86
29	210,317	693,107.68	205,361.49
30	192,782	691,740.40	204,956.38
31	206,470	689,549.77	204,307.31
32	197,422	686,611.64	203,436.77
33	206,586	683,010.84	202,369.89
34	192,907	678,823.77	201,129.30
35	204,518	674,120.84	199,735.86
36	187,341	668,976.09	198,211.52
37	201,781	663,441.58	196,571.70
38	200,594	657,540.49	194,823.26
39	218,717	651,275.16	192,966.90
40	231,757	644,631.56	190,998.46
41	216,409	637,575.04	188,907.68
42	211,520	630,050.70	186,678.28
43	170,756	621,999.42	184,292.76
44	183,319	613,364.37	181,734.27
45	201,449	604,114.71	178,993.68
46	187,935	594,234.78	176,066.35
47	189,662	583,737.91	172,956.23
48	178,612	572,646.01	169,669.80
49	181,715	560,993.86	166,217.37
50	182,412	548,785.24	162,600.07
51	163,868	536,014.98	158,816.36
52	174,050	522,659.81	154,859.34
53	166,663	508,694.12	150,721.43
54	147,976	494,118.39	146,402.78
55	149,184	478,956.94	141,910.58
56	160,895	463,215.40	137,246.50
57	162,234	446,913.96	132,416.53
58	140,949	430,079.30	127,428.58
59	152,106	412,730.94	122,288.42
60	136,699	394,885.70	117,001.03
61	124,074	376,579.73	111,577.14

Continúa...

Edad	Población	En Soles	En dólares
		Valor Estadístico de la Vida	Valor Estadístico de la Vida
62	147,098	357,887.41	106,038.78
63	117,439	338,956.83	100,429.82
64	112,951	319,962.61	94,802.01
65	111,994	301,114.68	89,217.54
66	110,301	282,612.95	83,735.64
67	92,739	264,660.37	78,416.46
68	88,843	247,406.03	73,304.15
69	76,082	230,926.06	68,421.29
70	89,693	215,249.81	63,776.56
71	69,580	200,418.48	59,382.17
72	74,574	186,455.50	55,245.07
73	82,518	173,321.68	51,353.63
74	64,080	160,929.38	47,681.91
75	62,402	149,183.57	44,201.73
76	58,952	137,952.35	40,874.02
77	48,690	127,070.32	37,649.78
78	47,262	116,401.16	34,488.60
79	52,399	105,907.34	31,379.38
80	59,406	95,609.17	28,328.12
81	39,449	85,571.82	25,354.15
82	40,848	75,942.69	22,501.13
83	40,211	66,898.77	19,821.50
84	29,552	58,597.85	17,362.01
85	25,661	51,182.79	15,165.00
86	28,456	44,699.93	13,244.18
87	20,368	39,104.18	11,586.21
88	17,979	34,297.58	10,162.06
89	10,997	30,168.58	8,938.67
90	10,343	26,576.10	7,874.26
91	10,087	23,372.62	6,925.09
92	7,480	20,420.99	6,050.55
93	5,422	17,606.84	5,216.75
94	5,523	14,839.90	4,396.93
95	2,877	12,052.98	3,571.19

Continúa...

Edad	Población	En Soles	En dólares
		Valor Estadístico de la Vida	Valor Estadístico de la Vida
96	2,768	9,199.36	2,725.69
97	1,808	6,249.21	1,851.58
98	4,350	3,185.57	943.86
VEV Promedio		520,910.65	154,341.08

Elaboración propia.

Tabla 10: Valor Estadístico de la Vida de mujeres por el método del Capital Humano según edad

Edad	Población por edad	En Soles	En dólares
		Valor Estadístico de la Vida	Valor Estadístico de la Vida
0	233,608	261,806.41	77,570.85
1	247,585	272,644.83	80,782.18
2	246,783	283,875.16	84,109.62
3	260,278	295,513.15	87,557.85
4	260,219	307,575.02	91,131.67
5	280,059	320,077.44	94,836.03
6	266,454	333,037.51	98,675.98
7	291,227	346,472.67	102,656.70
8	298,221	360,400.77	106,783.46
9	293,659	374,840.02	111,061.68
10	297,737	389,809.11	115,496.89
11	337,067	405,327.28	120,094.78
12	320,911	421,414.40	124,861.25
13	297,366	438,091.03	129,802.38
14	279,169	455,378.54	134,924.51
15	284,994	469,343.63	139,062.24
16	312,950	482,261.12	142,889.57
17	283,240	494,090.51	146,394.52
18	276,513	504,794.10	149,565.89
19	291,862	514,347.81	152,396.57
20	301,955	522,745.55	154,884.74
21	247,879	529,999.42	157,034.00
22	268,640	536,133.04	158,851.34
23	259,984	541,178.82	160,346.35

Continúa...

Edad	Población por edad	En Soles del 2015	En dólares
		Valor Estadístico de la Vida	Valor Estadístico de la Vida
24	239,615	545,179.81	161,531.81
25	230,834	548,193.23	162,424.66
26	215,279	550,269.36	163,039.80
27	232,658	551,460.66	163,392.77
28	232,316	551,818.99	163,498.94
29	237,557	551,403.86	163,375.94
30	231,839	550,274.77	163,041.40
31	205,329	548,492.81	162,513.42
32	214,684	546,118.21	161,809.85
33	224,713	543,218.37	160,950.65
34	230,037	539,854.00	159,953.82
35	201,150	536,081.09	158,835.94
36	236,725	531,958.50	157,614.46
37	218,097	527,527.67	156,301.64
38	213,903	522,807.06	154,902.97
39	226,826	517,798.57	153,419.00
40	226,612	512,491.08	151,846.44
41	226,969	506,857.06	150,177.13
42	234,893	500,852.85	148,398.14
43	231,888	494,431.42	146,495.52
44	211,122	487,547.56	144,455.90
45	219,786	480,176.74	142,271.99
46	200,684	472,306.52	139,940.12
47	191,524	463,947.49	137,463.42
48	202,459	455,117.14	134,847.06
49	213,506	445,843.19	132,099.28
50	220,259	436,128.70	129,220.96
51	200,577	425,969.58	126,210.91
52	183,188	415,347.30	123,063.62
53	183,348	404,241.46	119,773.06
54	162,479	392,652.38	116,339.32
55	194,369	380,599.34	112,768.12
56	195,087	368,086.67	109,060.73
57	166,484	355,130.28	105,221.87
58	165,841	341,751.21	101,257.77

Continúa...

Edad	Población por edad	En Soles	En dólares
		Valor Estadístico de la Vida	Valor Estadístico de la Vida
59	137,116	327,964.72	97,172.96
60	141,375	313,783.91	92,971.31
61	146,852	299,237.21	88,661.26
62	136,017	284,383.44	84,260.22
63	131,235	269,340.10	79,803.02
64	115,570	254,245.87	75,330.74
65	128,848	239,267.57	70,892.80
66	114,466	224,564.13	66,536.31
67	97,899	210,296.97	62,309.08
68	99,228	196,584.72	58,246.26
69	82,939	183,488.00	54,365.82
70	97,435	171,030.24	50,674.70
71	96,954	159,244.32	47,182.64
72	86,913	148,149.02	43,895.20
73	75,153	137,713.25	40,803.18
74	73,934	127,867.38	37,885.94
75	83,258	118,535.84	35,121.09
76	68,801	109,613.64	32,477.52
77	68,082	100,969.09	29,916.22
78	59,779	92,493.50	27,404.98
79	57,244	84,156.82	24,934.90
80	57,027	75,975.01	22,510.70
81	43,463	67,999.73	20,147.70
82	44,862	60,348.15	17,880.61
83	36,792	53,161.07	15,751.14
84	42,097	46,564.11	13,796.52
85	38,692	40,671.10	12,050.48
86	31,362	35,519.08	10,523.98
87	32,110	31,072.37	9,206.46
88	16,268	27,253.19	8,074.87
89	19,779	23,972.92	7,102.96
90	18,518	21,119.41	6,257.49
91	13,951	18,575.28	5,503.69
92	8,302	16,231.41	4,809.22
93	10,466	13,996.69	4,147.09

Continúa...

Edad	Población por edad	En Soles	En dólares
		Valor Estadístico de la Vida	Valor Estadístico de la Vida
94	9,542	11,799.17	3,495.99
95	5,267	9,585.23	2,840.02
96	3,380	7,317.49	2,168.11
97	4,745	4,972.03	1,473.17
98	4,313	2,535.16	751.15
VEV Promedio		413,066.55	122,387.85

Elaboración propia.

En la Tabla 11, se presenta el Valor Estadístico de la Vida de toda la población, calculado a partir del promedio del Valor de la Vida de hombres y mujeres, ponderado según la población de cada intervalo de edad.

Tabla 11: Valor Estadístico de la Vida de una persona por el método del Capital Humano según edad

Edad	Población	En Soles	En dólares
		Valor Estadístico de la Vida	Valor Estadístico de la Vida
0	471,977	294,394.47	87,226.40
1	495,176	306,347.61	90,768.01
2	506,846	319,992.01	94,810.72
3	535,863	333,304.18	98,754.99
4	545,819	347,702.81	103,021.18
5	580,393	361,481.37	107,103.64
6	558,554	376,681.88	111,607.41
7	585,650	390,222.98	115,619.51
8	591,209	405,360.91	120,104.74
9	600,318	423,140.60	125,372.70
10	603,507	439,724.97	130,286.50
11	668,199	456,185.27	135,163.54
12	636,095	474,372.72	140,552.31
13	601,610	494,366.31	146,476.23
14	568,586	514,337.32	152,393.46
15	616,085	533,577.93	158,094.28
16	621,186	543,268.73	160,965.58
17	584,316	559,058.74	165,644.01
18	568,311	570,994.88	169,180.58
19	577,015	579,323.61	171,648.31
20	596,997	588,834.10	174,466.18
21	520,243	601,028.47	178,079.26
22	542,688	605,481.25	179,398.58
23	520,975	610,662.67	180,933.78
24	477,547	614,832.98	182,169.41
25	443,744	615,673.32	182,418.40
26	432,620	621,225.33	184,063.41

Edad	Población	En Soles	En dólares
		Valor Estadístico de la Vida	Valor Estadístico de la Vida
27	448,806	619,658.98	183,599.31
28	455,311	621,245.85	184,069.48
29	447,874	617,946.51	183,091.92
30	424,621	614,501.52	182,071.20
31	411,799	619,216.70	183,468.27
32	412,106	613,422.48	181,751.49
33	431,299	610,176.95	180,789.87
34	422,944	603,238.85	178,734.18
35	405,668	605,673.99	179,455.69
36	424,066	592,489.20	175,549.15
37	419,878	592,843.89	175,654.24
38	414,497	588,010.71	174,222.22
39	445,543	583,322.21	172,833.06
40	458,369	579,302.93	171,642.18
41	443,378	570,659.39	169,081.18
42	446,413	562,069.55	166,536.09
43	402,644	548,531.32	162,524.83
44	394,441	546,021.73	161,781.27
45	421,235	539,448.12	159,833.56
46	388,619	531,270.66	157,410.66
47	381,186	523,550.13	155,123.13
48	381,071	510,204.16	151,168.85
49	395,221	498,787.25	147,786.12
50	402,671	487,162.68	144,341.86
51	364,445	475,450.08	140,871.53
52	357,238	467,631.05	138,554.82
53	350,011	453,978.17	134,509.59
54	310,455	441,015.38	130,668.84
55	343,553	423,310.01	125,422.90
56	355,982	411,082.49	121,800.00
57	328,718	400,428.78	118,643.40
58	306,790	382,331.92	113,281.46
59	289,222	372,544.49	110,381.54
60	278,074	353,652.91	104,784.14
61	270,926	334,657.20	99,155.88

Continúa...

Edad	Población	En Soles	En dólares
		Valor Estadístico de la Vida	Valor Estadístico de la Vida
62	283,115	322,573.88	95,575.70
63	248,674	302,217.36	89,544.25
64	228,521	286,727.66	84,954.79
65	240,842	268,027.11	79,413.99
66	224,767	253,050.71	74,976.62
67	190,638	236,743.00	70,144.79
68	188,071	220,592.13	65,359.44
69	159,021	206,184.23	61,090.51
70	187,128	192,225.28	56,954.60
71	166,534	176,447.30	52,279.73
72	161,487	165,838.73	49,136.51
73	157,671	156,349.16	46,324.83
74	138,014	143,218.15	42,434.23
75	145,660	131,665.64	39,011.33
76	127,752	122,690.60	36,352.11
77	116,772	111,852.35	33,140.83
78	107,041	103,049.46	30,532.62
79	109,643	94,551.57	28,014.77
80	116,433	85,992.70	25,478.85
81	82,912	76,360.42	22,624.90
82	85,710	67,780.21	20,082.66
83	77,003	60,334.87	17,876.67
84	71,648	51,527.47	15,267.12
85	64,354	44,862.69	13,292.41
86	59,818	39,886.44	11,817.99
87	52,477	34,189.68	10,130.09
88	34,247	30,951.32	9,170.59
89	30,776	26,186.81	7,758.91
90	28,861	23,074.90	6,836.88
91	24,038	20,588.35	6,100.14
92	15,782	18,217.12	5,397.57
93	15,889	15,228.76	4,512.14
94	15,065	12,913.98	3,826.29
95	8,144	10,456.97	3,098.31

Continúa...

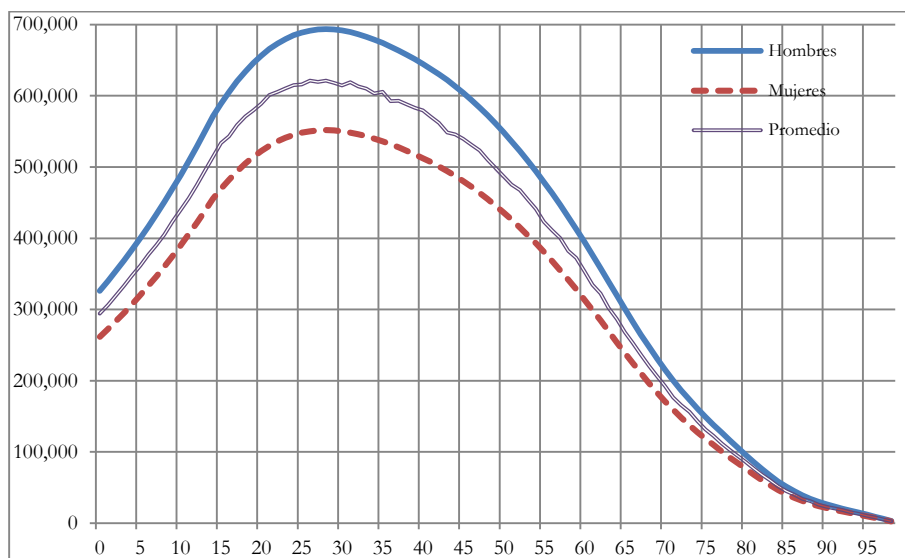
Edad	Población	En Soles	En dólares
		Valor Estadístico de la Vida	Valor Estadístico de la Vida
96	6,148	8,164.70	2,419.13
97	6,553	5,324.37	1,577.56
98	8,663	2,861.74	847.91
VEV Promedio		465,784.50	138,007.70

Elaboración Propia.

En el Gráfico 6 se presentan los datos de la Tabla 9, Tabla 10 y Tabla 11. El valor de la vida promedio se calculó en 465,784.50 soles y el valor máximo en 621,245.85 soles, el que se alcanza a los 28 años de edad. Para el caso de los hombres, el valor de la vida máximo es de 693,574.69 soles alcanzado a los 28 años de edad y el valor promedio es de 520,910.65 soles. Por otro lado, para las mujeres, el valor máximo de la vida es de 551,818.99 soles también a los 28 años de edad y el valor promedio es de 413,066.55 soles.

Se reafirma la existencia de diferencias del Valor Estadístico de la Vida entre sexos, especialmente en el rango de edades entre los 14 y los 51 años. Esta diferencia alcanza su máximo valor a los 28 años (141,755.70 soles) y luego inicia su descenso. Al final de la vida, ambos valores se reducen de manera importante, especialmente a partir de los 80 años, cuando se alcanza una reducción anual del Valor de la Vida de más de 10% explicado por la caída de la probabilidad de sobrevivencia.

Gráfico 6: Valor Estadístico de la Vida por el método del Capital Humano según edad y sexo (en soles del 2016)



Elaboración propia.

V ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad consideró el impacto de dos variables importantes dentro del cálculo del Valor Estadístico de la Vida. Primero, se consideró el impacto que podría tener una variación en la tasa social de descuento en el valor promedio de la vida humana. Se verificó el impacto de esta variable sobre la estructura de edades de la población ya que cuando sube la tasa de descuento se reduce el valor de la vida de la población más joven. Asimismo, se considera el impacto de la tasa de interés por sexo debido a las diferencias que existen en la longitud de la vida.

Segundo, se ha evaluado qué tan sensible es el valor estadístico de la vida humana cuando varía la edad efectiva de retiro considerando tres posibilidades: 1) una edad efectiva de retiro igual a la que registra la ENAHO (98 años); 2) una edad efectiva de retiro igual a 80 años, y 3) una edad efectiva de retiro igual a 75 años.

1. Impacto de la tasa social de descuento

Se calculó el valor de la vida con distintas tasas de descuentos para medir el impacto ante una posible variación de un punto porcentual. Los valores considerados incluyen un espectro amplio de tasas de descuento de corto y largo plazo. Ante el aumento del factor de descuento, el Valor Estadístico de la Vida promedio se reduce. Esta reducción del Valor de la vida se explica por el mayor castigo que tienen las anualidades contingentes recibidas por ingresos salariales (Ver Tabla 12).

**Tabla 12: Variación del valor Estadístico de la Vida Promedio
ante un cambio de la TSD**

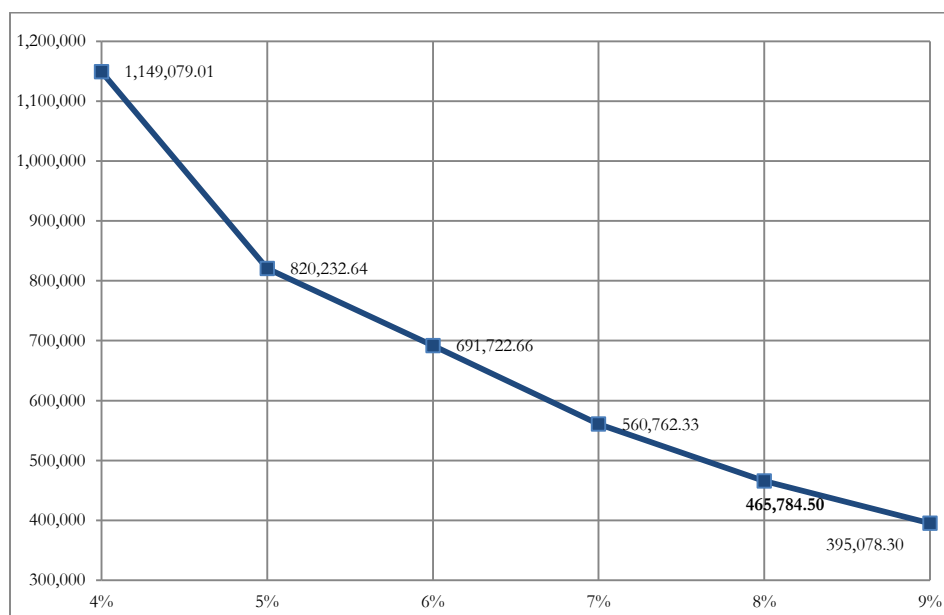
Variación en la TSD	Valor Estadístico de la Vida	
	En Soles	En Dólares
4%	S/.1,149,079.01	\$340,461.64
5%	S/.820,232.64	\$243,027.46
6%	S/.691,722.66	\$204,951.12
7%	S/.560,762.33	\$166,148.77
8%	S/.465,784.50	\$138,007.70
9%	S/.395,078.30	\$117,058.10

Elaboración propia

El valor estadístico de la vida humana cae en promedio 19% cuando la tasa de descuento aumenta en un punto porcentual. Los valores de la vida humana oscilan entre S/.1,149,079.01 y S/.395,078.30; es decir, existe un rango de S/.754,000.70 entre los valores extremos. La caída es mayor al promedio (29%) cuando se trata de una tasa de descuento muy baja (cuando pasa de 4% a 5%) mientras que la caída es menor al promedio (15%) cuando la tasa de descuento es muy alta (cuando pasa de 8 a 9%). Esto significa que el impacto de una variación en la tasa de descuento es mayor cuando nos encontramos en el valor extremo mínimo, es decir, cuando la tasa social de descuento es baja.

Del mismo modo, se presentan los cambios en el valor estadístico de la vida en el Gráfico 7. Se observa que el impacto que tiene la tasa de interés en él es diferenciado. El valor de la vida humana utilizando la tasa social de descuento oficial (8%) se ubica entre los valores más bajos del rango que calculado. Si se utilizara una tasa de descuento de 6%, el valor de la vida humana subiría a S/. 691,722.66, lo que representa un incremento porcentual de 49%. Con una tasa de descuento similar a la usada para evaluar proyectos ambientales –alrededor de 4%- llegaría a S/1,149,079.01, un incremento porcentual de 147%.

**Gráfico 7: Variación del Valor Estadístico de la Vida Promedio en Soles
ante un cambio de la TSD**

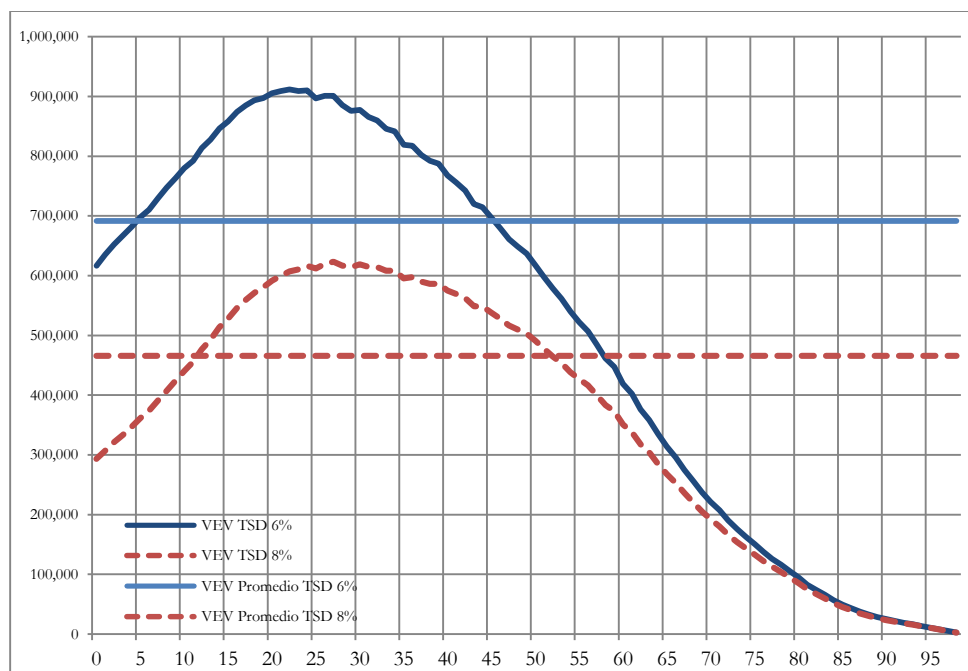


Elaboración propia.

En el Gráfico 8 se examina lo que ocurre con el valor de la vida humana cuando se reduce la tasa de descuento en todo el ciclo de vida. En él hemos representado el impacto que podría tener una variación de la tasa social de descuento de 8% a 6%. En el mismo gráfico se representan los valores promedio que corresponden a ambas tasas.

Como se puede comprobar, los rangos de edades más afectados son los que corresponden a las personas más jóvenes, especialmente los que tienen menos de 15 años. Por ejemplo, cuando la tasa social de descuento se reduce de 8% a 6%, el valor de la vida humana de una parte de las personas más jóvenes se incrementa respecto al valor de la vida promedio y se coloca sobre la media.

Gráfico 8: Valor Estadístico de la Vida según distribución de edades y valor promedio (en soles del 2016)



Elaboración propia

Cabe resaltar que un aumento de la tasa de crecimiento de los salarios tiene un impacto similar a un descenso de la tasa de descuento porque ambas variables impactan sobre los ingresos futuros. Lo mismo ocurre cuando se producen variaciones en las probabilidades de sobrevivencia.

a) Tasa de descuento y edad de la población

Para estudiar con mayor precisión el impacto de la tasa de descuento podemos dividir la población en grupos etarios y recalculamos el valor de la vida humana para cada uno de ellos. Para lograr este objetivo, es posible diferenciar cuatro grupos. El primero incluye la población entre 0 y 13 años de edad, que no percibe ingresos y es la población más joven del Perú. El segundo grupo incluye a la población comprendida entre 14 y 32 años de edad aquí el valor estadístico de la vida humana alcanza un nivel máximo a los 28 años. El tercer grupo incluye a la población adulta entre los 33 y 65 años. Finalmente, el último grupo corresponde a la población de adultos mayores a los 66 años, el cual es el segmento con el valor estadístico de la vida humana más bajo.

En la Tabla 13 se presentan los resultados para una Tasa Social de Descuento de 8% y 6%. Una reducción en esta variable genera un efecto heterogéneo en los distintos grupos etarios. Al grupo más joven le corresponde el mayor incremento, equivalente a 85.4%, mientras que el grupo de los adultos mayores es el que experimenta el menor incremento, que asciende a 14.49%. El valor estadístico de la vida humana del segundo grupo, que incluye el valor máximo, experimenta un aumento de 50.73%, y el tercer

grupo, que incluye a los trabajadores entre 33 y 65 años, presenta un aumento de 29.41%.

Tabla 13: Valor Estadístico de la Vida Promedio ante la reducción de la TSD, por rango de edades

Grupos de edades	Tasa Social de Descuento		Variación Porcentual
	8.00%	6.00%	
	Valor Estadístico de la vida		
0 - 13 años	392,544.7	727,807.3	85.40%
14 - 32 años	589,096.1	887,964.5	50.73%
33 - 65 años	495,579.1	641,349.5	29.41%
66 años a más	141,940.7	162,512.0	14.49%
Promedio	465,784.50	691,722.7	48.51%

Elaboración propia.

A la medida que la población envejece, el impacto de la variación de la tasa de descuento sobre el valor de la vida humana se reduce. Esto se debe a que esta variable impacta en la población más joven pues es este grupo el que debe esperar más para obtener sus ingresos futuros.

b) Tasa de descuento y sexo de la población

En el cálculo del Valor estadístico de la vida también es importante conocer el impacto de la tasa de interés según el sexo de la población, pues hay diferencias importantes en el ingreso y longitud de vida de cada grupo.

Tabla 14: Valor Estadístico de la Vida Promedio ante la reducción de la TSD, por sexo

Valor Estadístico de la Vida	Tasa Social de Descuento	
	Hombres	Mujeres
4%	S/.1,293,022.99	S/.1,011,423.26
5%	S/.921,537.08	S/.723,353.72
6%	S/.775,921.18	S/.611,202.37
7%	S/.628,047.43	S/.496,416.59
8%	S/.520,910.65	S/.413,066.55
9%	S/.441,237.96	S/.350,935.15

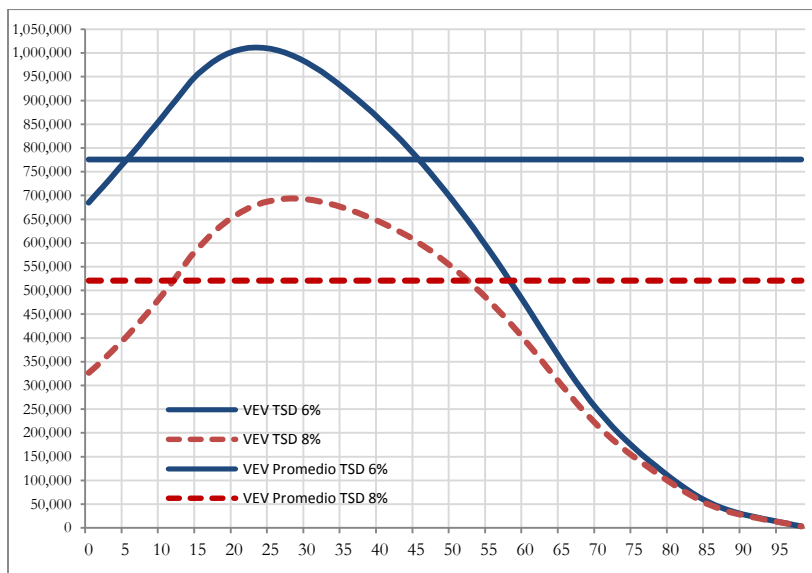
Elaboración propia.

Para medir el impacto del sexo ante una variación de la tasa de interés, se calculó el Valor de la Vida Humana para hombres y mujeres siguiendo la distribución de las edades y comparándola con el Valor estadístico de la Vida promedio.

A partir de los resultados obtenidos, los que se muestran en el Gráfico 9 y el Gráfico 10, se confirma que el efecto de una variación en la tasa de interés no es

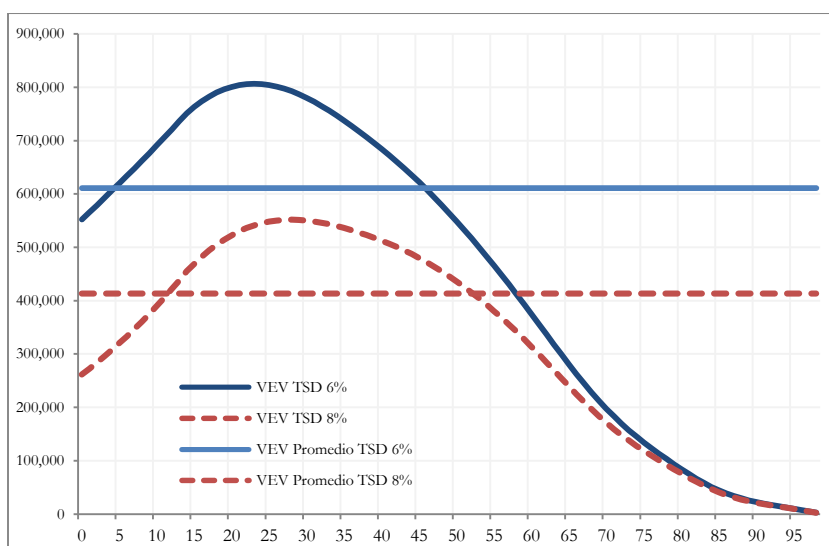
homogéneo. El impacto de una caída en la tasa de descuento será mayor en el valor estadístico de la vida de los hombres que en el de las mujeres. Esto se explica, como ya se ha mencionado, por la diferencia de remuneraciones entre sexo. En ese contexto, se obtiene que el valor estadístico de la vida de los hombres se incrementa más ante una disminución en la tasa de descuento social que el de las mujeres, especialmente en los primeros 60 años de vida.

Gráfico 9: Valor Estadístico de la Vida para hombres, según la distribución de edades (En soles del 2016)



Elaboración propia.

Gráfico 10: Valor Estadístico de la Vida para mujeres, según distribución de edades (En soles del 2016)



Elaboración propia.

2. Impacto de la edad efectiva de retiro

En esta sección se evalúa qué tan sensible es el valor estadístico de la vida humana ante la variación en la edad efectiva de retiro. Para alcanzar este objetivo, se han considerado tres posibilidades: 1) Una edad efectiva de retiro de 98 años, que es la cifra más alta en la que la ENAHO registra ingresos; 2) una edad efectiva de retiro de 80 años; y 3) una efectiva de retiro de 75 años.

Tabla 15: Valor Estadístico de la Vida Promedio según edad de retiro de trabajo efectivo

Años de Trabajo Efectivo	Valor Estadístico de la Vida	
	Total	Unitario*
98 años	S/.465,784.50	S/.4,752.90
80 años	S/.450,489.92	S/.5,631.12
75 años	S/.437,263.68	S/.5,830.18

Nota: Unitario = VEV/ Nro. de años

Elaboración propia

En la Tabla 15 se resumen los resultados del experimento en el cálculo del valor estadístico de la vida ante una variación en la edad de retiro. Como se puede comprobar, si se reduce la edad efectiva de retiro, el valor estadístico de la vida humana tiende a reducirse debido a que se reduce el número de términos que comprenden la anualidad contingente.

VI EL VALOR DE LA VIDA HUMANA Y EL SISTEMA DE INVERSIONES PÚBLICAS DEL PERÚ

El objetivo de esta sección es identificar cuáles pueden ser los principales usos de los estimados del valor estadístico de la vida humana y cómo pueden contribuir a mejorar la calidad de la inversión pública nacional. Esto será posible en tanto estos estimados permitan una asignación de recursos públicos más eficiente. Para lograrlo, el sistema de inversión pública debe ser capaz de identificar y estimar la rentabilidad económica y social de los distintos proyectos de inversión pública, incorporando los valores hallados.

En general, el valor estadístico de la vida humana es un parámetro que se puede aplicar solamente como complemento en aquellos proyectos que se justifican bajo la metodología de evaluación social costo-beneficio, particularmente sobre aquellas tipologías de proyecto que tengan efectos indirectos relacionados con la seguridad y salud humana. Estos incluyen principalmente tres tipos de obras: 1) proyectos que nos permitan mejorar la seguridad vial; 2) proyectos que mejoren la calidad del aire y reduzcan la contaminación; 3) proyectos que mejoren la salud de la población.

Se detalla a continuación cómo podrían ser usados los estimados del valor estadístico de la vida humana cuando se realice la evaluación ex-ante de este tipo de proyectos.

1. Valor de la vida humana y seguridad vial

En el quinquenio 2011-2015 murieron en el Perú 3,301 personas por accidentes de tránsito. Los nuevos estimados de la vida humana nos permiten cuantificar cuáles fueron las pérdidas que produjeron estos accidentes de tránsito, tanto en términos absolutos como en porcentaje del producto bruto interno. Si multiplicamos el número de muertos por el costo de la vida humana obtenemos un estimado del costo de estos accidentes, los cuales detallamos en la Tabla 16.

Tabla 16: Costo por accidentes de tránsito en el Perú 2011-2015

	Fallecidos	Costos por muertes		% de PIB
		En millones de soles	En millones de dólares	
2011	3,531	1,644.69	487.31	0.35%
2012	4,037	1,880.37	557.14	0.37%
2013	3,176	1,479.33	438.31	0.27%
2014	2,798	1,303.27	386.15	0.23%
2015	2,965	1,381.05	409.19	0.23%
Promedio	3,301	1,537.74	455.62	0.28%

Fuente: INEI.

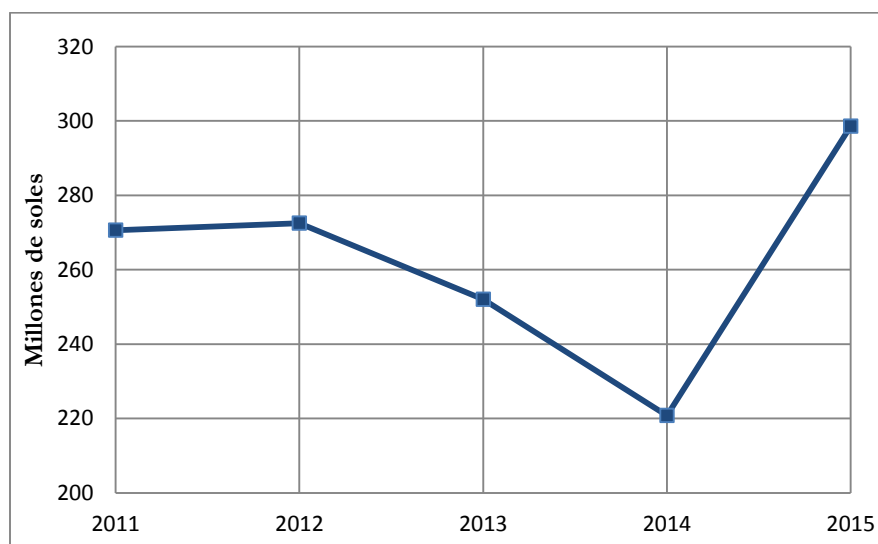
Como podemos comprobar, las pérdidas económicas que producen los accidentes de tránsito son bastante significativas, pues totalizan en promedio 1,537 millones de soles por año (aproximadamente 455 millones de dólares), una cifra equivalente, en promedio, a 0.28% del PBI. Estos resultados sugieren que los proyectos

de inversión pública que mejoren la seguridad vial podrían generar un beneficio social sustancial.

Las estadísticas oficiales permiten desagregar los accidentes por región y estimar el costo económico de los mismos. Estos accidentes de tránsito no se distribuyen proporcionalmente a la población. En el periodo 2011-2015, las muertes ocurridas en Lima representaron 17.31% del total, con un costo económico de 266 millones de soles, mientras que en provincia ocurrió el 82.70% de accidentes con un costo de total de 1,271.60 millones de soles por año. Debe notarse que estos porcentajes son diferentes ya que la población de Lima representa el 31% del total; sin embargo, el riesgo y costo de estos accidentes recae fundamentalmente sobre las provincias, debido a la desigual calidad de las carreteras. Las regiones que concentraron la mayor cantidad de muertes por accidentes de tránsito fueron: Lima (17.3%), Puno (9%), La Libertad (9%), Ancash (8%), Cusco (7%), Arequipa (6%), Junín (5%), Lambayeque (3%) y Huánuco (3%). En estos departamentos se concentró el 75.5% del total de accidentes, un resultado que sugiere dónde podría estar localizada la inversión pública orientada a mejorar la seguridad vial.

En el periodo bajo análisis, 2011-2015, puede observarse que el total de accidentes de tráfico tuvo una tendencia hacia la disminución, pero ésta no se manifestó por igual en todas las regiones del Perú. En Lima, por ejemplo, las muertes por accidentes de tránsito mostraron una tendencia a disminuir hasta el año 2014 (Gráfico 11), pero a partir de esta fecha, aumentaron nuevamente. Aunque la causa no es clara, el resultado sugiere que la reforma de transporte ejecutada por la administración edil tuvo cierto éxito. La disminución del número de muertes en 19% entre el 2012 y el 2014 implicó un ahorro en costos de casi 24 millones de soles por año (equivalente a 7 millones de dólares por año), al pasar de pérdidas por aproximadamente 270 millones de soles en el 2012 a 255 millones de soles en el 2013 y a 220 millones de soles en el 2014.

Gráfico 11: Valoración de los costos ocasionados por las muertes por accidentes de tránsito (2011-2016)



Fuente: Ministerio del Interior -MININTER- Dirección de Gestión en Tecnología de la Información y Comunicaciones. Extraído (INEI, 2010) del INEI.

Estos resultados sugieren que la rentabilidad social de los proyectos que mejoren la seguridad vial puede ser sustancial. Para incorporar la misma en la evaluación de los proyectos sería importante estimar el impacto que estos pueden tener sobre la probabilidad de morir en un accidente de tráfico.

El costo de un bus de la línea metropolitana, una forma de transporte que podríamos considerar segura, asciende a aproximadamente 101 mil dólares. Como esta unidad puede transportar 200 pasajeros por viaje y 1,200 pasajeros por día, si asumimos que puede realizar 6 viajes diarios, se obtienen 438 mil pasajeros por año. Aunque no conocemos el número de viajes que realiza un habitante de Lima, podríamos estimar esta cifra en 4 viajes por día, lo que arroja un total 37,288,352 de viajes por año. Como hay 564 muertes por año, la probabilidad de morir en un viaje sería de 1.51 por 100,000 viajes. Cuando multiplicamos esta probabilidad por el número de pasajeros que puede transportar un bus de la línea metropolitana, concluimos que podría ahorrar seis (6.63) vidas por año, es decir, rendir un beneficio social de 914,937.14 dólares, lo que equivale a casi nueve veces el costo del bus. Si bien este resultado no es definitivo, nos permite mostrar cómo se puede integrar en la evaluación de este tipo de proyectos el costo de la vida humana. A continuación se presenta un ejemplo de cómo utilizar este parámetro.

En el departamento “A” se realizan 150 millones de viajes al año y que el número de accidentes con consecuencia de muerte en el departamento fue de 500 accidentes mortales. Por lo tanto, el riesgo de muerte por accidentes de tránsito es de 0.0000033.

$$\text{número de viajes en el departamento} = 150\,000\,000 \text{ viajes}$$

$$\text{número de muertes por accidentes de tránsito} = 500 \text{ muertes}$$

$$\rho = \frac{\text{número de muertes por accidentes de tránsito}}{\text{número de viajes en el departamento}} = \frac{500}{150\,000\,000}$$

$$\rho = 0.0000033$$

En la localidad “x” del departamento “A” se desea implementar una carretera que mejoraría el tránsito del 6.7% de viajes del departamento, es decir se realizarán más de 1 millón de viajes al año. Se estima que se reducirá en 90% el riesgo de muertes.

Por lo tanto, el beneficio que se obtiene por la realización de este proyecto es de:

$$\begin{aligned} \text{nº de muertes en la situación sin proyecto} \\ = \rho * \text{nº de viajes en el ámbito del proyecto} \end{aligned}$$

$$\text{nº de muertes en la situación sin proyecto} = 0.0000033 * 1\,000\,000 = 3.33$$

$$\begin{aligned} \text{nº de muertes en la situación con proyecto} \\ = \% \text{ de reducción de riesgo de accidentes mortales} \\ * \text{nº de muertes antes del proyecto} \end{aligned}$$

$$\text{nº de muertes en la situación con proyecto} = 90\% * 3.33 = 0.33$$

$$\begin{aligned} \text{beneficio anual del proyecto a causa del VEV} &= \text{VEV} * \\ (\text{nº de muertes en la situación sin proyecto} - \text{nº de muertes en la situación con proyecto}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{beneficio del proyecto a causa del VEV} &= 465\,784.5 * (3.33 - 0.33) = S/ \\ &.1'397,353.5 \end{aligned}$$

En un solo año el beneficio que se obtendría del proyecto es de S/. 1'397,353.5. Pues si consideramos que el tiempo de vida útil de este proyecto es de 10 años y la tasa social de descuento es de 8%, el proyecto generaría un Beneficio Actual Neto de S/. 10 millones adicionales para el proyecto.

2. Valor de la vida humana y el medio ambiente

Otros proyectos donde sería posible usar los estimados del valor estadístico de la vida humana son los que intentan mejorar la calidad del aire y reducir la contaminación. En este caso, para incorporar, en la evaluación de los mismos, los costos que se evitarían con ellos, es necesario conocer el impacto que tendrían sobre el número de muertes que se producen por estos conceptos. En esa línea, los nuevos estimados nos permiten calcular los beneficios sociales de todos los proyectos que aumentan la salud de la población.

VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Aunque existen distintas metodologías que permiten obtener el Valor Estadístico de la Vida Humana, se eligió la metodología de capital humano ya que es comúnmente usada por los países como punto de partida para el uso de este parámetro debido a su reducido costo de estimación y facilidad en la actualización, para el Perú, debido a las restricciones de información, es el método basado en la estimación del capital humano.

Cuando aplicamos esta metodología, se obtienen los resultados que resumimos en el cuadro a continuación, el cual muestra el valor de esta variable por sexo en soles y dólares corrientes.

Sexos	Valor Estadístico de la Vida Humana	
	En Soles	En Dólares
Hombres	520,910.65	154,341.08
Mujeres	413,066.55	122,387.85
Promedio	465,784.50	138,007.70

Según estos resultados, el Promedio del Valor Estadístico de la Vida Humana sería 465,784.50 soles los cuales son equivalentes a 138,007.70 dólares. Hay diferencias importantes por sexo explicadas fundamentalmente por las diferencias entre las remuneraciones. El Valor Estadístico de la Vida Humana de los varones llega a 520,910.65 soles, mientras que para las mujeres asciende a 413,066.55 soles.

A pesar de esto, se encuentra que las principales diferencias en los valores son provocadas por la edad. A continuación transcribimos los valores que corresponden a los principales grupos etarios.

Grupos Etarios	Valor Estadístico de la Vida Humana	
	En Soles	En Dólares
0 - 13 años	392,544.7	116,307.42
14 - 32 años	589,096.1	174,543.81
33 - 65 años	495,579.1	146,835.58
66 años a más	141,940.7	42,055.72
Promedio	465,784.50	138,007.70

En el cuadro se distingue que el Valor Estadístico de la Vida Humana de los niños y adolescentes sería 392,544.7 soles y el de las personas con más 66 años tendrían un valor de 141,940.7 soles. El grupo etario de mayor valor sería el comprendido entre los 14 y 32 años, con 589,096.1 soles. El valor de los trabajadores adultos (33 a 65 años), por su parte, sería de 495,579.1 soles. El poco valor asignado al grupo de menor edad se debe a que no tienen fuentes de ingreso apreciables, lo cual ocurre también en el

caso de los ancianos. Así, se aprecia que aunque los jóvenes pueden tener ingresos futuros asegurados, el factor de descuento utilizado disminuye sustancialmente su valor.

Es importante tomar en consideración que estos estimados pueden ser sensibles a los parámetros utilizados a la hora de computar las anualidades contingentes: el valor de la tasa social de descuento; las probabilidades de sobrevivencia; la tasa de crecimiento de los salarios reales, siendo la más importante la primera. En el cuadro que transcribimos a continuación se muestra el impacto que tiene el uso de diversas tasas de descuento.

Grupos Etarios	Variación Tasa Social de Descuento		
	4.00%	6.00%	8.00%
0 - 13 años	1,514,786.77	727,807.30	392,544.70
14 - 32 años	1,482,210.68	887,964.50	589,096.10
33 - 65 años	876,852.73	641,349.50	495,579.10
66 años a más	189,518.78	162,512.00	141,940.70
Promedio	1,149,079.01	691,722.70	465,784.50

Una reducción de la tasa de descuento oficial (8%) de dos puntos porcentuales (6%) haría pasar el Valor Estadístico de la Vida Humana de un promedio de S/.465,784.50 a S/.691,722.66, es decir un aumento en 48.51%. Sin embargo, este impacto no es uniforme, ya que el Valor Estadístico de la Vida Humana del grupo de niños y adolescentes crece en 85.41% seguido por el grupo de jóvenes adultos que incrementa su valor en 50.73%. El VEV de los trabajadores adultos y el de los ancianos, por su parte, aumenta 29.41% y 14.49%, respectivamente.

Una reducción de la tasa de descuento oficial (8%) de cuatro puntos porcentuales (4%) haría pasar el Valor Estadístico de la Vida Humana de S/.465,784.50 a S/.1,149,079.01, es decir, aumentaría en 146.70%. En este caso, el impacto tampoco es uniforme, ya que el Valor Estadístico de la Vida Humana del grupo de niños y adolescentes crecería en 285.89%, seguido por el grupo de jóvenes adultos que aumentaría su valor en 151.61%. El VEV de los trabajadores adultos y el de los ancianos, por su parte, aumenta 76.93% y 33.52%, respectivamente.

Este ejemplo manifiesta que una reducción en la tasa de descuento altera el valor relativo de todos los grupos etarios, en particular de los de menor edad. Cabe mencionar que un aumento de la tasa de crecimiento de los salarios reales provoca el mismo impacto. Por otro lado, los resultados no se alteran sustancialmente cuando cambian las probabilidades de sobrevivencia.

Es importante mencionar que estos estimados marcan un valor mínimo para el valor estadístico de la vida humana. Los estimados basados en el método de valoración contingente podrían arrojar valores mayores porque estos intentan representar lo que sucede con el bienestar y este puede responder al crecimiento futuro del ingreso de una forma diferente al valor presente de los mismos. Asimismo, para poder comparar estos estimados sería necesario expresarlos en dólares paridad.

Según el Banco Mundial, el PBI del Perú computado a precios internacionales constantes del 2011 es de 369,226 mil millones, cifra que en dólares corrientes en el 2015 ascendió a 189,111.00 mil millones. Cuando colocamos este mismo factor de corrección a nuestros estimados, el Valor Estadístico Promedio de la Vida Humana sube de **138,007.70 a 269,450.39 dólares**. Es probable que un método basado en el valor contingente duplique esta última cifra.

En ese sentido, de acuerdo a lo analizado, consideramos que un buen estimado para el valor estadístico de la vida humana podría ser 465,784.50 soles o 138,007.70 dólares.

VIII BIBLIOGRAFÍA

- Alberini, A., Cropper, M., Krupnick, A., & Simon, N. B. (2003). Does the value of a statistical life vary with age and health status? Evidence from the US and Canada. *Journal of Environmental Economics and Management*, 769-792.
- Ashenfelter, O. (2006). *Measuring the Value of a Statistical Life: Problems and Prospects*. IZA Discussion Paper No. 1911 January 2006.
- Avella, M. y. (2012). *Estimación del Valor Estadístico de la Vida asociado a la seguridad vial en Bogotá*. Bogotá, Colombia.
- Bowland, B. J. (2001). *Robust estimates of value of a statistical life for developing economies*. *Journal of Policy Modeling*, 23(4), 385-396.
- Bowland, B., & Beghin, J. C. (2001). Robust estimate of value of a statistical life for developing economies: An application to pollution and morality in Santiago. *Journal of Policy Modelling*, 2001:385-396.
- Chestnut, L. G., Ostro, B. D., & Vichit-Vadakan, N. (1997). Transferability of Air Pollution Control Health Benefits Estimates from the United States to Developing Countries: Evidence from Bangkok Study. *American Journal of Agricultural Economics*, 79(5): 160-74.
- Chestnut, L. G., Ostro, B. D., & Vichit-Vadakan, N. (1997). Transferability of Air Pollution Control Health Benefits Estimates from the United States to Developing Countries: Evidence from Bangkok Study. *American Journal of Agricultural Economics*, 79(5):1630-1635.
- Cobacho Tornel, M. B., López Nicolás, Á., & Ramos Parreño, J. M. (2008). Estimaciones del Valor Estadístico de la Vida y el coste de mortalidad asociado al consumo de tabaco en España. *XVII Jornadas ASEPUMA – V Encuentro Internacional*, (págs. 1-23). España.
- Cobacho Tornel, M. L. (2010). *El coste de mortalidad asociado al consumo de tabaco en España*. *Revista española de salud pública*, 84(3), 271-280.
- Directiva para la Formulación y Evaluación. (2017 de Abril de 2017). Directiva N° 002-2017-EF/63.01. *El Peruano*.
- Font, A. R. (2007). *Estimación del valor estadístico de la vida en España: Una aplicación del Método de Salarios Hedónicos*. *Hacienda Pública Española*, 2(181), 29-48.
- He, W. y. (2010). *The value of Statistical Life: A contingent Investigation in China*.
- Heckman, J. J. (1979). Sample Selection Bias as a Specification Error. *Econometrica*, 53-161.
- INEI. (2010). *Perú: Situación y Perspectivas de la Mortalidad por Sexo y Grupos de Edad, Nacional y por Departamentos, 1990-2025*. LIMA: INEI.
- Kniesner, T. &. (2005). *Value of a Statistical Life: Relative Position vs. Relative Age*. *The American Economic Review*, 95(2), 142-146. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/4132806>

- Krupnick, A., Albertini, A., Cropper, M., Simon, N., O'Brien, B., Goeree, R., y otros. (2002). Age, Health and the Willingness to Pay for Mortality Risk Reductions: A Contingent Valuation Study on Ontario Residents. *Journal of Risk and Uncertainty* , 24: 161-186.
- Landefeld, J. S. (1982). *The economic value of life: linking theory to practice*. American Journal of Public Health, 72(6), 555-566.
- Martínez, P. y. (2007). *El Valor Estadístico de la Vida Humana en España a través de las preferencias declaradas*. España: Hacienda Pública Española: Revista de Economía Pública, Instituto de Estudios Fiscales.
- Ohta, M. G. (1975). *Household production and consumption. Automobile prices revisited: Extensions of the hedonic hypothesis*, National Bureau of Economic Research, *Studies in Income and Wealth*, 325.
- Social, M. d. (2011). *Estimación de los Costos Sociales por fallecimiento prematuro en Chile a través del enfoque de capital humano*. Chile.
- Thaler, R., & Rosen, S. (1976). The Value of Saving a Life: Evidence from the Labor Market. En N. E. Terleckyj, *Household Production and Consumption* (págs. 265 - 302). NBER.
- Viscusi, W. K. (2003). *The value of a statistical life: a critical review of market estimates throughout the world*. Journal of risk and uncertainty, 27(1), 5-76.
- Viscusi, W. K. (2005). *The value of life*. Olin Center for Law, Economics and Business Discussion Paper 517, Cambridge, MA: Harvard Law School.

IX ANEXOS

Anexo I: Estructura de edades de la población

Edad	2016		
	Hombre	Mujer	Total
0	238,369	233,608	471,977
1	247,591	247,585	495,176
2	260,063	246,783	506,846
3	275,585	260,278	535,863
4	285,600	260,219	545,819
5	300,334	280,059	580,393
6	292,100	266,454	558,554
7	294,423	291,227	585,650
8	292,988	298,221	591,209
9	306,659	293,659	600,318
10	305,770	297,737	603,507
11	331,132	337,067	668,199
12	315,184	320,911	636,095
13	304,244	297,366	601,610
14	289,417	279,169	568,586
15	331,091	284,994	616,085
16	308,236	312,950	621,186
17	301,076	283,240	584,316
18	291,798	276,513	568,311
19	285,153	291,862	577,015
20	295,042	301,955	596,997
21	272,364	247,879	520,243
22	274,048	268,640	542,688
23	260,991	259,984	520,975
24	237,932	239,615	477,547
25	212,910	230,834	443,744
26	217,341	215,279	432,620
27	216,148	232,658	448,806
28	222,995	232,316	455,311
29	210,317	237,557	447,874
30	192,782	231,839	424,621
31	206,470	205,329	411,799
32	197,422	214,684	412,106

Continúa...

Edad	2016		
	Hombre	Mujer	Total
33	206,586	224,713	431,299
34	192,907	230,037	422,944
35	204,518	201,150	405,668
36	187,341	236,725	424,066
37	201,781	218,097	419,878
38	200,594	213,903	414,497
39	218,717	226,826	445,543
40	231,757	226,612	458,369
41	216,409	226,969	443,378
42	211,520	234,893	446,413
43	170,756	231,888	402,644
44	183,319	211,122	394,441
45	201,449	219,786	421,235
46	187,935	200,684	388,619
47	189,662	191,524	381,186
48	178,612	202,459	381,071
49	181,715	213,506	395,221
50	182,412	220,259	402,671
51	163,868	200,577	364,445
52	174,050	183,188	357,238
53	166,663	183,348	350,011
54	147,976	162,479	310,455
55	149,184	194,369	343,553
56	160,895	195,087	355,982
57	162,234	166,484	328,718
58	140,949	165,841	306,790
59	152,106	137,116	289,222
60	136,699	141,375	278,074
61	124,074	146,852	270,926
62	147,098	136,017	283,115
63	117,439	131,235	248,674
64	112,951	115,570	228,521
65	111,994	128,848	240,842
66	110,301	114,466	224,767
67	92,739	97,899	190,638
68	88,843	99,228	188,071

Continúa...

Edad	2016		
	Hombre	Mujer	Total
69	76,082	82,939	159,021
70	89,693	97,435	187,128
71	69,580	96,954	166,534
72	74,574	86,913	161,487
73	82,518	75,153	157,671
74	64,080	73,934	138,014
75	62,402	83,258	145,660
76	58,952	68,801	127,752
77	48,690	68,082	116,772
78	47,262	59,779	107,041
79	52,399	57,244	109,643
80	59,406	57,027	116,433
81	39,449	43,463	82,912
82	40,848	44,862	85,710
83	40,211	36,792	77,003
84	29,552	42,097	71,648
85	25,661	38,692	64,354
86	28,456	31,362	59,818
87	20,368	32,110	52,477
88	17,979	16,268	34,247
89	10,997	19,779	30,776
90	10,343	18,518	28,861
91	10,087	13,951	24,038
92	7,480	8,302	15,782
93	5,422	10,466	15,889
94	5,523	9,542	15,065
95	2,877	5,267	8,144
96	2,768	3,380	6,148
97	1,808	4,745	6,553
98	4,350	4,313	8,663

Fuente: ENAHO 2016

Anexo II: Tabla con la Probabilidad de Supervivencia según sexo

Edad	Datos originales $P(x, x+5)$		Datos estimados	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
0	0.97589	0.98239	0.9860	0.9896
1	0.99231	0.99417	0.9879	0.9910
2	0.99231	0.99417	0.9898	0.9924
3	0.99231	0.99417	0.9914	0.9936
4	0.99231	0.99417	0.9929	0.9947
5	0.9969	0.99775	0.9942	0.9957
6	0.9969	0.99775	0.9952	0.9965
7	0.9969	0.99775	0.9960	0.9971
8	0.9969	0.99775	0.9965	0.9975
9	0.9969	0.99775	0.9968	0.9978
10	0.99675	0.99785	0.9970	0.9980
11	0.99675	0.99785	0.9970	0.9980
12	0.99675	0.99785	0.9969	0.9980
13	0.99675	0.99785	0.9966	0.9979
14	0.99675	0.99785	0.9963	0.9978
15	0.99484	0.997	0.9960	0.9976
16	0.99484	0.997	0.9956	0.9974
17	0.99484	0.997	0.9951	0.9972
18	0.99484	0.997	0.9947	0.9970
19	0.99484	0.997	0.9943	0.9968
20	0.99288	0.99614	0.9939	0.9966
21	0.99288	0.99614	0.9935	0.9964
22	0.99288	0.99614	0.9931	0.9962
23	0.99288	0.99614	0.9927	0.9960
24	0.99288	0.99614	0.9924	0.9958
25	0.99137	0.9952	0.9920	0.9956
26	0.99137	0.9952	0.9917	0.9954
27	0.99137	0.9952	0.9914	0.9952
28	0.99137	0.9952	0.9910	0.9949
29	0.99137	0.9952	0.9906	0.9947
30	0.98936	0.99376	0.9902	0.9944
31	0.98936	0.99376	0.9898	0.9941
32	0.98936	0.99376	0.9893	0.9937
33	0.98936	0.99376	0.9888	0.9934
34	0.98936	0.99376	0.9882	0.9930

Continúa...

Edad	Datos originales P(x, x+5)		Datos estimados	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
35	0.98612	0.99153	0.9876	0.9925
36	0.98612	0.99153	0.9868	0.9920
37	0.98612	0.99153	0.9861	0.9915
38	0.98612	0.99153	0.9852	0.9910
39	0.98612	0.99153	0.9843	0.9903
40	0.98082	0.98813	0.9832	0.9897
41	0.98082	0.98813	0.9820	0.9889
42	0.98082	0.98813	0.9808	0.9881
43	0.98082	0.98813	0.9794	0.9873
44	0.98082	0.98813	0.9778	0.9864
45	0.9725	0.98312	0.9761	0.9853
46	0.9725	0.98312	0.9743	0.9842
47	0.9725	0.98312	0.9723	0.9830
48	0.9725	0.98312	0.9701	0.9817
49	0.9725	0.98312	0.9677	0.9802
50	0.95952	0.97532	0.9651	0.9787
51	0.95952	0.97532	0.9623	0.9769
52	0.95952	0.97532	0.9593	0.9751
53	0.95952	0.97532	0.9560	0.9731
54	0.95952	0.97532	0.9525	0.9710
55	0.93975	0.96275	0.9486	0.9686
56	0.93975	0.96275	0.9446	0.9662
57	0.93975	0.96275	0.9403	0.9635
58	0.93975	0.96275	0.9357	0.9607
59	0.93975	0.96275	0.9306	0.9575
60	0.9096	0.94193	0.9252	0.9541
61	0.9096	0.94193	0.9194	0.9504
62	0.9096	0.94193	0.9130	0.9462
63	0.9096	0.94193	0.9061	0.9415
64	0.9096	0.94193	0.8982	0.9359
65	0.86483	0.90863	0.8892	0.9293
66	0.86483	0.90863	0.8790	0.9214
67	0.86483	0.90863	0.8673	0.9119
68	0.86483	0.90863	0.8536	0.9002
69	0.86483	0.90863	0.8374	0.8859
70	0.8019	0.86018	0.8184	0.8685

Continúa...

Edad	Datos originales P(x, x+5)		Datos estimados	
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
71	0.8019	0.86018	0.7964	0.8477
72	0.8019	0.86018	0.7712	0.8232
73	0.8019	0.86018	0.7425	0.7949
74	0.8019	0.86018	0.7105	0.7629
75	0.57542	0.62099	0.6758	0.7281
76	0.57542	0.62099	0.6401	0.6923
77	0.57542	0.62099	0.6039	0.6561
78	0.57542	0.62099	0.5672	0.6197
79	0.57542	0.62099	0.5296	0.5827
80	0.52092	0.57263	0.4910	0.5448
81	0.46716	0.52327	0.4514	0.5061
82	0.41552	0.47435	0.4115	0.4668
83	0.36708	0.42715	0.3719	0.4276
84	0.32254	0.38263	0.3332	0.3890
85	0.28227	0.34138	0.2962	0.3516
86	0.24633	0.30374	0.2614	0.3160
87	0.21457	0.26974	0.2291	0.2825
88	0.18671	0.23929	0.1998	0.2514
89	0.16240	0.21218	0.1734	0.2230
90	0.14124	0.18812	0.1499	0.1973
91	0.12286	0.16682	0.1293	0.1742
92	0.10691	0.14798	0.1113	0.1535
93	0.09308	0.13132	0.0956	0.1352
94	0.08107	0.11659	0.0820	0.1188
95	0.07065	0.10356	0.0699	0.1041
96	0.06159	0.09202	0.0593	0.0907
97	0.05371	0.08180	0.0495	0.0783
98	0.04686	0.07274	0.0404	0.0666
99	0.04090	0.06471	0.0316	0.0552
100	0.03570	0.05758	0.0230	0.0440

Anexo III: Ingreso anual promedio según sexo periodo, 2016-2114

Año	Ingreso promedio (S/.)	
	Hombres	Mujeres
2016	24,523.24	19,445.75
2017	25,496.16	20,217.23
2018	26,507.69	21,019.32
2019	27,559.35	21,853.24
2020	28,652.73	22,720.24
2021	29,789.49	23,621.63
2022	30,971.35	24,558.79
2023	32,200.09	25,533.12
2024	33,477.59	26,546.12
2025	34,805.77	27,599.30
2026	36,186.64	28,694.27
2027	37,622.30	29,832.67
2028	39,114.91	31,016.24
2029	40,666.74	32,246.77
2030	42,280.14	33,526.12
2031	43,957.55	34,856.22
2032	45,701.51	36,239.10
2033	47,514.66	37,676.84
2034	49,399.74	39,171.62
2035	51,359.61	40,725.70
2036	53,397.23	42,341.44
2037	55,515.69	44,021.28
2038	57,718.21	45,767.76
2039	60,008.10	47,583.54
2040	62,388.84	49,471.35
2041	64,864.04	51,434.06
2042	67,437.43	53,474.64
2043	70,112.92	55,596.18
2044	72,894.56	57,801.88
2045	75,786.55	60,095.09
2046	78,793.28	62,479.29
2047	81,919.30	64,958.07
2048	85,169.34	67,535.19

Continúa...

Año	Ingreso promedio (S/.)	
	Hombres	Mujeres
2049	88,548.32	70,214.56
2050	92,061.36	73,000.23
2051	95,713.77	75,896.42
2052	99,511.09	78,907.51
2053	103,459.06	82,038.06
2054	107,563.66	85,292.81
2055	111,831.11	88,676.69
2056	116,267.86	92,194.82
2057	120,880.63	95,852.53
2058	125,676.41	99,655.35
2059	130,662.46	103,609.05
2060	135,846.32	107,719.60
2061	141,235.84	111,993.23
2062	146,839.18	116,436.41
2063	152,664.83	121,055.87
2064	158,721.61	125,858.60
2065	165,018.68	130,851.88
2066	171,565.58	136,043.25
2067	178,372.21	141,440.59
2068	185,448.89	147,052.06
2069	192,806.33	152,886.15
2070	200,455.67	158,951.71
2071	208,408.48	165,257.91
2072	216,676.81	171,814.29
2073	225,273.18	178,630.80
2074	234,210.59	185,717.74
2075	243,502.59	193,085.84
2076	253,163.23	200,746.27
2077	263,207.14	208,710.61
2078	273,649.54	216,990.93
2079	284,506.22	225,599.75
2080	295,793.63	234,550.13
2081	307,528.85	243,855.59

Continúa...

Año	Ingreso promedio (S/.)	
	Hombres	Mujeres
2082	319,729.65	253,530.24
2083	332,414.50	263,588.71
2084	345,602.60	274,046.25
2085	359,313.93	284,918.67
2086	373,569.23	296,222.44
2087	388,390.10	307,974.67
2088	403,798.96	320,193.16
2089	419,819.15	332,896.40
2090	436,474.92	346,103.62
2091	453,791.48	359,834.82
2092	471,795.05	374,110.79
2093	490,512.90	388,953.14
2094	509,973.35	404,384.34
2095	530,205.86	420,427.76
2096	551,241.08	437,107.67
2097	573,110.84	454,449.34
2098	595,848.25	472,479.01
2099	619,487.74	491,223.99
2100	644,065.10	510,712.65
2101	669,617.52	530,974.50
2102	696,183.71	552,040.21
2103	723,803.88	573,941.68
2104	752,519.84	596,712.05
2105	782,375.07	620,385.81
2106	813,414.76	644,998.79
2107	845,685.91	670,588.27
2108	879,237.38	697,192.97
2109	914,119.96	724,853.17
2110	950,386.45	753,610.76
2111	988,091.78	783,509.27
2112	1,027,293.01	814,593.96
2113	1,068,049.50	846,911.90
2114	1,110,422.95	880,512.01