



UNIVERSIDAD ADOLFO IBÁÑEZ
ESCUELA DE GOBIERNO
MAGÍSTER EN ECONOMÍA Y POLÍTICAS PÚBLICAS

***EFFECTOS DE UN AUMENTO DEL IMPUESTO AL TABACO EN EL
AVANCE DEL DESARROLLO SOSTENIBLE EN CHILE***

TESIS PARA OPTAR AL GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER EN
ECONOMÍA EN ECONOMÍA Y POLÍTICAS PÚBLICAS

AUTOR:

PABLO ANDRÉS STRAJILEVICH PARRA

PROFESOR GUÍA:

GUILLERMO PARAJE

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:

BERNARDO LARA

MARÍA NIEVES VALDÉS

SANTIAGO DE CHILE

23 DE SEPTIEMBRE DE 2024

Resumen

Este trabajo analiza los efectos de un aumento en el impuesto al tabaco sobre el desarrollo sostenible en Chile, evaluando su impacto en términos de algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) planteados en la Agenda 2030 de la ONU. Se utiliza una metodología de microsimulación estática y el Modelo de Costo-Efectividad Ampliado (ECEA), para simular los distintos comportamientos individuales en una población artificial representativa de la sociedad chilena, frente a un potencial incremento tributario del tabaco.

El análisis abarca 7 ODS relevantes: ODS 3 (Salud y bienestar), ODS 1 (Fin de la pobreza), ODS 4 (Educación de calidad), ODS 17 (Recursos internos), ODS 10 (Reducción de las desigualdades), ODS 6 (Agua limpia y saneamiento) y ODS 12 (Producción y consumo responsables).

La microsimulación estima que, con un aumento tributario que provoque un incremento del 48% en el precio promedio de la cajetilla, más de 420 mil personas dejarían de fumar a lo largo del tiempo, y la intensidad del tabaquismo de quienes continúan fumando se reduciría en un 8%. Estos efectos provocarían una reducción de las cajetillas consumidas en más de 74 millones, además de una reducción de cerca de 190 mil muertes prematuras por enfermedades atribuibles al consumo de tabaco. Las muertes evitadas se distribuirían de distintas formas según el nivel socioeconómico: el 72% de las muertes evitadas se concentrarían en los 5 deciles más bajos de ingreso.

Al reducir la cantidad de muertes prematuras debido al tabaquismo, el aumento del impuesto igualmente colaboraría con evitar costos por tratamientos por enfermedades atribuibles al consumo de tabaco. Se estima que el ahorro en gastos para el sistema de salud se encontraría entre un 3,33% y un 6,01% del gasto en salud a nivel nacional. Este ahorro, que se divide entre gasto público en salud y gastos de bolsillo de los hogares, evitaría que más de 65 mil personas caigan en una situación de pobreza debido a gasto por tratamientos médicos. Además, entre 324 mil y 459 mil personas evitarían caer en gastos catastróficos en salud, entendidos como que más del 10% del gasto mensual del hogar sea destinado a gastos en salud.

Además, pese a que existe una reducción en la demanda de cajetillas de cigarrillos, existiría un aumento de la recaudación fiscal por concepto de impuesto específico al tabaco. Con el aumento del impuesto, la recaudación fiscal por este tipo de tributo aumentaría en un 34% (equivalente al 0,14% del PIB).

El estudio concluye que una política de aumento del impuesto al tabaco contribuiría a mejorar la calidad de vida, tanto en las personas que dejan de fumar como en las que las rodean. Además, traería beneficios económicos en términos de ahorro en gastos en salud, como también evitaría una pérdida de productividad en la sociedad generada por las personas que se enferman y dejan de trabajar debido a estos padecimientos causados por el consumo de tabaco.

Los efectos del aumento del impuesto son amplios, y generan beneficios en diversas áreas que muchas veces tienen políticas públicas focalizadas y que requieren de un alto nivel de gasto público. El aumento del impuesto al tabaco es una oportunidad que tienen los Estados para avanzar en diferentes áreas del desarrollo sostenible, con un casi nulo gasto público asociado.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer profundamente a mi profesor guía en este trabajo, Guillermo Paraje, por darme la oportunidad de trabajar con él durante este año, en el que, sin lugar a duda, he aprendido más que nunca.

Agradezco también al Magíster de Economía y Políticas Públicas por recibirme en mis últimos años de formación y brindarme las herramientas necesarias para llevar a cabo este trabajo, además de un grupo de amigos que fue fundamental para disfrutar esta etapa.

También quiero expresar mi agradecimiento a Bernardo Lara y María Nieves Valdés, profesores correctores de este trabajo, por su disposición y el tiempo que dedicaron a lo largo del proceso de elaboración de esta tesis.

Quiero agradecer a Bloomberg Philantropies (www.bloomberg.org) y al Núcleo Milenio para la Evaluación y Análisis de Políticas y de Drogas (nDP) por el financiamiento recibido para el desarrollo de esta tesis. Los puntos de vista expresados en este documento no se pueden atribuir ni representan necesariamente los puntos de vista de Bloomberg Philantropies.

Expresar mi gratitud a Norman Maldonado por su disposición para resolver dudas relacionadas con la metodología de su investigación y por compartir generosamente los códigos utilizados en su trabajo, que sirvieron de valiosa referencia a lo largo de este proceso.

Agradezco al equipo de Tabaconomía: María Inés Torres, Ignacio Finot, Mauricio Flores, Luca Pruzzo, Constanza Garín, Clemente Ragazzone y Klaus Aicher, quienes no solo siempre estuvieron dispuestos a escuchar los problemas que iba encontrando en el camino y a darme consejos para solucionarlos, sino que, con su buena onda, también fueron una compañía fundamental durante este proceso. Quiero agradecer particularmente a Mauricio por la paciencia que tuvo durante estos meses, por ayudarme a resolver los momentos más complejos de este trabajo y por la seguridad que me dio para poder terminar esta tesis con éxito.

Agradezco a mis padres, quienes son los máximos responsables de que haya tenido la oportunidad de realizar esta tesis y de haber tenido la posibilidad de estudiar esta carrera. No existen palabras para expresar lo agradecido que estoy con ustedes.

Y, finalmente, agradezco a Danit Kreisberg por acompañarme durante toda la carrera y por siempre empujarme a dar más de mí. Sin tú motivación, no hubiera sido posible esta experiencia. Gracias por creer en mí más de lo que yo creo.

Índice

I. Introducción.....	1
<i>Convenio Marco de la OMS para el Control del Tabaco</i>	2
<i>Impuesto al tabaco</i>	2
<i>Relevancia del caso chileno</i>	3
<i>Agenda 2030 y Objetivos de Desarrollo Sostenible</i>	4
ODS 3: Salud y bienestar	5
ODS 1: Fin de la pobreza	6
ODS 4: Educación de calidad.....	6
ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos	7
ODS 12: Producción y consumo responsables.....	7
ODS 6: Agua limpia y saneamiento	8
<i>Objetivo de esta tesis</i>	9
II. Revisión Bibliográfica	10
<i>Propensity Score Matching</i>	10
<i>Microsimulación y Modelo ECEA</i>	12
III. Metodología.....	17
<i>Propensity Score Matching</i>	17
Datos usados en el emparejamiento	19
Creación del conjunto de datos sintéticos	20
<i>Microsimulación</i>	25
Aleatorización	26
Inputs.....	27
Simulaciones de Monte Carlo	30
<i>Modelo de Costo-Efectividad Ampliado</i>	31
Beneficios de salud adquiridos por la política pública.....	31
Gastos privados evitados por la política pública.....	32
Protección contra riesgos financieros.....	32
Costos totales netos de la política pública.....	33
IV. Estadísticas descriptivas	34

<i>Base de datos Sintética</i>	34
<i>Defunciones 2022</i>	37
V. Resultados	39
<i>ODS 3: Salud y bienestar</i>	39
<i>ODS 1: Fin de la pobreza</i>	43
<i>ODS 4: Educación de calidad</i>	44
<i>ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos</i>	45
<i>ODS 12: Producción y consumo responsables</i>	47
<i>ODS 6: Agua limpia y saneamiento</i>	47
VI. Limitaciones	49
VII. Conclusiones e implicancias en políticas públicas	51
VIII. Referencias	53
IX. Anexos	58

Índice de tablas

Tabla 1: Balancing Property	23
Tabla 2: Validación de Emparejamiento	25
Tabla 3: Precio e impuestos de una cajetilla promedio.....	28
Tabla 4: Elasticidades del modelo por decil de ingreso.....	29
Tabla 5: Prevalencia de fumadores en la base sintética	34
Tabla 6: Sexo de los fumadores de la base sintética	35
Tabla 7: Intensidad de consumo de cigarrillos por sexo de los fumadores en la base sintética	35
Tabla 8: Personas expuestas al humo en la base sintética	36
Tabla 9: Personas en condición de pobreza monetaria en la base sintética	36
Tabla 10: Personas con gastos catastróficos en salud en la base sintética	36
Tabla 11: Deciles de ingreso por persona equivalente en la base de datos sintética	37
Tabla 12: Resultados ODS 3: Salud y bienestar 1	40
Tabla 13: Resultados ODS 3: Salud y bienestar 2	41
Tabla 14: Resultados ODS 3: Salud y bienestar 3	42
Tabla 15: Resultados ODS 3: Salud y bienestar 4	42
Tabla 16: Resultados ODS 3: Salud y bienestar 5	43
Tabla 17: Resultados ODS 1: Fin de la pobreza	44
Tabla 18: Resultados ODS 4: Educación de calidad	45
Tabla 19: Resultados ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos	46
Tabla 20: Resultados ODS 6 y 12: Agua limpia y saneamiento - Producción y consumo sostenible	48

Índice de gráficos

Gráfico 1: Área de Soporte Común	22
Gráfico 2: Defunciones con diagnósticos atribuibles al tabaquismo 2022.....	38
Gráfico 3: Muertes evitadas por decil de ingreso	40
Gráfico 4: Carga económica por enfermedad como parte del ingreso anual por persona equivalente, según decil de ingreso	52

Índice de anexos

Anexo 1: Tabla de reducción de riesgo de muerte por tramo etario (22)	58
Anexo 2: Tabla de años de vida ganados al dejar de fumar por edad a la que deja de fumar (22).....	59
Anexo 3: Tabla de gradiente de utilización del sistema de salud por deciles de ingreso (7)	59

I. Introducción

El consumo de tabaco sigue siendo uno de los mayores desafíos de salud pública a nivel global, con consecuencias devastadoras tanto para los fumadores activos como para los pasivos, quienes se ven expuestos al humo. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el consumo de tabaco es responsable de aproximadamente siete millones de muertes anuales, lo que lo convierte en la principal causa de muerte evitable a nivel mundial (1). El tabaquismo es un factor determinante, en alrededor del 30%, de todas las muertes por cáncer, afectando órganos como la boca, laringe, tráquea, pulmón, esófago, estómago, mama, páncreas, riñones y vejiga (2). Además de causar un inmenso sufrimiento emocional a las familias durante el largo y doloroso proceso de tratamiento, también conlleva una significativa carga económica. En muchos casos, los hogares deben afrontar gastos catastróficos en salud (3), lo que puede empujarlos a una situación de pobreza.

Además, la epidemia del tabaquismo no solo genera daños sanitarios en la población, si no que, provoca efectos negativos en la economía de los países. Goodchild et al., 2018, estimó que el costo económico total del tabaquismo, que consideró tanto los gastos en salud como las pérdidas en productividad de las personas enfermas, fue equivalente al 1,8% del PIB mundial (4). Por lo tanto, este problema no solo impacta directamente la salud de quienes consumen tabaco y sus familias, sino que también representa una carga considerable para la sociedad en su conjunto.

Una forma de abarcar una gran parte de los efectos negativos que produce el tabaquismo en la sociedad es medir cómo una caída en el consumo de este producto puede potenciar un avance en el desarrollo sostenible. El “desarrollo sostenible” es un enfoque para el crecimiento económico y el progreso social, que busca satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras, y basa su equilibrio en tres pilares fundamentales, como son la sostenibilidad ambiental, económica y social (5). En Chile, si bien se han realizado estudios que analizan aumentos en el precio de los cigarrillos (6,7), hasta el momento no se ha estudiado a cabalidad los efectos que un aumento del impuesto al tabaco puede provocar en el desarrollo sostenible del país.

Convenio Marco de la OMS para el Control del Tabaco

La OMS el año 2003 impulsó el Convenio Marco para el Control del Tabaco (CMCT), que es un tratado internacional adaptado por la Asamblea Mundial de la Salud. La creación de este convenio es una respuesta global necesaria a la epidemia del tabaquismo, que se ve favorecida por diversos factores presentes en el mundo actual, como la globalización, que facilita la interconexión entre países y que también provoca que empresas tabacaleras operen más fácilmente en distintas zonas geográficas, haciendo publicidad y promoción de sus productos. A esto se le suma, el problema del tráfico internacional de cigarrillos de contrabando y la venta de cigarrillos falsificados (8).

El CMCT busca proteger a la población y a las generaciones futuras de las devastadoras consecuencias sanitarias, ambientales y económicas del consumo de tabaco y la exposición al humo de este (8) . Para cumplir con esto, el convenio establece compromisos que deben seguir los países adheridos, como la necesidad de avanzar en medidas que protejan a todas las personas de la exposición al humo de tabaco y también adoptar medidas que prevengan el inicio y promuevan el abandono del hábito de fumar. La realización de este trabajo mantiene relación con el seguimiento de este acuerdo global.

Impuesto al tabaco

El impuesto al tabaco es una herramienta clave que los Estados utilizan para reducir la prevalencia del tabaquismo en la población. A través de este instrumento no solo se mejora la salud pública, sino que también se logra disminuir los gastos de tratamientos médicos y se incrementa la recaudación fiscal (9). La literatura especializada destaca que el aumento del impuesto, y por ende de los precios de los productos de tabaco, es la medida más costo-efectiva para disminuir la intensidad del consumo, como también para directamente cesar el hábito tabáquico (10).

Además, el aumento del impuesto al tabaco tiene un efecto disuasivo sobre los potenciales nuevos fumadores, especialmente entre adolescentes y en los estratos económicos de menores ingresos. Esto se debe a que estos grupos suelen enfrentar mayores restricciones

presupuestarias, lo que los hace más sensibles a los aumentos en el precio de la cajetilla de cigarrillos (11,12).

En Chile, la última modificación hecha a la tributación de cigarrillos ocurrió el año 2014, a través de la ley 20.780, que modificó el artículo 4 y estableció un impuesto adicional al tabaco. Esta legislación modificó la estructura tributaria y le otorgó más relevancia al componente específico. La modificación estableció un impuesto específico de 0,0010304240 Unidades Tributarias Mensuales (UTM) por cada cigarrillo contenido en una cajetilla, además de un 30% sobre el precio de venta al consumidor. Sin embargo, en los últimos 10 años, no se ha implementado ninguna actualización a estos impuestos, lo que va en contra de lo recomendado por la evidencia científica y la OMS (13).

Esta falta de ajuste se vuelve crítica cuando comparamos a Chile con otros países en el indicador de asequibilidad que establece la OMS. Este indicador se construye calculando el porcentaje del PIB per cápita que se necesita para comprar 100 cajetillas de 20 cigarrillos de la marca más vendida en el país. Chile en este índice se encuentra en el lugar 66 de 183 países medidos y permite concluir que comprar cigarrillos es más asequible que en países con PIB per cápita similar, como es el caso Hungría, Rumanía o Panamá (14).

Relevancia del caso chileno

Estudiar el caso chileno es particularmente relevante, ya que Chile presenta singularidades respecto al consumo de tabaco en diferentes niveles.

En el Informe sobre el control del tabaco en la Región de las Américas 2022, realizado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), Chile se estableció como el país con un mayor porcentaje de adultos fumadores, considerando tanto fumadores diarios como ocasionales, entre los 24 países americanos analizados, alcanzando un 29,2% de prevalencia (15).

Si miramos a la población joven, también nos encontramos con datos preocupantes. Chile se encuentra entre los 3 países con mayor tasa de tabaquismo en adolescentes, con un 33,9% de prevalencia (16), destacando sobre todo las mujeres jóvenes quienes consumen más tabaco que los hombres (17). Además, los efectos de las políticas públicas actuales relacionadas al

inicio del consumo de tabaco parecen ser insuficientes cuando los datos oficiales del Observatorio Chileno de Drogas informan que, durante el 2021 en Chile, más de 110.000 escolares comenzaron a fumar (17).

Debido a estas altas tasas de prevalencia, en Chile el 16% de las muertes totales del país son atribuibles al tabaquismo, con un promedio estimado de 52 muertes diarias debido a esta condición (18).

Agenda 2030 y Objetivos de Desarrollo Sostenible

Para medir la contribución de un aumento del impuesto al tabaco en el desarrollo sostenible, es necesario contar con metas e indicadores que permitan cuantificar el avance, con ese objetivo se utilizará la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

La Agenda 2030 es un plan de acción adoptado por todos los Estados Miembros de las Naciones Unidas el año 2015. Como fue mencionado anteriormente, este plan tiene como objetivo lograr un desarrollo sostenible en sus tres dimensiones: económica, social y ambiental, de manera equilibrada e integrada. La Agenda 2030 está compuesta por 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas, que buscan erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todas las personas hacia el año 2030 (19).



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)* (20).

En este contexto, Chile se ha comprometido con el cumplimiento de los objetivos de la Agenda 2030, siendo el país de Latinoamérica que más ha avanzado en las metas propuestas, ubicándose en el lugar 30 de los 166 países que forman parte del acuerdo (21). Un estudio realizado en Colombia estimó que un aumento del impuesto al tabaco, al provocar un alza en los precios, reducía la demanda de tabaco y tenía efectos positivos en el avance de una amplia variedad de ODS (22), lo que resalta la necesidad de evaluar los impactos positivos que una política similar podría tener en diversas áreas del desarrollo sostenible en Chile, fundamentales para el logro de los ODS establecidos en la Agenda.

A continuación, basándose en los indicadores utilizados por Maldonado et al., 2021 (22), se presentan los indicadores a estimar para medir el avance de un aumento tributario en el cumplimiento de los ODS en Chile:

ODS 3: Salud y bienestar

Este ODS tiene como finalidad garantizar una vida sana y promover el bienestar de todas las personas (19). Los indicadores por considerar son:

- 3.4: Al 2030 reducir en un tercio la mortalidad prematura por enfermedades no transmisibles mediante su prevención y tratamiento, y promover la salud mental y el bienestar.
- 3.8: Lograr la cobertura sanitaria universal, incluida la protección contra los riesgos financieros, el acceso a servicios de salud esenciales de calidad y el acceso a medicamentos y vacunas inocuos, eficaces, asequibles y de calidad para todos.
- 3.a: Fortalecer la aplicación del CMCT en todos los países, según proceda.

Los indicadores propuestos para medir el avance en el cumplimiento de las metas, con un aumento del impuesto al tabaco, son los siguientes:

- Número de fumadores: Es el principal indicador para estimar la prevalencia en el consumo de tabaco.
- Intensidad del tabaquismo: Ayuda a comprender la profundidad del tabaquismo en la sociedad.

- Muertes evitadas: Permite cuantificar las muertes prematuras evitadas por una enfermedad no transmisible atribuible al tabaquismo.
- Ahorro de costos sanitarios: Proporciona una medida económica de los beneficios en salud pública derivados de la reducción de enfermedades relacionadas con el tabaco, y que pueden destinarse a otras áreas del sistema de salud.

ODS 1: Fin de la pobreza

Este ODS tiene la finalidad de poner fin a la pobreza en todas sus formas. Entendiendo que la pobreza va más allá de la falta de ingresos y recursos para garantizar un medio de vida sostenible (19). En este estudio se buscará medir indicadores que colaboren en la siguiente meta:

- 1.2: Al 2030 reducir al menos a la mitad la proporción de hombres, mujeres y niños de todas las edades que viven en la pobreza en todas sus dimensiones con arreglo a las definiciones nacionales.

Los indicadores propuestos para medir el avance en el cumplimiento de la meta, con un aumento del impuesto al tabaco, son los siguientes:

- Pobreza evitada: Permite cuantificar cuantas personas evitan caer en situación de pobreza debido al aumento del impuesto, gracias al ahorro en futuros gastos en salud.
- Gastos catastróficos evitados (entendidos como gastar más del 10% del ingreso mensual en salud (3): El tabaquismo puede empujar a las personas hacia la pobreza debido a la cantidad de días laborales perdidos por enfermedad y los gastos en atención médica. Medir este indicador ayuda a comprender el impacto económico del tabaquismo en las familias y la sociedad en general.

ODS 4: Educación de calidad

Este ODS busca garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos. Establece que la educación de calidad es la base para mejorar la vida de las personas y el desarrollo sostenible (19). En este estudio se buscará medir indicadores que colaboren en la siguiente meta:

- 4.4: Al 2030 aumentar considerablemente el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento.

El indicador propuesto para medir el avance en el cumplimiento de la meta, con un aumento del impuesto al tabaco, es el siguiente:

- Años de educación perdidos evitados: El tabaquismo provoca muertes prematuras de personas jóvenes y adultos que almacenan años de educación, por lo que, al morir se genera un daño a la acumulación de capital humano en la sociedad.

ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos

Este ODS busca fortalecer los medios de implementación y revitalizar la alianza mundial para el desarrollo sostenible. Se establece la necesidad de alianzas entre los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil. Además, se argumenta que es preciso aplicar medidas encaminadas a recaudar recursos para generar transformaciones a fin de alcanzar los ODS (19). En este estudio se buscará medir indicadores que colaboren en la siguiente meta:

- 17.1: Fortalecer la movilización de recursos internos, incluso mediante la prestación de apoyo internacional a los países en desarrollo, con el fin de mejorar la capacidad nacional para recaudar ingresos fiscales y de otra índole.

El indicador propuesto para medir el avance en el cumplimiento de la meta, con un aumento del impuesto al tabaco, es el siguiente:

- Ingresos fiscales del impuesto sobre el tabaco: La recaudación generada por los impuestos al tabaco son importantes para financiar programas sociales en diferentes sectores de la sociedad que puedan contribuir al cumplimiento de los ODS.

ODS 12: Producción y consumo responsables

Este ODS busca garantizar modalidades de consumo y producción sostenible, fomentando el uso eficiente de los recursos y la eficiencia energética. Su objetivo es que se hagan más y

mejores cosas con menos recursos (19). En este estudio se buscará medir indicadores que colaboren en la siguiente meta:

- 12.4: Al 2030 lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente.

El indicador propuesto para medir el avance en el cumplimiento de la meta, con un aumento del impuesto al tabaco, es el siguiente:

- Reducción del número de colillas tiradas: El tabaquismo contribuye significativamente a la contaminación del medio ambiente a través de las colillas de cigarrillos. Medir esta reducción ayuda a evaluar el impacto ambiental de las políticas de control del tabaco.

ODS 6: Agua limpia y saneamiento

Este ODS busca garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y saneamiento para todos. Se establece que el agua limpia y accesible es parte esencial del mundo en el que queremos vivir (19). En este estudio se buscará medir indicadores que colaboren en la siguiente meta:

- 6.3: Al 2030 mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.

El indicador propuesto para medir el avance en el cumplimiento de la meta, con un aumento del impuesto al tabaco, es el siguiente:

- Litros de agua que se evita contaminar: En el mismo sentido del ODS anterior, las colillas desechadas liberan sustancias nocivas que contaminan las masas de agua directa o indirectamente.

Objetivo de esta tesis

Considerando lo anteriormente mencionado, el objetivo de este trabajo es medir como un aumento del impuesto al tabaco en Chile puede favorecer el avance de diversas áreas del desarrollo sostenible y contribuir en el cumplimiento de los ODS planteados en la Agenda 2030. La estimación se llevará a cabo a través de un proceso de microsimulación estática de estados y comportamientos, creando una sociedad artificial que simula las características de la población chilena y que permitirá estimar los efectos sociales, económicos y ambientales que habría en Chile bajo la situación hipotética de un alza tributaria en el tabaco.

II. Revisión Bibliográfica

Para realizar este trabajo fue necesario utilizar diferentes herramientas metodológicas para las cuales se hará una revisión bibliográfica en esta sección y posteriormente serán explicadas en la sección de Metodología.

Propensity Score Matching

El Propensity Score Matching (PSM) es una herramienta metodológica utilizada generalmente para la evaluación de impacto de políticas públicas. El trabajo seminal de esta metodología corresponde al paper “The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects” de Rubin y Rosenbaum publicado en 1983 (23). En este estudio se propone el uso del puntaje de propensión como una herramienta fundamental para estimar efectos causales en estudios observacionales, donde no es posible utilizar ensayos aleatorios. Establecen que el puntaje de propensión es la probabilidad de asignación a un tratamiento dado un conjunto de covariables, y permite balancear grupos de tratamiento y control para imitar las condiciones de un experimento aleatorio.

Un ejemplo de la utilización de esta metodología para la evaluación de impacto en políticas públicas es el estudio realizado por Anand, Mizala y Repetto (2006). En esta investigación, se emplea el PSM para estimar el impacto de la educación particular subvencionada con financiamiento compartido en los puntajes SIMCE. El grupo de tratamiento corresponde a los beneficiarios de becas que asisten a colegios particulares subvencionados con copago, mientras que se utilizan dos grupos de control: en primer lugar, estudiantes de colegios públicos y, en segundo lugar, estudiantes de colegios particulares subvencionados sin copago. El puntaje de propensión se establece como la probabilidad de recibir una beca a un colegio particular subvencionado pagado, y se utiliza un modelo logit con información de un cuestionario realizado a los padres e información administrativa. El puntaje es mayor si el estudiante pertenece un hogar con menores ingresos y si lleva una mayor cantidad de años en el colegio. Como resultado, el estudio estima un impacto positivo de cerca de 10 puntos en la prueba SIMCE para los alumnos de colegios particulares subvencionados con copago,

en comparación con los estudiantes de colegios públicos, mientras que no se encuentran diferencias significativas con el segundo grupo de control. (24).

Pese a que lo tradicional es utilizar el PSM para evaluar impactos de políticas públicas, en este trabajo se utilizará con el objetivo de traspasar información desde una base de datos a otra. Este tipo de procedimiento es utilizado comúnmente en la literatura cuando existen faltas de información relevantes en una encuesta o cuando la información de una base de datos no es lo suficientemente precisa para realizar un estudio en particular. Un ejemplo interesante de esta metodología es el estudio de Cifaldi y Neri (25), quienes analizan los desafíos de recopilar datos sobre ingresos y consumo en una misma encuesta, evaluando cómo los errores de medición pueden afectar el análisis de las tasas de ahorro de los hogares. Utilizando la Encuesta de Ingresos y Riqueza de los Hogares (SHIW) en Italia, que recopila información sobre ingreso y consumo, los autores la contrastan con otras encuestas consideradas más confiables para ciertos componentes, como la Encuesta Europea de Ingresos y Condiciones de Vida (EU-SILC) y la Encuesta de Presupuestos Familiares (HBS).

Dado que la SHIW tiende a subestimar la cantidad de personas que reciben ingresos de fuentes secundarias, los autores corrigen este sesgo utilizando un emparejamiento estadístico con la encuesta EU-SILC. Para ello, reponderan los datos de la EU-SILC mediante el puntaje de propensión basado en características sociodemográficas similares. Posteriormente, imputan los nuevos receptores de ingresos secundarios en la SHIW utilizando un modelo de regresión probit ponderado y un experimento aleatorio para asignar receptores de ingreso. Los ingresos se asignan a través del PSM, emparejando individuos de la SHIW con aquellos de la EU-SILC, asignándoles los datos de ingresos del vecino más cercano.

Además, los autores aplican un segundo proceso de emparejamiento, esta vez con la HBS, para transferir información detallada sobre el gasto no duradero, ya que la SHIW no recopila este tipo de datos de manera exhaustiva. Estos ajustes permiten la creación de un conjunto de datos sintético, que toma en cuenta los errores de medición tanto en el ingreso como en el consumo. El análisis muestra que los errores de medición tienden a ser mayores en los datos de consumo que en los de ingresos, lo que lleva a una sobreestimación de las tasas de ahorro en la SHIW, particularmente en los hogares de bajos ingresos. La imputación de datos a través del PSM mejora la precisión de los análisis económicos, demostrando que las técnicas de

imputación como el emparejamiento por puntaje de propensión son útiles cuando se trabaja con encuestas que no recogen datos de manera exhaustiva o precisa. Este enfoque subraya la importancia de ser consciente de los errores de medición y las ventajas de aplicar estas metodologías para obtener análisis más fiables.

Microsimulación y Modelo ECEA

La microsimulación de estados y comportamientos es una metodología de modelado que es utilizada como una herramienta esencial en el análisis y evaluación de políticas públicas. Desde sus raíces en la propuesta de Orcutt, 1960 (26) hasta la actualidad, ha permitido a investigadores y formuladores de políticas, evaluar el impacto de diversas intervenciones antes de su implementación.

Actualmente existe una gran cantidad de literatura que busca estimar los efectos tanto de distintos tipos de políticas públicas como también de un aumento al impuesto al tabaco ocupando como metodología la microsimulación de estados y comportamientos. Estos estudios tienen diferentes matices, ya que pueden estar focalizados en distintos tipos de países (clasificados por nivel de ingreso o área geográfica). Además, pueden buscar estimar efectos netamente sanitarios o ahondar en otras áreas de la sociedad que también pueden verse afectadas, como la equidad de género o la distribución de ingresos. En el caso de este trabajo la microsimulación se llevará a cabo utilizando un modelo de costo-efectividad ampliado (ECEA), que tiene la característica de estimar efectos de políticas sanitarias en diferentes áreas de la sociedad. A continuación, se revisarán algunos de estos trabajos que utilizan la metodología de microsimulación, sin el uso del modelo ECEA.

En primer lugar, parece relevante revisar un ejemplo de la utilización de este tipo de metodología en otras áreas de las políticas públicas, como es el trabajo de Mantovani et al., 2007 (27), en el que se abordan las reformas de los sistemas de pensiones de algunos países de la Unión Europea, con especial énfasis en cómo mejorar la sostenibilidad a largo plazo sin comprometer los ingresos de los pensionados actuales. Utilizan EUROMOD, un modelo de microsimulación estática, para simular reformas en Dinamarca, Alemania, Italia y el Reino Unido. Utilizan la microsimulación estática que se centra en estimar los efectos a corto plazo de las reformas sobre la distribución de ingresos y los niveles de pobreza entre los ancianos,

ignorando aspectos dinámicos como el comportamiento futuro de los individuos o cambios demográficos a largo plazo. A través de la microsimulación se identifican “ganadores” y “perdedores” bajo diferentes escenarios de reforma.

En el estudio se consideran 3 tipos distintos de reformas al sistema de pensiones. En primer lugar, establecen un esquema de pensión mínima, que busca proteger a los pensionados de bajos ingresos. La microsimulación con este tipo de reforma mostró un gran impacto en la reducción de la pobreza entre los ancianos, especialmente en el Reino Unido y Dinamarca. En segundo lugar, se simuló una reforma en la que se aumentaban las contribuciones provisionales de los trabajadores, con el objetivo de financiar las pensiones públicas. La microsimulación hecha bajo este escenario, mostró que este tipo de política puede tener efectos regresivos, afectando en mayor medida a los trabajadores de bajos ingresos. Finalmente, el tercer escenario de microsimulación estática proponía reducir las tasas de reemplazo de las pensiones contributivas. Simularon una reducción proporcional en las pensiones pagadas, teniendo como objetivo ahorrar costos, pero finalmente se observó que esta medida podía aumentar significativamente la pobreza y desigualdad entre los ancianos, especialmente en Dinamarca y Alemania.

En definitiva, este estudio es un buen ejemplo de cómo la metodología de microsimulación estática es una valiosa herramienta para la evaluación de los efectos distributivos y fiscales a corto plazo, centrándose en los impactos inmediatos sobre la pobreza y la desigualdad de ingresos. Además, debido a sus características permite diferenciar y poder hacer análisis micro de los hogares que evitan o caen en la pobreza, lo que facilita la toma de decisiones focalizadas.

A través de la microsimulación igualmente se han desarrollado estudios para medir el impacto del tabaquismo sin la utilización del modelo ECEA. En un estudio de 2021, realizado por Kim et al. se presentó un análisis de los efectos del tabaquismo en la esperanza de vida y la prevalencia de enfermedades crónicas en Corea del Sur, Singapur y Estados Unidos. Utilizaron datos de estudios longitudinales para simular resultados en salud y cuantificar las potenciales ganancias que se podrían producir al reducir el tabaquismo en diferentes subgrupos de fumadores en cada uno de estos países. Ocuparon modelos de microsimulación adaptados al contexto geográfico y epidemiológico de los tres países. Los modelos

consideran la intensidad del tabaquismo, separando entre fumadores ligeros y fumadores pesados, además de otros factores demográficos y de salud. Se simularon 2 escenarios de políticas públicas, la primera en que se eliminaba el tabaquismo entre fumadores “ligeros” (pertenecientes al percentil 30), y la segunda en la que se eliminaba el tabaquismo para los fumadores “pesados” (pertenecientes al percentil 70). En el primer escenario, las micro simulaciones establecieron que para los 3 países la esperanza de vida aumentó, aunque en pequeñas cantidades significativas, mientras que en el segundo escenario se generó el mismo efecto, pero con beneficios aún mayores para los 3 países (28)

Como fue mencionado anteriormente, este trabajo se realizará utilizando la microsimulación de estados y comportamientos con la implementación de un modelo ECEA. A continuación, se hará una revisión de estudios que también utilizan este tipo de metodología para estimar efectos del tabaquismo en diferentes países del mundo.

En el año 2016 se llevó a cabo un estudio por Pichón-Riviere et al, relacionado al impacto económico del tabaquismo en los sistemas de salud de América Latina. Específicamente, analizaron los sistemas de salud de 7 países, los cuales representaban el 78% de la población de América Latina, el objetivo era estimar los costos médicos directos atribuibles al consumo de tabaco y utilizaron un modelo de microsimulación de transición de estados, el cual incluía enfermedades cardiovasculares, cerebrovasculares, EPOC, neumonía, cáncer de pulmón y otros nueve tipos de neoplasias. Los resultados evidenciaron que el tabaquismo es responsable de aproximadamente 33.576 millones de dólares en costos directos para los sistemas de salud de la región (2.216 millones de dólares en Chile), lo que es equivalente al 0,7% del PIB regional (0,9% en Chile, el más alto de la región) y el 8,3% del presupuesto de salud (11,2% en Chile). Destacan además que los ingresos fiscales por la venta de cigarrillos solo cubren el 37% (62% en Chile) de los gastos atribuibles al tabaquismo, por lo que se puede concluir que existe la necesidad de aumentar la carga tributaria a este tipo de productos para poder compensar al menos el gasto atribuible por el consumo de tabaco (29).

En 2020, Castillo-Riquelme et al, realizaron un estudio sobre el impacto económico del tabaquismo en Chile, el que buscaba reportar la carga por enfermedad y los costos médicos directos atribuibles al tabaquismo. Para desarrollar el estudio utilizaron un modelo económico de microsimulación, el cual incluía variables para estimar la morbilidad,

mortalidad, años de vida ajustados por discapacidad y costos directos de atención médica. Además, incluyeron consideraciones por sexo, edad y condición de tabaquismo. Los resultados entregaron que en 2017 hubo 16.472 muertes atribuibles al tabaquismo, lo que representó aproximadamente un 16% de todas las muertes del país. También, arrojó que el sistema de salud chileno gasta anualmente 1800 millones de dólares en el tratamiento de enfermedades causadas por el tabaquismo. Finalmente agregan que, si se aumenta el precio de los cigarrillos en un 50%, se podrían evitar alrededor de 13.665 muertes relacionadas con enfermedades atribuibles al tabaco en un periodo de 10 años (6).

El 2018, Global Tobacco Economics Consortium publicó un trabajo que tenía como objetivo evaluar el impacto de un aumento del 50% en el precio de los cigarrillos en 13 países de ingresos medios. Para realizar la estimación utilizaron un modelo ECEA. Este modelo tenía como objetivo calcular los años de vida perdidos evitados los costos de tratamientos evitados, la reducción de gastos catastróficos en salud y la disminución de la pobreza extrema. Como resultado, obtuvieron que dicho aumento en el precio reduciría considerablemente el tabaquismo, resultando que 67 millones de personas dejarían de fumar, lo que derivaría en 449 millones de años de vida ganados. Al utilizar un modelo compartimental, les fue posible estimar el efecto en los ingresos de diferentes niveles socioeconómicos, estimando que los beneficios económicos y sanitarios serían mayores en los grupos de población más vulnerables, quienes verían una reducción significativa en los gastos catastróficos de salud y en la pobreza extrema. Finalmente, se estimó que un aumento del impuesto generaría 122 billones de dólares adicionales de ingresos fiscales, por lo que concluyen que el alza tributaria es una herramienta poderosa a la hora de mejorar la salud pública y reducir la pobreza en los países de ingresos medios, generando grandes avances en el desarrollo sostenible (7).

Finalmente es importante destacar el estudio realizado por Maldonado et al., 2021, que fue la principal referencia de esta tesis y cuyo objetivo fue evaluar los efectos de un aumento en los impuestos al tabaco en Colombia, utilizando un modelo de microsimulación. Este modelo creó una sociedad artificial que simulaba las características de la población colombiana para analizar el impacto en los ODS. Los resultados del estudio mostraron que el aumento en el impuesto reduciría la cantidad de fumadores de 4,51 a 3,45 millones y el consumo de cigarrillos en Colombia de 332,3 a 215,5 millones de cajetillas anuales. Esta reducción

provocaría una disminución en la mortalidad prematura por enfermedades no transmisibles relacionadas con el tabaquismo, evitando aproximadamente 445.000 muertes. Además, el estudio calculó que los gastos en salud se reducirían en COP\$2.157,4 mil millones. También se destacó que el impuesto aumentaría la equidad en salud e ingresos, protegiendo a las familias de bajos recursos de gastos catastróficos en salud y evitando que miles de personas caigan en situación de pobreza. Se estimó que el aumento del impuesto generaría COP\$1.359,9 mil millones adicionales en ingresos fiscales, concluyendo que los impuestos al tabaco son una poderosa herramienta para mejorar la salud pública y avanzar en el desarrollo sostenible en Colombia (22).

Los últimos 4 estudios mencionado utilizan el método de la microsimulación para poder estimar el efecto a nivel macroeconómico que genera el tabaquismo en la sociedad, debido a la gran capacidad que tiene esta metodología de capturar las respuestas heterogéneas que existen dentro de los habitantes de un país. Sumado a esto, es destacable que las tres investigaciones concluyen que existe la urgente necesidad de aumentar los impuestos al tabaco, debido al daño que provoca el consumo de este producto, tanto en los sistemas de salud como en las finanzas del estado y de las personas.

III. Metodología

Como fue mencionado anteriormente, para llevar a cabo este estudio, fue necesario recurrir a diversas herramientas metodológicas. En primer lugar, se presentó la necesidad de crear una base sintética que incorporara información detallada sobre el tabaquismo a nivel nacional e incluyera información sobre los niveles de ingreso y gasto de los hogares. Para la realización de esta base, se utilizó el método PSM, con el objetivo de combinar información entre diferentes bases de datos.

Posteriormente, la metodología empleada para estimar los indicadores fue el método de microsimulación estática de estados y comportamientos. Este método sirvió para simular cómo los diferentes individuos responden a los cambios en el impuesto al tabaco y proyectar el efecto a nivel nacional. La microsimulación permitió modelar detalladamente las interacciones y los efectos en la salud, el consumo y los comportamientos de los individuos frente a cambios en las políticas fiscales.

Finalmente, como marco para estimar los indicadores, se utilizó un Modelo de Costo-Efectividad Ampliado. Este modelo sirvió para evaluar los diversos impactos que el aumento del impuesto al tabaco genera en la sociedad, abarcando áreas como la salud pública, la economía de los hogares y el bienestar general. Este modelo permite analizar no solo los beneficios sanitarios de un alza del tributo al tabaco, sino también los beneficios económicos y sociales generados.

Cada herramienta que forma parte de la metodología será explicada más en detalle a continuación:

Propensity Score Matching

El PSM es una técnica estadística ampliamente utilizada en la evaluación de políticas públicas y en la investigación aplicada para abordar problemas de selección sesgada en estudios observacionales. Como fue mencionado en la sección de Revisión Bibliográfica, esta metodología fue introducida por Paul Rosenbaum y Donald Rubin en 1983 (23) como

una forma de estimar el efecto causal de un tratamiento o intervención en situaciones donde la asignación al tratamiento no es aleatoria.

En el contexto de la evaluación de políticas públicas, el PSM se utiliza para crear grupos comparables de unidades tratadas y no tratadas (o de control) que tienen una probabilidad similar de recibir el tratamiento, basada en un conjunto de covariables observables. Este proceso permite estimar el efecto causal del tratamiento al comparar los resultados entre estos grupos emparejados. La metodología de PSM es especialmente valiosa en estudios donde no es posible realizar experimentos controlados aleatorizados debido a limitaciones éticas, prácticas o de costos (30).

El PSM se implementa en varios pasos:

- 1) Se estima un puntaje de propensión utilizando un modelo probabilístico, que puede ser una regresión logit o probit, con el objetivo de estimar la probabilidad de recibir el tratamiento en función de las covariables incluidas en el modelo. Ese puntaje de propensión representa la probabilidad de ser tratado dado el conjunto de covariables.
- 2) Se realiza el emparejamiento entre las unidades del grupo de control y el grupo de tratamiento en función de su puntaje de propensión. Existen distintas formas de realizar este procedimiento, algunos de ellos son el emparejamiento por vecino más cercano, que puede ser de uno a uno o de uno a muchos, emparejamiento por caliper, estratificación, kernel, entre otras.
- 3) Verificar que las covariables estén equilibradas entre los grupos que fueron emparejados. Para realizar esta evaluación se utilizan pruebas estadísticas (diferencia de medias, prueba de chi-cuadrado, etc.) y gráficas que comparan la distribución de las covariables antes y después del emparejamiento.
- 4) Se estima el efecto causal del tratamiento comparando el resultado promedio entre los grupos emparejados. Este efecto generalmente se calcula como la diferencia de medias entre ambos grupos. Para el objetivo de este trabajo, este paso no fue necesario.

El PSM es una herramienta valiosa no solo para la evaluación de políticas públicas, sino también para el emparejamiento de bases de datos, especialmente cuando es necesario combinar información de diferentes fuentes para realizar análisis más completos y robustos. A través del emparejamiento por puntaje de propensión, se crean parejas de unidades de los grupos de control y tratamiento con características sociodemográficas similares, formando “clones” que, al tener atributos observables parecidos, pueden compartir patrones de ingreso o gasto.

Para los fines de este estudio, el PSM se utilizará para imputar datos de ingresos y gastos de los hogares de la Encuesta de Presupuestos Familiares (EPF) en la base de datos de la Encuesta Nacional de Salud (ENS). Esto se debe a que si bien, la ENS incluye información sobre los ingresos del hogar, no cuenta con la calidad metodológica necesaria para este análisis, ya que su enfoque principal está en la salud de las personas. Por lo tanto, utilizaremos la información de tabaquismo proporcionada por la ENS, mientras que la EPF, que realiza un seguimiento exhaustivo de los gastos de los hogares durante un mes, aportará los datos económicos necesarios.

Ambas encuestas incluyen información sociodemográfica relevante, lo que nos permite crear un puntaje de propensión para realizar el emparejamiento de manera precisa. El detalle de las bases de datos utilizadas para esta tesis y el procedimiento hecho para generar la base de datos sintética se muestra a continuación.

Datos usados en el emparejamiento

Como fue mencionado en la sección de Introducción, esta tesis tiene el objetivo de estimar una gran cantidad de indicadores, por lo que es necesario contar con una base de datos que contenga información detallada sobre tabaquismo a nivel individual, como también información precisa y confiable los gastos de los hogares. En Chile no hay una base de datos que incluya información detallada sobre ingresos, gastos y tabaquismo de los hogares, por lo tanto, fue necesario desarrollar una base de datos sintética que incluyera información extraída de las dos encuestas antes mencionadas.

1. Encuesta Nacional de Salud (ENS) 2016/17: Esta encuesta realizada por el Ministerio de Salud mide el estado de salud de las personas, su uso de los servicios sanitarios, la

prevención y los factores de riesgo, y proporciona información relevante sobre el consumo de tabaco, tanto de forma individual como en el entorno doméstico.

2. Encuesta de Presupuestos Familiares (EPF) 2021/22: De esta encuesta aplicada por el Instituto Nacional de Estadísticas se pudo extraer información detallada sobre el nivel de gasto de los hogares. Para el objetivo de este estudio, el gasto del hogar será utilizado como una representación más certera del ingreso del hogar, debido a la tendencia a subreportar ingresos por parte de los individuos en este tipo de encuestas (31). Además, contiene datos relevantes para estimar los gastos de bolsillo utilizados en productos y servicios relacionados a la salud, lo que permitirá estimar el nivel de gastos catastróficos.

Como un componente aparte de la base de datos sintética, se utilizaron datos de la base de Defunciones del año 2022, proporcionados por el Departamento de Estadísticas de Información de Salud. Estas bases permiten cuantificar la cantidad de eventos y fallecimientos anuales relacionados con enfermedades atribuibles al consumo de tabaco.

Creación del conjunto de datos sintéticos

Para crear la sociedad artificial fue necesario realizar un proceso de emparejamiento entre ambas bases a nivel de hogar. Específicamente, los montos de ingresos y gastos de los hogares de la EPF se traspasaron a observaciones con características sociodemográficas similares de la ENS.

Cuando se utiliza el PSM para estimar los efectos de políticas públicas, se crea un grupo de “control” con la base de datos disponible previa a la implementación de la política, y un grupo de “tratamiento” con las observaciones de la base de datos posterior a la implementación de la política pública a evaluar. En este trabajo, al aplicar la metodología de PSM para emparejar información de gastos de la EPF con observaciones de características sociodemográficas similares (de ahora en adelante denominadas “clones”) en la ENS, se utilizarán las definiciones de “base donante” y “base receptora”. Se entiende como “base donante” la base de datos que transfiere su información, en este caso sobre las finanzas de los hogares, a otra base de datos. Por otro lado, la “base receptora” corresponde a la base de datos que recibe la información de la “base donante” para todas sus observaciones.

Se utilizaron 15.096 de los 15.134 hogares presentes en la EPF como base donante, esto debido a eliminaciones previas de individuos que tenían como respuesta “no sabe” o “no responde” en la variable “sexo”, además de eliminar algunas observaciones que presentaban ingresos negativos. Como base receptora, se usaron 6.160 observaciones de la ENS de las 6.233 de la base original, ya que 73 observaciones no contaban con información en algunas de las variables sociodemográficas utilizadas para crear el puntaje de propensión.

Para llevar a cabo el emparejamiento fue necesario realizar los siguientes pasos:

- 1) Cálculo del Puntaje de Propensión: Para el cálculo del puntaje de propensión se utilizó el comando “pscore” en STATA 18. Este código realiza una estimación del puntaje de propensión para cada observación utilizando un modelo probit, posteriormente estratifica a los individuos en bloques según su puntaje y verifica que se cumpla la propiedad de equilibrio.

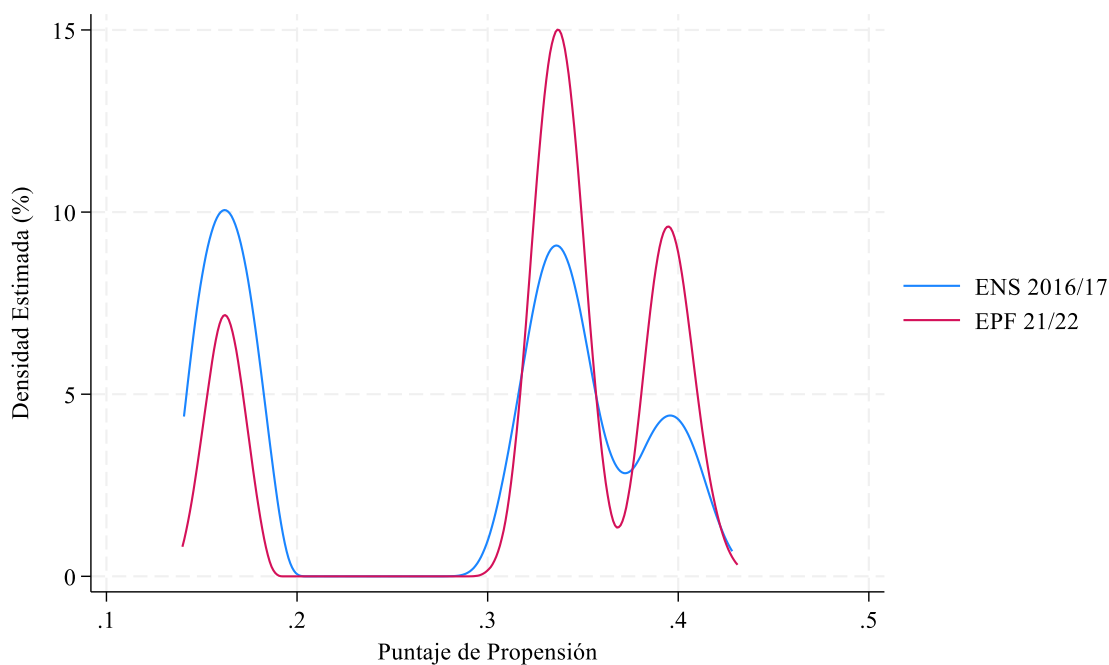
Para utilizar este código se introdujeron cuatro variables que contienen características observables que se consideraron relevantes a la hora de realizar un emparejamiento de datos financieros del hogar. En primer lugar, se incluyeron dos variables binarias relacionadas al nivel de educación del jefe de hogar, las cuales representan si el jefe de hogar tiene educación secundaria incompleta, educación secundaria completa o educación superior completa. Además, se incluyó una variable que contiene la edad del jefe de hogar de forma continua, y finalmente, una variable relacionada al sexo del jefe de hogar.

Tiene sentido incluir estas 3 variables como parte del puntaje de propensión con el objetivo de traspasar información a hogares similares, ya que las variables de ingresos y gastos de los hogares están estrechamente relacionadas con las características observables del jefe de hogar.

Posterior a la elección de las variables, se calculó el puntaje de propensión para las observaciones de ambas bases. Las bases presentaron distintas distribuciones de puntajes de propensión, por lo que para crear los grupos de “donantes” y “receptores” se utilizan solamente observaciones dentro de un rango llamado “soporte común”, que corresponde al intervalo entre el puntaje más bajo y el puntaje más alto en el que coinciden observaciones de ambos grupos. En este caso el soporte común se

encuentra entre 0,1399 y 0,4311 puntos. El Gráfico 1 muestra en el eje y, la frecuencia relativa de las observaciones en cada valor de puntaje de propensión medido en el eje x. Además, se puede apreciar la distribución de los puntajes de propensión y el área de soporte común, que corresponde al área que se encuentra bajo ambas curvas.

Gráfico 1: Área de Soporte Común



Elaboración propia en base a los resultados del Propensity Score Matching.

Para verificar la viabilidad de realizar el emparejamiento entre las bases, en primer lugar, se dividen los puntajes de propensión en diferentes grupos o bloques, con el objetivo de que el puntaje promedio no sea significativamente diferente entre ambos grupos, verificando iterativamente para ajustar el número de bloques y lograr el balance.

El segundo paso consiste en verificar si las covariables están balanceadas dentro de cada bloque, es decir, que no exista diferencia estadística significativa entre las covariables incluidas en el puntaje de propensión calculado para cada grupo de observaciones dentro de los bloques. Esta condición también se cumplió, por lo que fue posible seguir adelante con el emparejamiento. En la Tabla 1 es posible ver como quedaron dispuestas las observaciones dentro de cada bloque para cumplir con el balance necesario para continuar con el procedimiento del PSM.

Para guiarnos y realizar el balanceo de manera efectiva utilizamos como referencia Bernal y Peña, 2011 (30).

Tabla 1: Balancing Property

Límite inferior del bloque de pscore	Unidades de la Base Donante	Unidades de la Base Receptora	Total
0.139869	6.132	1.185	7.317
0.3	5.477	2.704	8.181
0.35	2.545	1.616	4.161
0.4	942	655	1.597
Total de observaciones	15.096	6.160	21.256

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados del Propensity Score Matching.

2) Emparejamiento de Unidades: Para realizar el emparejamiento, se utilizó el comando “psmatch2” en STATA 18. Este código facilita la creación de pares entre observaciones de la base donante y la base receptora, basándose en el puntaje de propensión.

Para este trabajo se decidió usar el método del vecino más cercano. Este tipo de emparejamiento lo que hace es unir a una observación de la base donante con la observación que tenga el puntaje de propensión más cercano de la base receptora, ya que sería la unidad con la que presenta una mayor similitud en sus características observables. El método del vecino más cercano puede realizarse de forma uno a uno, como se explicó anteriormente, o uno a muchos, que sería emparejando muchas unidades de la base donante con una sola unidad de la base receptora, dependiendo del diseño del estudio y la disponibilidad de datos (32). Por esto, debido a la diferencia de tamaño de las bases de datos, se decidió utilizar a los 10 vecinos más cercanos. Esto significa que una unidad de la ENS se empareja con las 10 unidades con puntajes de propensión más cercano dentro de la EPF. Al utilizar esta forma de emparejamiento, los gastos e ingresos que se establecen para las unidades de la base sintética corresponden al promedio de los gastos e ingresos de los 10 vecinos más cercanos.

Con esta condición en el emparejamiento, se utilizan 3.870 observaciones de la base donante para las 6.160 unidades de la base receptora. La diferencia entre ambas

cantidades se explica debido a que hay unidades de la EPF que donan información a más de una unidad de la ENS.

- 3) Validación del Emparejamiento: Para evaluar la calidad del emparejamiento y asegurar que las covariables estén equilibradas se realizó una prueba de balanceo utilizando el comando “pctest” en STATA 18. Este código calcula y grafica varias medidas del grado de equilibrio de las variables entre los dos grupos del propensity score. Un buen emparejamiento debe equilibrar las covariables entre los grupos emparejados (33). Esta prueba verificó que las diferencias en los valores medios de las covariables seleccionadas entre los dos grupos no eran estadísticamente significativas. Además, la relación de varianzas de todas las covariables entre la base donante y la receptora se encuentran dentro del rango aceptable de [0.95; 1.05], por lo que la variabilidad de las covariables es similar entre ambos grupos. En términos del modelo, el sesgo se estimó en 0.1%, cumpliendo con la condición de ser menor a 25% y el ratio de varianzas alcanzó el valor de 1, que se encuentra dentro del rango aceptable de [0.5; 2]. En la Tabla 2 se exponen los resultados de la validación de emparejamiento, donde se tomó como referencia el nivel educativo del jefe de hogar con educación secundaria incompleta, y en la variable “sexo del jefe de hogar” se asignó un 0 si era mujer y un 1 si era hombre. Con estos resultados podemos concluir que el emparejamiento de las bases de datos fue exitoso.

Tabla 2: Validación de Emparejamiento

Variable	Promedio		%sesgo	Test t	
	Base Donante	Base Receptora		t	P > t
Jefe de Hogar con Educación Secundaria Completa	0,49903	0,49903	-0,0	-0,00	1,000
Jefe de Hogar con Educación Superior Completa	0,19237	0,19237	0,0	0,00	1,000
Edad del Jefe de Hogar	53,435	53,443	-0,0	-0,03	0,979
Sexo del Jefe de Hogar	0,53133	0,53164	-0,03	-0,03	0,973

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados del Propensity Score Matching.

Microsimulación

Esta técnica se basa en la simulación de comportamientos, estados y decisiones a nivel micro, pudiendo ocupar diversos niveles como unidad de análisis, por ejemplo, individuos, hogares o empresas. La microsimulación se desarrolla a través de la utilización de bases de datos que contengan información microeconómica, como pueden ser encuestas o registros administrativos, facilitando un análisis ex-ante, lo que significa que permite evaluar los efectos de políticas antes de su aplicación en la población general (34).

Esta metodología permite abordar diferentes dimensiones de complejidad, tales como la estructura poblacional, las respuestas conductuales ante políticas específicas y la propia estructura de las políticas. Según O'Donoghue (2014), "la microsimulación es un mecanismo de abstracción de la realidad que nos ayuda a entender mejor la complejidad" (34).

Para este estudio, se utilizará el método de microsimulación estática, la cual es utilizada mayormente para temas tributarios o de seguridad social y que a diferencia de la microsimulación dinámica, no considera la evolución de las unidades a lo largo del tiempo, es decir, se centra en un estado instantáneo del sistema.

Aleatorización

Para realizar la microsimulación, se utilizó como referencia el trabajo de Maldonado et al., 2021 (22), quienes desarrollaron un modelo para estimar las muertes evitadas entre fumadores debido al aumento del impuesto al tabaco. Este cálculo es la base para lograr los resultados de los indicadores de los ODS 1 y 4.

El proceso de la microsimulación se estructuró en tres pasos principales:

- 1) **Aleatorización inicial de fumadores condenados a morir:** La literatura establece que la mitad de los fumadores morirá prematuramente por una enfermedad atribuible al tabaquismo (35,36). Debido a esta premisa, disponiendo de la base sintética, se aleatorizó al 50% de los fumadores que estarían “condenados a morir” por esta condición.
- 2) **Aleatorización de fumadores que dejan de fumar:** Basado en las probabilidades de dejar de fumar, calculadas según las características socioeconómicas y etarias de cada fumador, se aleatorizó a aquellos que efectivamente dejarían de fumar debido al incremento del impuesto. Dentro de este grupo, algunos estaban “condenados a morir” y otros no.
 - Aquellos no “condenados a morir” no fallecerán por enfermedades atribuibles al tabaquismo, independientemente de si dejan o no de fumar.
 - Aquellos “condenados a morir” que no dejaron de fumar, eventualmente morirán debido a una enfermedad relacionada con el tabaco.
 - Sin embargo, aquellos “condenados a morir” que dejaron de fumar tienen la posibilidad de evitar su muerte prematura.
- 3) **Aleatorización de las muertes evitadas:** Para los fumadores que dejaron de fumar y estaban “condenados a morir”, se realizó una tercera aleatorización utilizando una tabla de reducción de riesgo de muerte (22), que varía según la edad a la que dejaron de fumar. Esta tabla permite estimar cuántas de estas personas efectivamente evitarán la muerte por alguna enfermedad relacionada con el tabaco.

Con este proceso, se obtuvo el número de personas que evitan la muerte a causa del tabaquismo, lo cual permitió calcular los indicadores de los ODS 1 y 4.

Inputs

Para llevar a cabo esta microsimulación, fue necesario introducir una serie de datos que permitieran crear una situación inicial del país, en línea con los indicadores que se buscó medir en este trabajo. Los datos utilizados se presentan a continuación:

Precio base de los cigarrillos

Para fijar el precio minorista de la cajetilla a utilizar en el estudio, se utilizó información publicada por Servicio de Impuestos Internos, quienes publican la base de precios de venta final de cigarrillos, donde se establece el precio de \$3.300 para la “cajetilla dura azul regular” de la marca Pall Mall, que es la más vendida en el país (37).

Aumento tributario

Con el precio base definido, se planteó la necesidad de simular un aumento tributario que fuera coherente con las necesidades del país y basado en recomendaciones y evidencia sobre impuestos al tabaco. Esto con el fin de que el cambio tributario fuera relevante en el contexto de la discusión de políticas públicas. El aumento tributario considerado en este estudio está basado en la propuesta formulada en la "Declaración conjunta en apoyo al aumento del impuesto al tabaco y cigarrillos electrónicos", realizada por diversas organizaciones de la sociedad civil en el marco del "Día Mundial Sin Tabaco" (38). Esta propuesta fue formalizada como un proyecto de ley y entregada a la Presidencia de la República.

La propuesta sugiere eliminar el componente ad valorem del impuesto al tabaco, que actualmente representa el 30% del precio de venta al consumidor. Este impuesto crea una dispersión artificial de precios que incentiva a los consumidores a optar por marcas más baratas en lugar de reducir o abandonar el consumo(38) . En su lugar, se propone aumentar el impuesto específico por cada gramo de tabaco contenido en los cigarrillos, pasando de 0,0010304240 unidades tributarias mensuales (UTM) a 0,00275 UTM por gramo de tabaco.

El impuesto por cada cigarrillo aumentaría a \$183,25, lo que implicaría un costo tributario de \$3.665 para una cajetilla de 20 cigarrillos.

Considerando este aumento tributario y asumiendo que los costos y beneficios de la industria se mantienen constantes, es decir, que el 100% del incremento del impuesto se traducen en un aumento en el precio, el valor final de la cajetilla subiría de \$3.300 a \$4.879, lo que representa un incremento cercano al 48%.

En la Tabla 3, se puede ver el desglose del precio de la cajetilla en la situación inicial (sin aumento de impuesto) y en contraparte, el detalle del valor de la cajetilla en la situación hipotética (con el aumento del impuesto) que se utilizó para estimar los indicadores de este trabajo.

Tabla 3: Precio e impuestos de una cajetilla promedio

Precio e impuestos	Situación inicial	Situación hipotética	Variación (%)
Impuesto específico	\$1.349	\$3.665	171,7%
Impuesto ad valorem	\$990	\$0	-100%
Impuesto al valor agregado (IVA)	\$527	\$779	47,8%
Impuesto total	\$2.866	\$4.444	55,1%
Precio minorista	\$3.300	\$4.879	47,8%

Fuente: Elaboración propia en base a información del SII.

Elasticidades precio - demanda

Para medir el efecto del aumento del precio de la cajetilla sobre la demanda, se incluyeron elasticidades previamente calculadas en la literatura. Los diferentes estratos socioeconómicos en Chile reaccionan de manera distinta ante un aumento en el precio del tabaco. Por este motivo, se utilizaron elasticidades estimadas para cada decil de ingreso, basadas en el estudio de Fuchs y Meneses, 2017 (11), quienes determinaron una elasticidad promedio del precio de la demanda de tabaco de -0,38 y estimaron variaciones para cada decil de ingreso, extrapolando las elasticidades precio utilizadas por Verguet et al., 2015 (39). La Tabla 4 muestra la elasticidad precio demanda para cada decil utilizada en este trabajo. Se hace evidente que la reacción en la demanda de los individuos al aumento del precio de la cajetilla se va haciendo menos elástica a medida que aumenta el decil de ingresos al que pertenece.

Tabla 4: Elasticidades del modelo por decil de ingreso

	Decil 1	Decil 2	Decil 3	Decil 4	Decil 5	Decil 6	Decil 7	Decil 8	Decil 9	Decil 10
Elasticidad media	-0.64	-0.58	-0.52	-0.47	-0.41	-0.35	-0.29	-0.24	-0.18	-0.12

Fuente: Are Tobacco Taxes Really Regressive? Evidence from Chile. (Fuchs y Meneses, 2017)

La literatura indica que el impacto de la elasticidad precio de la demanda de cigarrillos se distribuye por mitades entre el margen extensivo (fumadores que abandonan el hábito) y el margen intensivo (reducción en la cantidad de cigarrillos consumidos por quienes continúan fumando) (40). Con estos datos, fue posible tanto calcular la probabilidad de que una persona deje de fumar según el decil al que pertenece, así como la reducción en la intensidad del consumo de quienes siguen fumando.

Reducción de riesgo de muerte

Se incorporaron datos sobre la reducción del riesgo de muerte según la edad a la que se deja de fumar (ver Anexo 1) (7). Por ejemplo, una persona que deja de fumar entre los 15 y 20 años tiene un 97% de probabilidad de evitar una muerte relacionada con el tabaco, mientras que alguien que lo hace entre los 95 y 100 años tiene solo un 0,03%. Estos datos se utilizaron para aleatorizar las muertes evitadas entre las personas "condenadas a morir" que dejaron de fumar gracias al impuesto.

Años de vida perdidos evitados

Para calcular los años de vida que se evitarían perder por las muertes prematuras, se introdujeron datos sobre la cantidad de años de vida que una persona puede recuperar dependiendo de la edad a la que deja de fumar (ver Anexo 2) (7). Por ejemplo, una persona que deja de fumar a los 15 años dejaría de perder 10 años de vida, mientras que alguien que lo hace a los 65 años evitaría perder solo 3 años.

Uso del sistema de salud

Se incorporaron datos sobre la utilización del sistema de salud según decil de ingresos (7). Estos datos, originalmente disponibles por quintiles, fueron desagregados a nivel de deciles mediante el supuesto de que el promedio de un quintil es equivalente al promedio de los dos deciles correspondientes. Se estimó que la probabilidad de utilizar el sistema de salud es del 88% (7), ponderada por el gradiente según el decil de ingresos (ver Anexo 3).

Estimación de los gastos en salud evitados

Para estimar los gastos en salud evitados, se utilizaron datos del IECS, 2014 (2), que proporcionan costos promedio de eventos, seguimientos y tratamientos para enfermedades atribuibles al tabaco, como infarto agudo de miocardio, accidentes cerebrovasculares (ACV), enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), neumonía y distintos tipos de cáncer. Estos costos fueron actualizados a valores actuales en UF.

Para estimar la proporción de los gastos en salud que representan un costo para el Estado o para los individuos, se asumió que el 90% de la población está asegurada y que el sistema de salud cubre el 90% de los tratamientos (7). Combinando ambos factores, se concluyó que el 18% del costo total del tratamiento corresponde a gasto de bolsillo por parte de los individuos, reflejando los gastos no cubiertos por el seguro y los gastos asumidos por los no asegurados.

Simulaciones de Monte Carlo

El método de Monte Carlo consiste en construir un modelo matemático que simula el comportamiento de un sistema, utilizando valores aleatorios de las variables de entrada. Cada simulación genera un resultado único basado en esas entradas aleatorias. Al repetir este proceso numerosas veces se obtiene una distribución de resultados que permite captar la variabilidad y la incertidumbre propias del sistema (41). Esta técnica es particularmente útil en contextos donde existen múltiples factores interrelacionados y alta incertidumbre, como es el caso de las decisiones individuales de fumar y sus impactos en la salud.

En este trabajo, se emplearon 500 simulaciones de Monte Carlo para modelar la respuesta de los fumadores ante un aumento en los impuestos al tabaco. Cada simulación asignó aleatoriamente las decisiones de fumar a nivel individual, según las probabilidades preestablecidas por sus características personales. Al ejecutar múltiples simulaciones, el modelo permite observar cómo varía la respuesta ante el cambio de política en diferentes escenarios, generando una gama de resultados que permite evaluar tanto la media como la variabilidad de los efectos esperados.

Además, se calculó el intervalo de confianza al 95%, lo que proporciona una estimación de la incertidumbre de los resultados y permite determinar los rangos dentro de los cuales es probable que se encuentren los efectos de la política.

Modelo de Costo-Efectividad Ampliado

El modelo de Costo-Efectividad Ampliado (ECEA), como su nombre lo dice, es una extensión del análisis de costo-efectividad tradicional. Este modelo, se considera “ampliado”, debido a que no solo evalúa los beneficios en términos de salud, sino también los efectos financieros y distributivos de las intervenciones sanitarias. Para la finalidad de este estudio, el ECEA es de gran utilidad, ya que permitió estimar gran parte de los indicadores propuestos. Es una metodología útil para estimar los efectos de distintos tipos de políticas sanitarias, ya sean campañas educativas masivas, políticas legales, políticas de ingeniería y provisión gubernamental, o como en este caso, políticas financieras (42) .

El modelo ECEA tal como fue presentado por Verguet et al., 2015 (42), resalta la importancia de evaluar los impactos distributivos y financieros de las políticas de salud, especialmente en contextos de países en vías de desarrollo.

Verguet plantea que el modelo ECEA puede cuantificar 4 tipos distintos de consecuencias de la política pública a evaluar, para cada subgrupo de la población.

Beneficios de salud adquiridos por la política pública

Estos beneficios se miden en años de vida ganados y se calculan de la siguiente manera:

$$BH_k = Eff_k \times Cov_k \times D_k$$

donde:

- BH_k representa el beneficio de salud en el subgrupo poblacional k.
- Eff_k es la efectividad de la intervención en el subgrupo k.
- Cov_k es la cobertura de la intervención lograda en el subgrupo k.
- D_k es la carga de morbilidad de la enfermedad en el subgrupo k.

Gastos privados evitados por la política pública

Se miden como los gastos de bolsillo que no se tienen que realizar debido a la intervención y se calculan de la siguiente manera:

$$PE_k = i_k \times u_k \times (CDM_k + CDNM_k)$$

donde:

- PE_k representa los gastos privados incurridos en el subgrupo k antes de la política.
- i_k representa la incidencia de enfermedades en el subgrupo k antes de la política.
- u_k representa el uso de la atención sanitaria en el subgrupo k antes de la política.
- CDM_k representa los gastos de bolsillo directos en salud del subgrupo k.
- $CDNM_k$ representa los gastos de bolsillo indirectos en salud del subgrupo k.

Protección contra riesgos financieros

El ECEA intenta escalar la cantidad de gastos privados en salud evitados considerando el nivel de ingreso de las personas.

1.1. Gastos catastróficos evitados.

A nivel individual corresponde:

$$(CDM_k + CDN M_k) > Y \times Th$$

Donde:

- CDM_k representa los gastos de bolsillo directos en salud del subgrupo k.
- $CDNM_k$ representa los gastos de bolsillo indirectos en salud del subgrupo k.
- Y representa el ingreso.
- Th representa el umbral del gasto catastrófico.

1.2. Pobreza evitada.

A nivel individual corresponde:

$$Y - (CDM_k + CDN M_k) < Pl$$

Donde:

- CDM_k representa los gastos de bolsillo directos en salud del subgrupo k.
- $CDNM_k$ representa los gastos de bolsillo indirectos en salud del subgrupo k.
- Y representa el ingreso.
- Pl representa la línea de la pobreza.

Costos totales netos de la política pública

Se miden los costos directos de implementar la intervención y los costos indirectos relacionados, pero para el caso particular de este trabajo, no será considerado este punto debido a que la intervención corresponde a un aumento tributario, por lo que tiene un costo marginal para el fisco.

IV. Estadísticas descriptivas

Después de llevar a cabo el proceso del PSM que fue explicado en el capítulo de Metodología, tenemos a nuestra disposición la base de datos sintética, que contiene todas las variables que se necesitan para poder llevar a cabo la microsimulación. A continuación, se mostrarán algunas estadísticas descriptivas importantes para entender la composición de la base.

Base de datos Sintética

La base de datos sintética está compuesta por la información financiera que aporta la base donante (EPF) y la relacionada al tabaquismo que mantiene la base receptora (ENS), por lo tanto, la información sobre tabaco corresponde a la misma información ya contenida originalmente por la ENS.

En la Tabla 5 se puede ver la prevalencia del tabaquismo a nivel nacional, que alcanza un 30,51%. Esta medición difiere de lo estimado por el informe original de la ENS (43), principalmente porque para el objetivo de este trabajo se consideró como fumadores a personas que hayan declarado consumir al menos 1 cigarrillo a la semana. Esta prevalencia considera un rango de edad entre los 15 y los 98 años, de igual forma que la ENS.

Tabla 5: Prevalencia de fumadores en la base sintética

Condición de fumador	Frecuencia	Porcentaje
Fumadores	4.342.227	30.51%
No fumadores	9.891.427	69.49%
Total	14.233.654	100%

Fuente: Elaboración propia con datos de la base sintética.

Aunque la distribución por género de la prevalencia del tabaquismo en Chile es relativamente equitativa en comparación con otros países de la región (15), los hombres continúan siendo el grupo con mayor consumo de tabaco, como se muestra en la Tabla 6, representando el 55,9% de los fumadores a nivel nacional.

Tabla 6: Sexo de los fumadores de la base sintética

Sexo del fumador	Frecuencia	Porcentaje
Hombre	2.426.504	55.88%
Mujer	1.915.723	44.12%
Total	4.342.227	100%

Fuente: Elaboración propia con datos de la base sintética.

Además de la prevalencia, la intensidad del tabaquismo varía entre hombres y mujeres. La Tabla 7 muestra el promedio y la mediana de cigarrillos consumidos diariamente para ambos géneros. Como se puede observar, los hombres presentan una mayor intensidad promedio y mediana de consumo en comparación con el género femenino, lo que refuerza la tendencia de mayor consumo entre los hombres.

Tabla 7: Intensidad de consumo de cigarrillos por sexo de los fumadores en la base sintética

Sexo del fumador	Promedio de cigarros diarios	Mediana de cigarros diarios
Hombre	5,79	4
Mujer	5,38	3
Total	5,61	3

Fuente: Elaboración propia con datos de la base sintética.

Para los efectos de este trabajo, por las características de los datos disponibles no fue posible estimar los efectos de un aumento del impuesto al tabaco en la prevalencia de fumadores pasivos. Sin embargo, es de suma relevancia mencionar que, como se puede ver en la Tabla 8, en Chile existen más de 2,5 millones de personas que no son fumadoras, pero están expuestas al humo del tabaco de forma involuntaria y que podrían verse beneficiadas de igual forma por el aumento del impuesto.

Se consideró como fumadores de segunda mano o “expuestos” a las personas que respondieron estar expuestos al humo del tabaco, al menos 1 hora al día (en el hogar, trabajo o lugares de recreación).

Tabla 8: Personas expuestas al humo en la base sintética

Exposición al humo	Frecuencia	Porcentaje
Fumadores	4.342.227	30.51%
Expuesto	2.587.394	18.18%
No expuesto	7.304.033	51.32%
Total	14.233.654	100%

Fuente: Elaboración propia con datos de la base sintética.

Al realizar el PSM, la información financiera de las personas es traspasada desde la EPF a la ENS promediando los datos de ingresos y gastos de los 10 vecinos más cercanos, considerando las variables sociodemográficas relevantes que fueron mencionadas en la sección de Metodología. Como muestra la Tabla 9, en la base de datos sintética hay una prevalencia de 4,33% de pobreza a nivel nacional, considerando a personas entre 15 y 98 años. Se consideró a personas en condición de pobreza monetaria a quienes pertenezcan a un hogar con un nivel de ingreso por persona equivalente menor a la línea de la pobreza por persona equivalente que calcula mensualmente la Subsecretaría de Evaluación Social (44).

Tabla 9: Personas en condición de pobreza monetaria en la base sintética

¿Pobreza monetaria?	Frecuencia	Porcentaje
Si	615.903	4,33%
No	13.617.751	95,67%
Total	14.233.654	100%

Fuente: Elaboración propia con datos de la base sintética.

En la Tabla 10 se evidencia la cantidad de personas que viven en hogares que mantienen gastos catastróficos en salud. Se puede ver que más de un quinto de la población entre 15 y 98 años vive en hogares que padecen esta condición. Para determinar a las personas que tienen gastos catastróficos, se consideró a las personas que viven en hogares que tienen un gasto de bolsillo en salud igual o superior al 10% del gasto total del hogar mensualmente (3).

Tabla 10: Personas con gastos catastróficos en salud en la base sintética

¿Gasto catastrófico?	Frecuencia	Porcentaje
Si	3.153.033	22.15%
No	11.080.621	77.85%
Total	14.233.654	100%

Fuente: Elaboración propia con datos de la base sintética.

Los deciles de ingreso de la base sintética están contruidos basados en la información financiera de los hogares otorgada por la base donante, y se construyeron utilizando el cálculo de ingreso por persona equivalente del hogar, aplicando la metodología que utiliza el Ministerio de Desarrollo Social (45). El detalle de los datos de cada decil de ingresos se puede ver en la Tabla 11.

Tabla 11: Deciles de ingreso por persona equivalente en la base de datos sintética

Base sintética	Promedio (UF)	Desv. Estándar (UF)	Mínimo (UF)	Máximo (UF)
1er decil	5,99	1,19	2,94	7,67
2do decil	8,87	0,61	7,68	9,92
3er decil	10,7	0,47	9,92	11,63
4to decil	12,43	0,44	11,64	13,24
5to decil	14,07	0,50	13,26	14,94
6to decil	16,17	0,73	14,94	17,46
7mo decil	18,82	0,81	17,47	20,08
8vo decil	22,02	1,19	20,09	24,19
9no decil	27,78	2,45	24,21	32,22
10mo decil	44,82	14,24	32,23	138,63
Total	18,14	11,70	2,94	138,63

Fuente: Elaboración propia con datos de la base de datos sintética.

Defunciones 2022

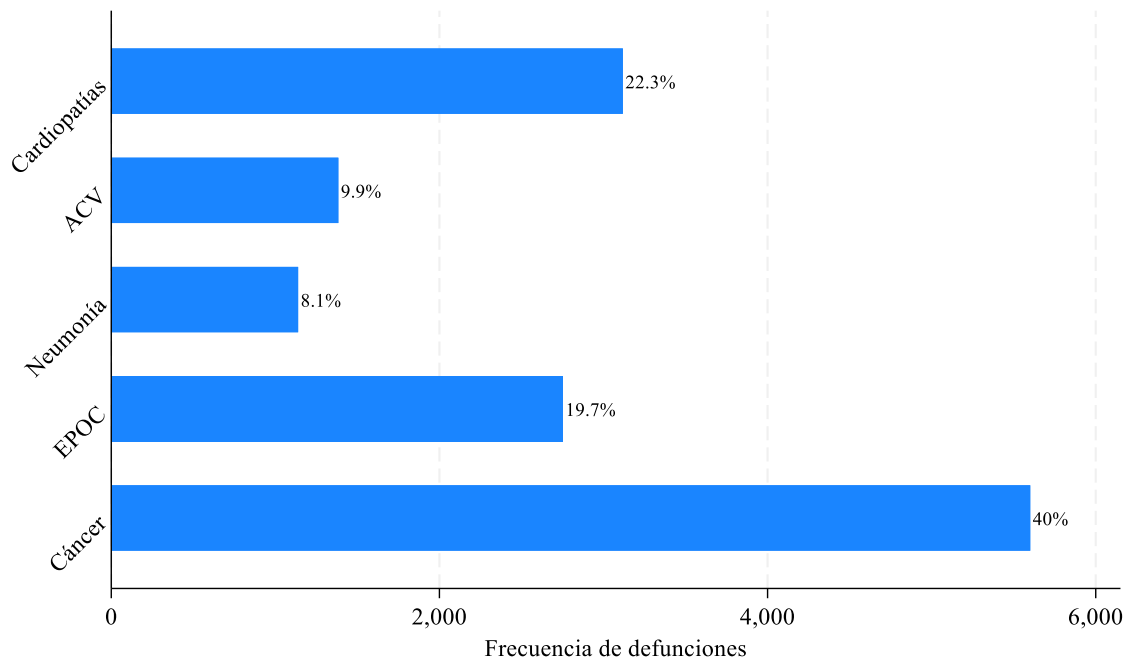
La base de datos Defunciones 2022 del Ministerio de Salud, brinda información de los diagnósticos asociados a las muertes de las personas en Chile durante el año 2022.

Tomando como referencia el estudio del IECS, 2014 (2) que indica los diagnósticos de eventos y defunciones que son atribuibles al tabaquismo, es posible calcular la proporción de cada enfermedad en la totalidad de muertes provocadas por el consumo de tabaco en Chile.

En el Gráfico 2 se puede observar en detalle las defunciones con diagnósticos atribuibles al tabaquismo el año 2022. Se observa que durante ese año ocurrieron 3.118 muertes atribuibles al tabaquismo por cardiopatías, lo que representa el 22,3% del total de fallecimientos relacionados con el consumo de tabaco. Los ACV causaron 1.384 muertes, equivalentes al 9,9% de estos decesos. La neumonía fue responsable del 8,1% de las muertes asociadas al tabaquismo, con un total de 1.139 fallecimientos. La EPOC provocó 2.753 muertes, lo que representa el 19,7% del total. Finalmente, el cáncer fue la enfermedad más letal atribuible al

tabaco, con 5.601 muertes, lo que equivale al 40% del total de fallecimientos relacionados con el consumo de tabaco en 2022.

Gráfico 2: Defunciones con diagnósticos atribuibles al tabaquismo 2022



Fuente: Elaboración propia con datos de la base de Defunciones 2022 y con porcentajes de defunciones atribuibles al tabaco del IECS, 2014.

V. Resultados

A continuación, se presentan los resultados de los indicadores establecidos para cada ODS, obtenidos a partir de la microsimulación de estados y comportamientos. Estos resultados corresponden al promedio de las 500 repeticiones de Montecarlo, generadas por un aumento del impuesto al tabaco que eleva el precio minorista de la cajetilla en un 47,8%.

ODS 3: Salud y bienestar

El aumento del precio minorista de la cajetilla de 20 cigarrillos, provocado por el incremento del impuesto, genera una disminución en la demanda, lo que a su vez reduce el número de fumadores en Chile. Como se observa en la Tabla 12, la cantidad de fumadores baja de 4,34 millones a 3,92 millones, lo que representa una disminución del 10%. Este cambio no solo reduce la prevalencia de fumadores, sino que también rebaja la intensidad del consumo entre aquellos que continúan fumando. Según los resultados de la microsimulación, la intensidad, medida como el consumo promedio diario por fumador, cae de 5,61 cigarrillos a 5,16, lo que equivale a una disminución del 8%. En conjunto, estos efectos provocan una reducción significativa en la cantidad de cigarrillos consumidos a nivel nacional, pasando de 438,28 millones a 364,2 millones de cigarrillos, lo que representa una disminución del 17% en el consumo.

Aunque se observa un impacto considerable tanto en la prevalencia como en la intensidad del consumo de tabaco, es el margen extensivo el que genera efectos positivos en la salud de las personas. Dejar de fumar no garantiza la prevención de muertes por enfermedades atribuibles al tabaquismo, pero sí incrementa la probabilidad de evitar morir por esta causa a largo plazo (46). Como resultado, al haber menos fumadores, se reduce el número de personas que eventualmente morirán a causa de enfermedades atribuibles al tabaco. La cifra de muertes disminuye de 2,17 millones en la situación inicial a 1,98 millones en un escenario con el alza tributaria, lo que equivale a 189.281 muertes evitadas por enfermedades atribuibles al tabaquismo a largo plazo, representando una caída de 8,73% de muertes prematuras. De estas muertes evitadas, el 72% corresponde a personas de los cinco primeros deciles de menores ingresos. El detalle de las muertes evitadas por cada decil se puede

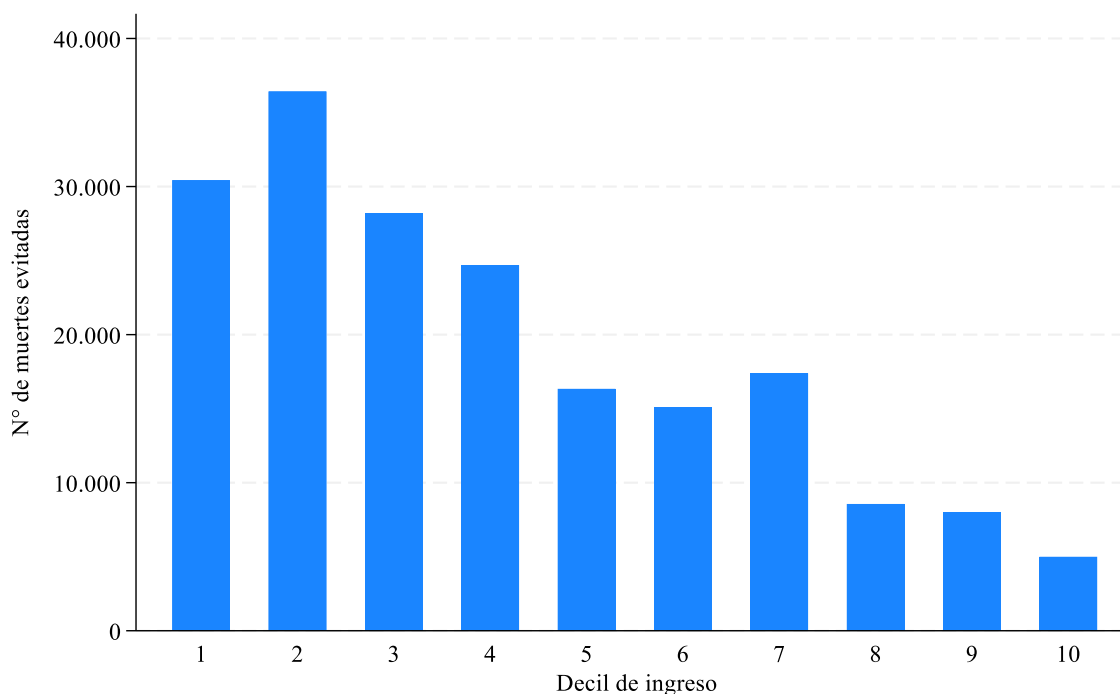
observar en el Gráfico 3, donde se hace evidente que el efecto en las muertes evitadas del aumento del impuesto es superior en los deciles de menores ingresos.

Tabla 12: Resultados ODS 3: Salud y bienestar 1

ODS 3: Salud y bienestar	Situación inicial	Situación hipotética	Variación (%)
Millones de fumadores [CI 95%]	4,34	3,920 [3,918 - 3,922]	-9,72%
Promedio de cigarrillos diarios [CI 95%]	5,61	5,161 [5,155 - 5,168]	-7,95%
Millones de cajetillas consumidas [CI 95%]	438,28	364,20 [363,72 - 364,68]	-16,90%
Millones de muertes por tabaquismo a largo plazo [CI 95%]	2,167	1,977 [1,975 - 1,980]	-8,73%

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados de la microsimulación de 500 repeticiones.

Gráfico 3: Muertes evitadas por decil de ingreso



Fuente: Elaboración propia en base a los resultados de la microsimulación de 500 repeticiones.

El abandono del hábito de fumar no garantiza que los exfumadores eviten completamente morir por enfermedades atribuibles al tabaquismo. Sin embargo, existe evidencia sólida que demuestra que dejar de fumar tiene un impacto positivo en la expectativa de vida de quienes

abandonan el tabaco (46). En este contexto, la microsimulación proyecta que, con el aumento del impuesto al tabaco, 422.078 personas dejarían de fumar, lo que resultaría en una “ganancia” de años de vida que habrían perdido si hubieran continuado fumando. Como se puede ver en la Tabla 13, se estima que, gracias al alza tributaria, la sociedad evitaría la pérdida de 3,09 millones de años de vida en total. Esto se traduce en un promedio de 7,32 años de vida que se evitarían perder por cada persona que deja de fumar, subrayando el notable beneficio en términos de salud pública que genera esta política fiscal.

Tabla 13: Resultados ODS 3: Salud y bienestar 2

ODS 3: Salud y bienestar	Situación hipotética
Años de vida perdidos evitados por fumador [CI 95%]	7,32 [3,918 - 3,922]
Millones de años de vida perdidos evitados [CI 95%]	3,09 [3,07 – 3,11]

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados de la microsimulación de 500 repeticiones.

Las muertes evitadas como resultado de la reducción del tabaquismo, impulsada por el aumento del impuesto, se distribuyen entre varias enfermedades no transmisibles. Se estima la prevención de 52.038 muertes por cardiopatías, 15.462 por ACV, 34.723 por EPOC, 12.402 por neumonía, y 74.731 por cáncer. Evitar estas muertes no solo mejora la salud de la población, sino que también genera beneficios considerables para el sistema de salud. En primer lugar, se alivia la presión sobre el sistema, reduciendo la demanda de tratamientos para enfermedades complejas. En segundo lugar, el sistema de salud experimenta un ahorro económico sustancial al evitar los costos asociados con el tratamiento de estas enfermedades.

La disminución de la morbilidad atribuida al aumento del impuesto se traduce en ahorros estimados para el sistema de salud que oscilan entre el 3,33% y el 6,01% del gasto anual en salud. La Tabla 14 muestra los costos evitados en tratamientos, asumiendo un promedio de 2 años de tratamiento, de esta forma se proyecta un ahorro total de 2.805 miles de millones de pesos. De este monto, 220 mil millones corresponden a cardiopatías, 75 mil millones a ACV, 169 miles de millones a EPOC, 2.339 miles de millones a cánceres, y 2,4 mil millones a neumonías. Estos ahorros subrayan el impacto positivo que una política fiscal bien diseñada puede tener, no solo en la salud de los individuos, sino también en la sostenibilidad del sistema de salud a largo plazo.

Tabla 14: Resultados ODS 3: Salud y bienestar 3

ODS 3: Salud y bienestar	Gasto evitado por tratamiento (Miles de millones \$CLP)	% del gasto en salud
Ahorro en gasto sanitario	2.805	6,01%
Cardiopatías	220	
ACV	75	
EPOC	169	
Cáncer	2.339	
Neumonía	2,4	

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados de la microsimulación de 500 repeticiones.

La Tabla 15 por su parte muestra el gasto sanitario anualizado, donde el ahorro estimado debido a la reducción de las enfermedades asociadas al tabaquismo alcanza los 1.553 miles de millones de pesos. De esta cantidad, 163 mil millones corresponden al tratamiento de cardiopatías, 57 mil millones a ACV, 169 mil millones a la EPOC, 1.162 mil millones al tratamiento de cánceres, y 2,4 mil millones al tratamiento de neumonías. Estos ahorros reflejan el impacto financiero positivo que el aumento del impuesto al tabaco puede tener en el sistema de salud, liberando recursos que podrían ser redirigidos a otras áreas críticas del sector sanitario.

Tabla 15: Resultados ODS 3: Salud y bienestar 4

ODS 3: Salud y bienestar	Gasto anual evitado por tratamientos (Miles de millones \$CLP)	% del gasto en salud
Ahorro en gasto sanitario	1.553	3.33%
Cardiopatías	163	
ACV	57	
EPOC	169	
Cáncer	1.162	
Neumonía	2,4	

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados de la microsimulación de 500 repeticiones.

El ahorro que experimenta el sistema de salud debido a los tratamientos evitados es el resultado de la combinación entre el gasto estatal en el tratamiento de estas enfermedades y el gasto de bolsillo que los hogares deben asumir en forma de copagos. Dado que el impacto del abandono del tabaquismo es mayor en los deciles de menores ingresos como

consecuencia del aumento del impuesto, los gastos de bolsillo evitados generan un efecto proporcionalmente mayor en estos primeros deciles. Como podemos ver en la Tabla 16, al comparar el ahorro promedio anual que obtienen las personas que evitan la muerte por enfermedad en cada decil, observamos que, en el decil de menores ingresos (primer decil), el ahorro representa en promedio el 21,71% de los ingresos anuales. En contraste, en el decil de mayor renta (décimo decil), el porcentaje de ahorro solamente alcanza el 7,44% equivalente casi a una tercera parte de la proporción ahorrada del primer decil.

Tabla 16: Resultados ODS 3: Salud y bienestar 5

Decil	Ahorro promedio anual de los hogares que evitan gastos de bolsillo (UF)	Ingreso anual promedio de los hogares que evitan gastos de bolsillo (UF)	Porcentaje de ahorro como parte del ingreso anual de los hogares que evitan gastos de bolsillo
1	53,78	247,72	21,71%
2	53,21	315,34	16,87%
3	54,81	370,30	14,80%
4	49,94	396,27	12,60%
5	55,54	424,82	13,07%
6	52,31	462,78	11,30%
7	55,35	495,53	11,17%
8	54,96	527,97	10,41%
9	55,54	598,95	9,27%
10	54,93	738,73	7,44%

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados de la microsimulación de 500 repeticiones.

ODS 1: Fin de la pobreza

El ahorro en gastos de bolsillo que experimentan las familias debido al aumento del impuesto al tabaco juega un papel crucial en prevenir que hogares que no se encuentran en situación de pobreza caigan en ella, debido a los elevados costos de tratamiento de enfermedades no transmisibles. Las estimaciones indican que, al reducir la prevalencia del tabaquismo y, por ende, los gastos médicos de los hogares, el aumento del impuesto evita que 65.693 personas caigan en la pobreza en algún momento de su vida.

Además, al disminuir los gastos de bolsillo en salud, se reduce la probabilidad de que los hogares enfrenten gastos catastróficos en salud, definidos como aquellos que representan más del 10% del ingreso mensual del hogar. Para este indicador, se calcularon dos tipos diferentes

de gastos catastróficos utilizando las bases de datos disponibles. En el primer caso, se identificaron como personas que evitarían el gasto catastrófico a aquellas que, si evitaban la muerte, su gasto en salud registrado en la base sintética sumado al gasto de bolsillo por enfermedad superaba el 10% del ingreso total. En el segundo caso, se consideraron personas que evitarían el gasto catastrófico si el gasto de bolsillo por enfermedad, por sí solo, excedía el 10% del ingreso mensual del hogar. Los resultados de la microsimulación estiman que 458.916 personas evitarían incurrir en gastos catastróficos de salud en el primer caso, mientras que 323.767 personas lo evitarían en el segundo caso. Debido a la naturaleza del estudio, no es posible cuantificar los perjuicios en la economía de los hogares provocado por la cantidad de horas laborales perdidas debido a la enfermedad, por lo que el verdadero efecto en el gasto catastrófico evitado y en la pobreza evitada de los hogares es potencialmente mayor. Estos resultados subrayan el impacto positivo de la política fiscal en la protección económica de los hogares, especialmente en los más vulnerables. La Tabla 17 muestra el resumen de los resultados obtenidos en los indicadores propuestos para el ODS 1, considerando las 2 formas de calcular el gasto catastrófico mencionadas anteriormente.

Tabla 17: Resultados ODS 1: Fin de la pobreza

ODS 1: Fin de la pobreza	Situación hipotética
Pobreza evitada (personas) [CI 95%]	65.693 [61.667 - 69.718]
Gastos catastróficos evitados (personas) (Gastos de bolsillo por enfermedad + Gasto en salud / Gasto total) [CI 95%]	458.916 [447.265 - 470.567]
Gastos catastróficos evitados (personas) (Gastos de bolsillo x enfermedad / Gasto total) [CI 95%]	323.767 [314.222 - 333.312]

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados de la microsimulación de 500 repeticiones.

ODS 4: Educación de calidad

El aumento del impuesto al tabaco genera beneficios importantes en términos de acumulación de capital humano. Como se mencionó anteriormente, una de las consecuencias destacadas es la reducción de muertes prematuras vinculadas a enfermedades asociadas al tabaquismo. Al disminuir la cantidad de fallecimientos tempranos, se preservan personas que, de otro

modo, podrían haber contribuido al desarrollo económico del país. Esta preservación se traduce directamente en la continuidad de años de educación, que de otra manera se perderían.

Se ha estimado que el incremento del impuesto al tabaco evita la pérdida de 11,24 años de educación por cada fumador, una cifra cercana a los años necesarios para completar la educación secundaria en Chile. Si consideramos que 189.281 personas se salvarían de una muerte prematura gracias a esta política fiscal, esto implica que la sociedad estaría evitando la pérdida de aproximadamente 2,13 millones de años de educación en total.

Esta estimación es conservadora, pues las limitaciones de la metodología utilizada (una microsimulación estática) no permiten captar completamente el potencial de crecimiento educativo a lo largo del tiempo. En una situación real, es esperable que las personas más jóvenes continúen aumentando su nivel educativo, lo que incrementaría aún más los beneficios asociados a esta política. Así, el impacto positivo del aumento del impuesto al tabaco en la educación y el capital humano podría ser incluso mayor de lo que los números actuales sugieren. En la Tabla 18 se encuentra un resumen de los resultados obtenidos para los indicadores del ODS 4.

Tabla 18: Resultados ODS 4: Educación de calidad

ODS 4: Educación de calidad	Situación hipotética
Pérdida evitada de años de educación por fumador [CI 95%]	11,24 [11,19 - 11,29]
Pérdida evitada de millones de años de educación [CI 95%]	2,13 [2,09 - 2,16]

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados de la microsimulación de 500 repeticiones.

ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos

El cambio en la formulación del impuesto al tabaco tiene repercusiones considerables en la recaudación fiscal, demostrando el potencial de las políticas tributarias para contribuir a los ODS. El aumento de más del 170% en el impuesto específico sobre el tabaco se traduce en un incremento notable en los ingresos fiscales anuales, a pesar de la reducción en la demanda de cajetillas de cigarrillos. Específicamente, los ingresos tributarios derivados de la

modificación del impuesto crecen de 31,55 millones de UF a 42,3 millones de UF, lo que representa un aumento del 33,94%.

Este incremento en la recaudación es crucial para la sociedad, ya que asegura que tanto la industria tabacalera como los consumidores de cigarrillos contribuyan de manera más equitativa a las arcas públicas. Dado que la producción y el consumo de tabaco generan externalidades negativas, tanto en términos ambientales como de salud pública, es fundamental que estas actividades estén sujetas a impuestos más altos. Estos tributos no solo compensan parcialmente los costos que estas externalidades imponen a la sociedad, sino que también pueden financiar iniciativas que promuevan el bienestar y la sostenibilidad a largo plazo. En la Tabla 19 se puede ver el resultado del indicador propuesto para medir el avance del cumplimiento de las metas definidas por el ODS 17.

Tabla 19: Resultados ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos

ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos	Situación inicial	Situación hipotética	Variación (%)
Ingresos fiscales anuales por impuesto al tabaco (UF)	31.584.372	42.304.532	33,94%

Fuente: Elaboración propia en base a datos del SII y resultados de la microsimulación de 500 repeticiones.

El incremento del impuesto al tabaco generaría una recaudación fiscal adicional de 10,72 millones de UF, equivalente a 406 millones de dólares. Este monto representa el 0,14% del PIB de Chile en 2022, que fue de 302,12 miles de millones de dólares según el Banco Mundial (47). Para poner esto en perspectiva, el pacto fiscal propuesto por el gobierno busca recaudar un 2,7% del PIB (48), de los cuales un 0,3% se destinaría a abordar la crisis de seguridad que enfrenta el país. Esta asignación presupuestaria incluye un aumento de fondos para Carabineros, la Policía de Investigaciones, y la creación del Sistema Nacional de Protección de Víctimas y Testigos. El incremento del impuesto al tabaco proporcionaría ingresos permanentes al Estado, contribuyendo con cerca de la mitad de los fondos necesarios para las políticas de seguridad incluidas en el pacto fiscal.

Si consideramos la recaudación total del Estado por concepto del impuesto específico al tabaco, el aumento del tributo elevaría el monto recaudado a más de 1.600 millones de dólares. Esto representa aproximadamente el 2% del presupuesto nacional para el año 2022,

superando incluso ligeramente el presupuesto asignado al Ministerio de Desarrollo Social y Familia en ese mismo año (49).

ODS 12: Producción y consumo responsables

La producción y el consumo de tabaco son procesos altamente contaminantes que impactan negativamente el medio ambiente en cada etapa, desde la plantación hasta la eliminación de las colillas de cigarrillos (50). En este modelo, se consideró específicamente la reducción de colillas arrojadas al medio ambiente, como consecuencia de la disminución en la demanda de cigarrillos derivada del aumento del impuesto al tabaco.

Para evaluar el impacto ambiental, se estimó que el 75% de los cigarrillos consumidos son eliminados de manera inadecuada (51), resultando en colillas que terminan contaminando diversos ecosistemas. Con la disminución del consumo de cajetillas, que pasó de 438,28 millones a 364,2 millones, se estima que se evitará que aproximadamente 1.111 millones de colillas terminen contaminando el medio ambiente. Este resultado subraya el papel crucial que las políticas fiscales pueden desempeñar en la protección de nuestros recursos naturales al incentivar una producción y un consumo más responsables.

ODS 6: Agua limpia y saneamiento

Relacionado con los resultados del ODS 12, las colillas de cigarrillos que son desechadas de manera inapropiada recurrentemente acaban en zonas urbanas y costeras, liberando sustancias químicas nocivas que contaminan las masas de agua. Se estima que una sola colilla es capaz de contaminar 1.000 litros de agua (52), lo que resalta la magnitud del problema. Si consideramos que el aumento del impuesto evita que cerca de 1.111 millones de colillas terminen en el medio ambiente, también se impide la contaminación de aproximadamente 1.111 miles de millones de litros de agua. Este impacto no solo beneficia la calidad del agua en el país, sino que también contribuye de manera efectiva a la protección y sostenibilidad de nuestros recursos hídricos. En la Tabla 20 se puede ver la cantidad de colillas que se evita que terminen en el medio ambiente debido al aumento del impuesto, y por consecuencia la cantidad de litros de agua que se evita contaminar.

Tabla 20: Resultados ODS 6 y 12: Agua limpia y saneamiento - Producción y consumo sostenible

ODS 6 y 12: Medio Ambiente	Situación hipotética
Reducción de colillas arrojadas en el medio ambiente (millones)	1.111
Reducción de litros de agua contaminados (miles de millones)	1.111

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados de la microsimulación de 500 repeticiones.

Para comprender mejor los beneficios del aumento del impuesto al tabaco en la reducción de litros de agua contaminados, es útil poner en perspectiva lo que significan 1.111 miles de millones de litros de agua. Según el informe 2023 de la Asociación Nacional de Empresas de Servicios Sanitarios (53), un hogar en Chile consume en promedio 13,6 metros cúbicos de agua al mes, lo que equivale a un total anual de 163,2 metros cúbicos por residencia. Esto significa que los 1.111 millones de metros cúbicos de agua que se evitan contaminar gracias a la reducción en el consumo de cigarrillos son equivalentes al consumo anual de agua potable de más de 6,8 millones de hogares en Chile. Para ponerlo en contexto, esto representa alrededor del 97% de los hogares en el país, según la estimación de hogares de la encuesta CASEN 2022.

VI. Limitaciones

Este estudio se basa en un modelo de microsimulación estática, el cual, si bien permite estimar los efectos de un aumento del impuesto al tabaco en Chile sobre el avance del desarrollo sostenible y capturar impactos desagregados por variables sociodemográficas como el ingreso, presenta limitaciones en cuanto a la estimación temporal de los efectos. Debido a la naturaleza estática del modelo, no es posible realizar estimaciones que contemplen la evolución de los efectos a lo largo del tiempo, ya que carece del componente dinámico necesario para modelar cambios temporales (34). Por lo tanto, una de las principales limitaciones de este trabajo es que el horizonte temporal no se modela explícitamente, y los períodos, aunque están implícitos, no son uniformes para todos los indicadores. Esto significa que el modelo asume que los hogares e individuos no cambian con el tiempo, lo que difiere de un escenario real, en el que las condiciones de vida, como el nivel de ingresos o la probabilidad de iniciarse en el tabaquismo, evolucionan a largo plazo. Esta limitación es habitual en estimaciones hechas con microsimulaciones estáticas (7,22), y en ningún caso invalida los resultados obtenidos. Existe evidencia de que un aumento significativo en el precio de los cigarrillos se asocia a una reducción del consumo de tabaco (54).

Un modelo de microsimulación dinámica, en contraste, permite simular el comportamiento de las microunidades a lo largo del tiempo, lo cual facilita la proyección de tendencias económicas, la predicción de distribuciones futuras del ingreso bajo diferentes escenarios, o la evaluación de cambios en la composición de la población (34). Un estudio futuro sobre los efectos del aumento del impuesto al tabaco podría beneficiarse del uso de un enfoque dinámico para capturar mejor la evolución de los hogares e individuos.

Además, el modelo presenta limitaciones en la estimación de los ahorros en gastos de salud que podrían obtenerse. Debido a la forma en que se construyó la microsimulación, se aleatoriza al 50% de los fumadores que están "condenados a morir" a largo plazo por enfermedades relacionadas con el consumo de tabaco. Sin embargo, solo se estiman los tratamientos evitados para las personas que, al dejar de fumar, evitan la muerte por estas enfermedades, pero no se consideran aquellos individuos que al dejar de fumar evitan contraer enfermedades, pero que no estaban "condenados a morir" por una enfermedad

relacionada al tabaco. Esto implica que el ahorro en costos sanitarios, tanto para el sistema de salud como en gastos de bolsillo para las personas, es evidentemente subestimado en el modelo.

Otra limitación importante es la falta de datos precisos para estimar el impacto del aumento del impuesto al tabaco en los fumadores pasivos, quienes también sufren consecuencias negativas, como muertes y enfermedades por consumir involuntariamente el humo de segunda mano (55,56). Aunque se dispone de información sobre el porcentaje de personas expuestas al humo del tabaco en el país, con los datos disponibles, no es posible determinar con precisión los efectos positivos que tendría en la salud de estas personas la reducción en la prevalencia e intensidad del tabaquismo, que presumiblemente reduciría la exposición al humo de los fumadores pasivos (22). En consecuencia, los indicadores de salud y pobreza derivados del modelo probablemente también estarían subestimados por esta razón, ya que no se ha capturado plenamente el impacto positivo que tendría el cese de la exposición al humo del tabaco en los no fumadores.

VII. Conclusiones e implicancias en políticas públicas

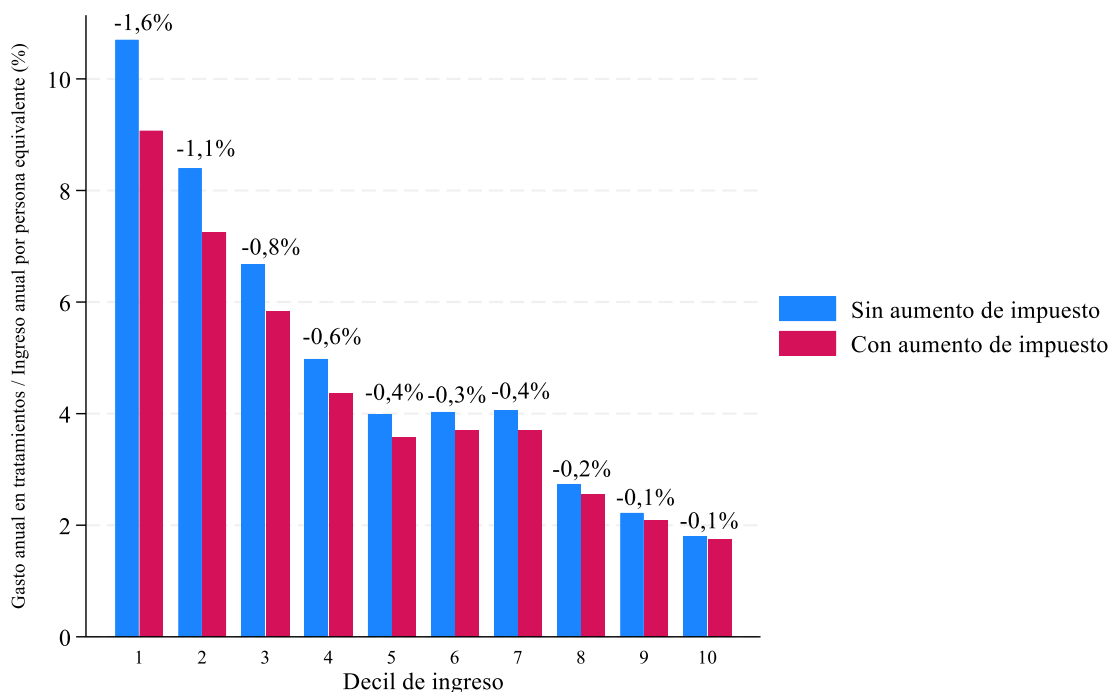
Los resultados de este estudio evidencian empíricamente como un aumento del impuesto al tabaco, puede traer una gran variedad de beneficios en diferentes áreas de la sociedad.

Es evidente que un aumento del impuesto al tabaco en Chile reduce notablemente tanto la prevalencia como la intensidad del consumo de cigarrillos en el país, lo que trae consigo una reducción importante de muertes por enfermedades no transmisibles, que muchas veces pueden ser largas y dolorosas, tanto para los enfermos como para las familias que los acompañan durante todo el proceso de tratamiento. Esta baja de los cigarrillos consumidos también reduce potencialmente el humo que existen en lugares donde fumadores pasivos pueden verse expuestos al humo y posteriormente enfermarse por razones completamente ajenas a ellos. Evitar tanto la muerte, como el tratamiento de estas enfermedades trae consigo ahorros importantes para el estado y para el bolsillo de las personas, evitando así que incurran en gastos catastróficos en salud o que caigan en condición de pobreza.

Existe también un efecto en la productividad del país. Evitar muertes prematuras por enfermedades relacionadas al tabaquismo, permite que personas que forman parte del capital humano de la sociedad sigan aportando valor de distintas maneras.

Además, como se puede ver en el Gráfico 4, el aumento del impuesto al tabaco también contribuye a la equidad de ingresos, puesto que los primeros deciles disminuyen en mayor proporción su carga económica por tratamientos médicos. Esto se debe a que, al tener una mayor elasticidad precio demanda (en términos absolutos) reducen más el consumo, y por lo tanto, evitan en mayor proporción los tratamientos por enfermedades atribuibles al tabaquismo. Por el mismo motivo, los deciles de mayores ingresos, al ser menos sensibles a los aumentos del precio del tabaco, aportan la mayor parte de la recaudación extra conseguida por el impuesto, contribuyendo a la justicia tributaria.

Gráfico 4: Carga económica por enfermedad como parte del ingreso anual por persona equivalente, según decil de ingreso



Fuente: Elaboración propia en base a los resultados de la microsimulación de 500 repeticiones y datos de la base de Defunciones 2022.

Aunque no lo parezca a simple vista, esta política tiene un impacto significativo en la reducción de la contaminación de las aguas y los ecosistemas. Medidas como esta son cada vez más necesarias en un mundo donde el calentamiento global reduce la frecuencia de las precipitaciones y hace más difícil acceder a fuentes de agua limpia, tanto para el consumo humano como para la agricultura.

En conclusión, a partir de este trabajo es posible determinar que los beneficios del aumento tributario del tabaco no solo tienen efectos en la salud de las personas, sino que abarcan diferentes sectores de la sociedad que reciben muchas veces políticas públicas focalizadas, como el sistema de salud, la pobreza, la equidad, la recaudación fiscal y el medio ambiente. Es decir, con solo la implementación de un aumento tributario, que tiene un costo marginal para el Estado, se puede avanzar en diferentes materias de políticas públicas al mismo tiempo, lo que ayuda sin lugar a duda, a avanzar en el desarrollo sostenible en Chile.

VIII. Referencias

1. INFORME OMS SOBRE LA EPIDEMIA Ofrecer ayuda para dejar el tabaco Resumen sin humo y con vida. 2019;
2. Tabaquismo AL, Argentina EN, De C, Atribuible E, Chile EN. CARGA DE ENFERMEDAD ATRIBUIBLE.
3. O'Donnell O, van Doorslaer E, Wagstaff A, Lindelow M. Analyzing Health Equity Using Household Survey Data. Analyzing Health Equity Using Household Survey Data. The World Bank; 2007.
4. Goodchild M, Nargis N, Tursan D'espaignet E. Global economic cost of smoking-attributable diseases. [citado 15 de septiembre de 2024]; Disponible en: <http://tobaccocontrol.bmj.com/>
5. Oxford University Press. Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Nuestro futuro común. 1987;
6. Castillo-Riquelme MI, Bardach A, Palacios A, Pichó n-Riviere A. Health burden and economic costs of smoking in Chile: The potential impact of increasing cigarettes prices. 2020 [citado 10 de septiembre de 2024]; Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237967>
7. The health, poverty, and financial consequences of a cigarette price increase among 500 million male smokers in 13 middle income countries: compartmental model study. [citado 10 de septiembre de 2024]; Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.k1162>
8. CONVENIO MARCO DE LA OMS PARA EL CONTROL DEL TABACO.
9. Goodchild M, Sandoval RC, Belausteguigoitia I. Generating revenue by raising tobacco taxes in Latin America and the Caribbean Original research. Pan American Journal of Public Health. 2017;41.
10. Taxation: Most effective but still the least-used tobacco control measure [Internet]. [citado 11 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://blogs.worldbank.org/en/health/taxation-most-effective-still-least-used-tobacco-control-measure>
11. Fuchs A, Meneses F. Are Tobacco Taxes Really Regressive? Evidence from Chile. 2017 [citado 10 de septiembre de 2024]; Disponible en: <http://econ.worldbank.org>.
12. Gallet CA, List JA. Cigarette demand: A meta-analysis of elasticities. Health Econ. 2003;12(10).
13. Organización Mundial de la Salud. Informe OMS sobre la epidemia mundial de tabaquismo, 2023: proteger a la población del humo de tabaco. 2023;

14. Affordability - percentage of GDP per capita required to purchase 2000 cigarettes of the most sold brand (Tobacco control: Raise taxes) [Internet]. [citado 15 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/gho-tobacco-control-raise-taxes-r-afford-gdp>
15. Informe sobre el control del tabaco en la Región de las Américas 2022. Informe sobre el control del tabaco en la Región de las Américas 2022. Pan American Health Organization; 2023.
16. TABACO EN ADOLESCENTES. PARTE I: EPIDEMIOLOGIA - Escuela de Medicina - Facultad de Medicina [Internet]. [citado 10 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://medicina.uc.cl/publicacion/tabaco-en-adolescentes-parte-i-epidemiologia/>
17. Observatorio Chileno de Drogas. Décimo Cuarto Estudio Nacional de Drogas en Población Escolar de Chile 2021 [Internet]. 2023 [citado 11 de septiembre de 2024]. Disponible en: https://www.senda.gob.cl/wp-content/uploads/2023/07/14_EstudioDrogas_Poblacion_Escolar.pdf
18. Palacios A, Castillo-Riquelme M, De la Puente C, Bardach A, Casarini A, Rodríguez Cairolí F, et al. Instituto de Efectividad Clínica y Sanitaria. La importancia de aumentar los impuestos al tabaco en Chile. diciembre de 2020 [citado 11 de septiembre de 2024]; Disponible en: www.iecs.org.ar/tabaco
19. Unidas N. La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. 2030 [citado 10 de septiembre de 2024]; Disponible en: www.issuu.com/publicacionescepal/stacks
20. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) | CEPAL [Internet]. [citado 19 de septiembre de 2024]. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/temas/agenda-2030-desarrollo-sostenible/objetivos-desarrollo-sostenible-ods>
21. SUSTAINABLE DEVELOPMENT REPORT 2023 Implementing the SDG Stimulus Includes the SDG Index and Dashboards. [citado 10 de septiembre de 2024]; Disponible en: www.sdgindex.org
22. Maldonado N, Llorente B, Reynales-Shigematsu LM, Saenz-de-Miera B, Jha P, Shannon G. Tobacco Taxes as the Unsung Hero: Impact of a Tax Increase on Advancing Sustainable Development in Colombia. *Int J Public Health*. 2022;67.
23. Rosenbaum PR, Rubin DB. The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects. *Biometrika*. 1983;70(1):41–55.
24. Mizala A, Repetto A, Anand P, Altonji J, Angrist J, Balmaceda F, et al. Using School Scholarships to Estimate the Effect of Government Subsidized Private Education on Academic Achievement in Chile Using School Scholarships to Estimate the Effect of Government Subsidized Private Education on Academic Achievement in Chile 1.

2006 [citado 16 de septiembre de 2024]; Disponible en:
<https://www.researchgate.net/publication/4737764>

25. Cifaldi G, Neri A. Temi di Discussione Asking income and consumption questions in the same survey: what are the risks? 2013;
26. Orcutt G. Simulation of Economic Systems. *Am Econ Rev.* 1960;50(5).
27. Mantovani D, Papadopoulos F, Sutherland H, Tsakloglou P. Pension Incomes in the European Union: Policy Reform Strategies in Comparative Perspective. Vol. 25, *Research in Labor Economics.* 2006. p. 27–71.
28. Kim D, Chen C, Tysinger B, Park S, Chong MZ, Wang L, et al. Smoking, life expectancy, and chronic disease in South Korea, Singapore, and the United States: A microsimulation model. *Health Economics (United Kingdom).* 1 de noviembre de 2021;30(S1):92–104.
29. Pichon-Riviere A, Bardach A, Augustovski F, Alcaraz A, Reynales-Shigematsu LM, Pinto MT, et al. Economic impact of smoking on health systems in Latin America: A study of seven countries and its extrapolation to the regional level* Original research. *Rev Panam Salud Publica [Internet].* [citado 10 de septiembre de 2024];40(4):2016. Disponible en: www.iecs.org.ar/tabaco
30. Bernal R, Peña X. El método de emparejamiento. En: *Guía práctica para la evaluación de impacto.* 2011.
31. Meyer Wallace K C Mok James X Sullivan BD, Bavier R, Pierret C, Rupp K, Schoeni R, Stafford F, et al. THE UNDER-REPORTING OF TRANSFERS IN HOUSEHOLD SURVEYS: ITS NATURE AND CONSEQUENCES. 2009 [citado 19 de septiembre de 2024]; Disponible en: <http://www.nber.org/papers/w15181>
32. Conti PL, Marella D, Neri A, Conti PL, Marella D, Neri A. Statistical matching and uncertainty analysis in combining household income and expenditure data.
33. Caliendo M, Kopeinig S. Some practical guidance for the implementation of propensity score matching. *Journal of Economic Surveys*, 22(1), 31-72. 2008 [citado 10 de septiembre de 2024]; Disponible en: www.diw.de
34. O’Donoghue Cathal. *Handbook of Microsimulation Modelling.* Emerald Group Publishing Limited; 2014.
35. Richard Peto. Smoking and death: the past 40 years and the next 40. *BMJ [Internet].* 8 de octubre de 1994 [citado 11 de septiembre de 2024];937–9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2541135/pdf/bmj00460-0053.pdf>
36. Tai Hing Lam, Sai Yin Ho. “Tobacco”. In: *Oxford Textbook of Global Public Health.* Chap. 9.1. 2015.

37. Sii | Servicio de Impuestos Internos [Internet]. [citado 11 de septiembre de 2024]. Disponible en:
https://www.sii.cl/valores_y_fechas/cigarrillos/precios_cigarrillos.htm
38. Unidos por la salud. Declaración conjunta en apoyo al aumento del impuesto al tabaco y cigarrillos electrónicos. 31 de mayo de 2024;
39. Verguet S, Gauvreau CL, Mishra S, Maclennan M, Murphy SM, Brouwer ED, et al. The consequences of tobacco tax on household health and finances in rich and poor smokers in China: an extended cost-effectiveness analysis. *Lancet Glob Health* [Internet]. 2015 [citado 11 de septiembre de 2024];3:e206–16. Disponible en: www.thelancet.com/lancetgh
40. Goodchild M, Perucic AM, Nargis N. Modelling the impact of raising tobacco taxes on public health and finance. *Bull World Health Organ*. 2016;94:250–7.
41. Thomopoulos NT. Essentials of Monte Carlo simulation: Statistical methods for building simulation models. Vol. 9781461460220, *Essentials of Monte Carlo Simulation: Statistical Methods for Building Simulation Models*. Springer New York; 2013. 1–171 p.
42. Verguet S, Kim JJ, Dean •, Jamison T. Extended Cost-Effectiveness Analysis for Health Policy Assessment: A Tutorial. *Pharmacoeconomics*. 2016;34:913–23.
43. ENCUESTA NACIONAL DE SALUD 2016-2017 Primeros resultados.
44. Subsecretaría de Evaluación Social. Valor de la Canasta Básica de Alimentos y Líneas de Pobreza. Informe Mensual, marzo 2022. marzo de 2022 [citado 11 de septiembre de 2024]; Disponible en:
http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/documentos/Nueva_Metodologia_de_Medicion_de_Pobreza.pdf.
45. Comisión para la Medición de la Pobreza. Informe Final. 2014 ene.
46. Doll R, Peto R, Boreham J, Sutherland I. Papers Mortality in relation to smoking: 50 years' observations on male British doctors.
47. PIB (US\$ a precios actuales) - Chile | Data [Internet]. [citado 11 de septiembre de 2024]. Disponible en:
<https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.CD?locations=CL>
48. Pacto Fiscal para el Desarrollo.
49. Presupuesto de la Nación - Biblioteca del Congreso Nacional de Chile [Internet]. [citado 11 de septiembre de 2024]. Disponible en:
<https://www.bcn.cl/presupuesto/periodo/2022/partida/21>

50. Zafeiridou M, Hopkinson NS, Voulvoulis N. Cigarette Smoking: An Assessment of Tobacco's Global Environmental Footprint Across Its Entire Supply Chain. *Environ Sci Technol*. 7 de agosto de 2018;52(15):8087–94.
51. Dobaradaran S, Soleimani F, Akhbarizadeh R, Schmidt TC, Marzban M, BasirianJahromi R. Environmental fate of cigarette butts and their toxicity in aquatic organisms: A comprehensive systematic review. Vol. 195, *Environmental Research*. Academic Press Inc.; 2021.
52. Torkashvand J, Farzadkia M, Sobhi HR, Esrafil A. Littered cigarette butt as a well-known hazardous waste: A comprehensive systematic review. Vol. 383, *Journal of Hazardous Materials*. Elsevier B.V.; 2020.
53. REPORTE ANUAL GESTIÓN 2023 Industria del Agua Potable y Saneamiento.
54. International Agency for Research on Cancer (IARC). Effectiveness of tax and price policies for tobacco control: IARC handbook of cancer prevention [Internet]. 2011. Disponible en: www.iarc.fr/en/publications/index.php.
55. Yousuf H, Hofstra M, Tijssen J, Leenen B, Jan B;, Lindemans W, et al. Estimated Worldwide Mortality Attributed to Secondhand Tobacco Smoke Exposure, 1990-2016. *JAMA Netw Open*. 2020;3(3):201177.
56. Max W, Sung HY, Shi Y. Deaths From Secondhand Smoke Exposure in the United States: Economic Implications.

IX. Anexos

Anexo 1: Tabla de reducción de riesgo de muerte por tramo etario (22)

Tramo de edad	Reducción de riesgo de muerte al dejar de fumar
15 a 19 años	0.968811722
20 a 24 años	0.947662258
25 a 29 años	0.92098104
30 a 34 años	0.892470978
35 a 39 años	0.865640471
40 a 44 años	0.836784324
45 a 49 años	0.794983743
50 a 54 años	0.729006299
55 a 59 años	0.628344949
60 a 64 años	0.499176461
65 a 69 años	0.364361418
70 a 74 años	0.246916804
75 a 79 años	0.156773014
80 a 84 años	0.090773853
85 a 89 años	0.045194143
90 a 94 años	0.016308707
95 a 99 años	0.000392369

Anexo 2: Tabla de años de vida ganados al dejar de fumar por edad a la que deja de fumar (22)

Edad al dejar de fumar	Años de vida ganados
0	0
15	10
25	9
45	6
65	3
105	0

Se realizó un spline cúbico para interpolar esos valores para cada año.

Anexo 3: Tabla de gradiente de utilización del sistema de salud por deciles de ingreso (7)

Decil de ingresos	Gradiente de utilización del sistema de salud
1	0,85
2	0,95
3	1
4	1
5	1
6	1
7	1,1
8	1,3
9	1,3
10	1,5