PECC-Coahuila: Impacto Macroeconómico de las Medidas de Mitigación del Cambio Climático usando un Modelo De Simulación Dinámica

Dr. Noé Arón Fuentes
Consultor
Correo: afuentes@gmail.com

Dr. Alejandro Brugués
Consultor
Correo: abrugues@gmail.com

Dirección: Nielsen Street 2470
El Cajon, California. Estados Unidos
Teléfono (619) 334-1525.

BECC
COCEF

COMISIÓN DE COOPERACIÓN
ECOLÓGICA FRONTERIZA

Glosario de Términos y Acrónimos

SEMAC-- Secretaría del Medio Ambiente

COCEF-- Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza

PECC-COAHUILA-- Plan Estatal Contra el Cambio Climático de Coahuila de Zaragoza

GEI-- Gases efecto invernadero

CC-- Cambio climático

MMSD-C-- Modelo Macroeconómico de Simulación Dinámica de Coahuila

CO_2-- Dióxido de carbono

NAC—National Academy of Siences (Academia Nacional de Ciencias)

INE-- Instituto Nacional de Ecología

IPCC-- Intergovernmental Panel on Climate Change

SCIAN-- Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte

VBP-- Valor Bruto de la Producción

VPT—Valor Total de la Producción

MIP-- Matriz Insumo Producto

SAGAR-- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural

SEMARNAT-- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales

INEGI-- Instituto Nacional de Estadística y Geografía

SEGOB—Secretaría de Gobernación

CONAPO-- Consejo Nacional de Población

MTmCO2e— Millones de toneladas métricas de emisiones de co2

PEA— Población Económicamente Activa

VL— Vehículos ligeros

VP— Vehículos pesados

TmTmCO_{2e} – Toneladas métricas brutas de co_{2e}c

RCI – Residencial, comercial, e industrial

GLP – Gas licuado de petróleo

SDO – Sustancias destructoras de ozono

BAU- Business As Usual (Escenario base o Inercial)

SE – Suministro de energía

I – Industria

TLU – Transporte

AFOLU – Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de Suelo

WM – Administración de Residuos

CBA – Análisis Costo Beneficio (Por sus siglas en inglés)

r – Tasa de descuento apropiada

RSU – Residuos Sólidos Urbanos

Tabla de contenidos

I. Introducción 7

II. Simulación Dinámica o Dinámica de Sistemas 3

III. Fundamentos del modelo 4

IV. Construcción Teórica del MMSD-C 12

V. Calibración Empírica del MMSD-C..... 22

i. Sub-modelo demográfico 26

ii. Sub-modelo Económico 22

iii. Sub-modelo Mercado laboral..... 27

iv. Sub-modelo Contaminación Ambiental. 28

VI. Politicas Seleccionadas de Mitigación de GEI y Adaptación del CC: Enfoque Microeconómico……38

I. Introducción..... 7

III. Fundamentos del Modelo..... 10

IV. Construcción Teórica del MMSD-C 12

V. Calibración Empírica del MMSD-C 22

i. Sub-modelo Económico 22

ii. Sub-modelo demográfico 28

i. Sub-modelo Mercado laboral..... 33

ii. Sub-modelo Contaminación Ambiental. 34

VII. Medición del Impacto Macroeconómico de las Políticas de Mitigación de GEI Seleccionadas. 44

A4. Efectos Distributivos de las Políticas Públicas Seleccionadas de Mitigaciónón 66

A5. Las Mejores 5 Políticas de Mitigación de GEI en Coahuila……..6.7

VIII. Bibliografía 67

I. Introducción..... 7

III. Fundamentos del Modelo 10

IV. Construcción Teórica del MMSD-C 12

V. Calibración Empírica del MMSD-C 22

i. Sub-modelo Económico 22

ii. Sub-modelo demográfico 28

i. Sub-modelo Mercado laboral 33

ii. Sub-modelo Contaminación Ambiental. 34

VII. Medición del Impacto Macroeconómico de las Políticas de Mitigación de GEI Seleccionadas. 44

Índice de Figuras

Figura 1.- Simbología de Forrester 9
Figura 2.- Estructura Básica del Modelo MMSD-C 11
Figura 3.- Sub-Modelo Demográfico del MMSD-C 15
Figura 4.- Sub-Modelo Laboral Regional del MMSD-C 17
Figura 5.- Sub-Modelo Laboral Regional del MMSD-C 19
Figura 6.- Diagrama Causal del MMSD-C 2015 21
Figura 7.- Matriz de Insumo-Producto de Coahuila 1990 23
Figura 8.- Emisiones estimadas de CO_2, Oficial 37

Índice de Cuadros

Cuadro 1.- Evolución de la población oficial 1990-2025 28
Cuadro 2.- Patrón de la población según MMSD-C, 1990-2025 29
Cuadro 3.- Evolución de población por edad oficial, 1990-2025 29
Cuadro 4.- Patrón de la población por edad según MMSD-C, 1990-2025 32
Cuadro 5.- PIB total y por sectores de Coahuila oficiales, 2003-2014 24
Cuadro 6.- PIB total y por sectores de Coahuila según MMSD-C, 2003-2014 26
Cuadro 7.- PEA y ocupados totales, 1990 33

Cuadro 8.- Emisiones de GEI históricas y de casos de referencia en Coahuila por sector, 1990-2025 29
Cuadro 9.- Emisiones estimadas de CO2 por sector económico en Coahuila, 1990..... 36
Cuadro 10.- Emisiones de GEI por sector económico MMSD-C, 1990-2025..... 38
Cuadro 11.- Políticas de mitigación seleccionadas en Coahuila..... 41
Cuadro 12.- Escenario base de CO2 en Coahuila 42
Cuadro 13.- Resumen del análisis microeconómico de políticas de mitigación del CC y resultados43
Cuadro 14.- Dinámica de Variables Importantes del Sistema Base (Escenario BAU) de Coahuila por sector, 1990-2025..... 40
Cuadro 15.- Impactos macroeconomicos de la politica AFLOU-1..... 49
Cuadro 16.- Impactos macroeconomicos de la politica AFLOU-2..... 50
Cuadro 17.- Impactos macroeconomicos de la politica AFLOU-3..... 51
Cuadro 18.- Impactos macroeconomicos de la politica WM-1..... 52
Cuadro 19.- Impactos macroeconomicos de la politica WM-2..... 53
Cuadro 20.- Impactos macroeconomicos de la politica ES-1..... 54
Cuadro 21.- Impactos macroeconomicos de la politica ES-2..... 55
Cuadro 22.- Impactos macroeconomicos de la politica ES-3..... 56
Cuadro 23.- Impactos macroeconomicos de la politica ES-4..... 57
Cuadro 24.- Impactos macroeconomicos de la politica ES-5..... 58
Cuadro 25.- Impactos macroeconomicos de la politica RCII-1 59
Cuadro 26.- Impactos macroeconomicos de la politica RCII-2 60
Cuadro 27.- Impactos macroeconomicos de la politica RCII-3 61
Cuadro 28.- Impactos macroeconomicos de la politica RCII-4 62
Cuadro 29.- Impactos macroeconomicos de la politica TLU-1 63
Cuadro 30.- Impactos macroeconomicos de la politica TLU-2 64
Cuadro 31.- Impactos macroeconomicos de la politica TLU-3 65

Índice de Gráficas

Gráfica 1.- Información oficial del PIB por setores de Coahuila ..... ……19
Gráfica 2.- PIB por sector economico Coahuila MMSD-C. 31
Gráfica 3.- Total de Asegurados del IMSS de Coahuila, 2006-2015..... 32
Gráfica 4.- Patrón de la población oficial y MMSD-C 24
Gráfica 5.- Evolución de la población por edad, oficial..... 25
Gráfica 6.- Evolución de la población por edad, MMSD-C..... 39
Gráfica 7.- Emisiones estimadas de CO2, MMSD-C..... 33
Gráfica 8.- Dinámica de Variables del Submodelo Economía Regional en Sistema Base de Coahuila por sector, 1990-2025..... 40
Gráfica 9.- Dinámica de Variables del Submodelo Demográfico en Sistema base de Coahuila por sector, 1990-2025..... 41
Gráfica 10.- Dinámica de Variables del Submodelo Laboral en del Sistema Base de Coahuila por sector, 1990-2025..... 42
Gráfica 11.- Dinámica de Variables del Submodelo Contaminación Ambiental del Sistema Base de Coahuila por sector, 1990-2025 43

Gráfica 12.- Abatimiento de TgCO2e y costos de Políticas Seleccionads (Valores acumulados al 2035). 31
Gráfica 13.- Abatimieno de TgCO2e y VPB del PIB de las Políicas Seleccionadas (Valores acumulados a 2035)..... 32
Gráfica 14.- Abatimiento de TgCO2e y Empleo de las Políticas Seleccionadas (Valores acumulados al 2035)..... 47

Resumen Ejecutivo

Desde 2011 la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) y The Center for Climate Strategies (CCS) trabajaban estrechamente con la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de Coahuila (SEMAC), en el Plan Estatal Contra el Cambio Climático de Coahuila de Zaragoza (PECC-Coahuila). En el mismo en la fase 1 se aprobaron 377 acciones prioritarias de reducción de Gases Efecto Invernadero (GEI) y de adaptación al Cambio Climático (CC); y, posteriormente se identificó una lista de 56 políticas de mitigación de los GEI y CC. En la fase 2 se realizó la estimación del impacto microeconómico o impacto económico directo de 17 políticas seleccionadas de abatimiento de los GEI y CC para dar inicio a la planeación de políticas del medio ambiente.

Este documento abarca el desarrollo de la fase 3 del PECC-Coahuila concerniente a la cuantificación del impacto macroeconómico o de impactos económicos indirectos inducidos por las 17 propuestas de política de reducción de emisiones de GEI y CC. Para ello, se elaboró un Modelo Macroeconómico de Simulación Dinámica para Coahuila (MMSD-C), que permite esquematizar en forma ordenada y coherente el funcionamiento de la realidad socioeconómica y ambiental de Coahuila y calcular los efectos indirectos en términos del crecimiento del producto interno bruto, población, empleo, migración, ingreso por habitante, volumen de contaminación, etc., que son inducidos por las políticas propuestas de reducción de los GEI y CC.

La fase 3 del PECC-Coahuila puede ser sintetizado de la manera siguiente:

1.- Basados en la técnica de Simulación Dinámica o Dinámica de Sistemas se elaboró un sistema general apoyado en cuatro sub-modelos: economía, población, mercado laboral, y contaminación atmosférica; que describen el funcionamiento socioeconómico y ambiental de Coahuila.

2.- Tomamos en cuenta los resultados del impacto directo de las 17 estrategias de política de reducción de emisiones de GEI medidos por el costo de efectividad (expresadas en $/Tg$CO_2$e eliminadas) y por su costo/ahorro social neto (expresado por el tamaño del Valor Presente Neto (VPN)).

3.- Establecemos que los impactos macroeconómicos o secundarios inducidos por las políticas de mitigación de GEI, surgen de, o están en relación con los costos de efectividad y costos/ahorros sociales netos. Además de que los impactos macroeconómicos incluyen los *efectos distributivos*, es decir; los impactos diferenciales relacionadas con la composición sectorial de las actividades productivas, la estructura de edades, el reparto de empleo directo e indirecto, y el carácter socioeconómico de las familias afectadas que en general se enmarcan como consideraciones de justicia y equidad.

4.- Finalmente, los ejes para mitigar las emisiones de GEI tienen como objetivos deseables: a) reducir del consumo de combustibles fósiles (reducción de CO_2); b) mejorar los

sumideros de GEI; c) impulsar las energías renovables; y, d) minimizar los impactos económicos y sociales en la entidad. Consecuentemente, partiendo de la estructura interna del MMSD-C y de resultados obtenidos de cada política de mitigación seleccionada, se llegaron a prever los impactos macroeconómicos de manera coherente y consistente con estos objetivos deseables.

PECC-Coahuila: impacto macroeconómico de las medidas de mitigación del cambio climático usando un modelo de simulación dinámica

I. Introducción

En junio del año 2010, la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) con el apoyo de The Center for Climate Strategies (CCS), presentó los resultados del Plan Estatal Contra el Cambio Climático de Coahuila de Zaragoza (PECC-Coahuila). En el mismo se estimó el inventario y el pronóstico de los Gases Efecto Invernadero (GEI) emitidos a la atmósfera en la entidad.[1]

En el año 2011, el Gobierno del Estado de Coahuila a través de la Secretaría del Medio Ambiente (SEMAC), con el apoyo de la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) y The Center for Climate Strategies (CCS), realizó la fase 1 del PECC-Coahuila donde se aprobaron las acciones prioritarias e hicieron las recomendaciones de medidas de reducción de GEI a la atmósfera y de adaptación al Cambio Climático (CC).

En febrero del año 2016, el Gobierno del Estado de Coahuila mediante la Secretaría del Medio Ambiente (SEMAC), con el soporte de la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF), The Center for Climate Strategies (CCS), y la Agencia Internacional de Desarrollo de Estados Unidos (USAID), se llevó a cabo la fase 2 del PECC-Coahuila, donde a partir de una lista de 56 políticas de mitigación del GEI identificadas, se realizó la estimación del impacto microeconómico o impactos económicos directos de 17 políticas seleccionadas para dar inicio a la planeación de políticas públicas del medio ambiente.[2]

Este documento comprende el desarrollo de la fase 3 del PECC-Coahuila concerniente a la cuantificación del impacto macroeconómico o los impactos económicos indirectos inducidos por las 17 propuestas de política de reducción de emisiones de GEI. Para obtener el impacto indirecto de las políticas necesitamos conocer sus impactos directos en términos del costo de efectividad (expresadas en $/Tg$CO_2$e eliminadas), y de su costo/ahorro social neto (medido por el Valor Presente Neto (VPN)).

Para la cuantificación del impacto macroeconómico se elaboró un Modelo Macroeconómico de Simulación Dinámica para Coahuila (MMSD-C), que permite esquematizar en forma ordenada y coherente el funcionamiento de la realidad socioeconómica y ambiental de Coahuila, y calcular los efectos indirectos en términos del crecimiento del producto interno bruto, población, empleo, migración, contaminación, etc.

---

[1] Un documento clave en el PECC-Coahuila es el inventario y pronóstico de GEI que sirve de partida para analizar las trayectorias futuras de las emisiones en la entidad. Véase "Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de Coahuila y Proyecciones de Casos de Referencia" COCEF y SCC, 2010.

[2] Véase: "Coahuila Phase 2 State Climate Action Plan" SEMAC, COCEF, USAID y CCS, 2016.

En general, los ejes para mitigar las emisiones de GEI tienen como objetivos deseables: a) reducir del consumo de combustibles fósiles (reducción de CO_2); b) mejorar los sumideros de GEI; c) impulsar las energías renovables; y, d) minimizar los impactos económicos y sociales en la entidad.[3] Consecuentemente, los factores que hay que atender son los que ocasionan la contaminación atmosférica, los cuales se relacionan básicamente con el crecimiento de la actividad económica, la demográfica, y la laboral.

Luego, la estructura propuesta del modelo MMSD-C puede expresarse por un conjunto de ecuaciones dinámicas en cuatro sub-modelos, las cuales están basadas en las relaciones de interdependencia entre las variables económicas (producto interno bruto total, y por sectores), demográficas (población total, por cohortes de edades, y migración), laborales (empleo total, por sectores, y cohortes de edad), y contaminación atmosférica (inventario de las emisiones de GEI emisiones y coeficientes de emisiones por sector económico) que han de ser consideradas y las que necesariamente reflejan la estructura socioeconómica y ambiental del estado de Coahuila. Esta estructura de modelación permitirá, no sólo describir el funcionamiento del sistema socioeconómico y ambiental de Coahuila, sino también, partiendo de la estructura interna del modelo y de resultados obtenidos de cada política de mitigación, llegará a prever los impactos económicos indirectos de manera coherente y consistente de las políticas seleccionadas.

El modelo MMSD-C se sustenta en la técnica de Simulación Dinámica o Dinámica de Sistemas (Víctor and Jackson; 2013; Fuentes y Brugués, 2015), que es una herramienta que permite representar los sistemas y analizar su comportamiento pasado y futuro con un grado de exactitud razonable (lo que es difícil lograr con las técnicas tradicionales).[4] La herramienta de simulación dinámica permite utilizar de forma complementaria el enfoque macroeconómico (tamaño) y microeconómico (composición), es decir; considera tanto el conjunto como el detalle.

La estructura de la programación del MMSD-C es en forma matricial y se representa en forma gráfica a través de diagramas que muestran las relaciones entre los distintos subsistemas y elementos del sistema y cada simulación dará lugar a lo que se denomina una imagen, que es el conjunto de resultados que se derivan de la utilización de cada conjunto de supuestos. La comparación de las distintas imágenes será la medida del impacto.

El paquete informático que empleamos es Stella (ISEE systems, 2005), que permite hacer una programación por objetos sencilla, versátil e intuitiva y el modelo resultante puede ser consultado en cuanto a las ecuaciones que lo componen y los parámetros de calibración.

[3] Mitigación significa minimizar las causas del calentamiento global del planeta.

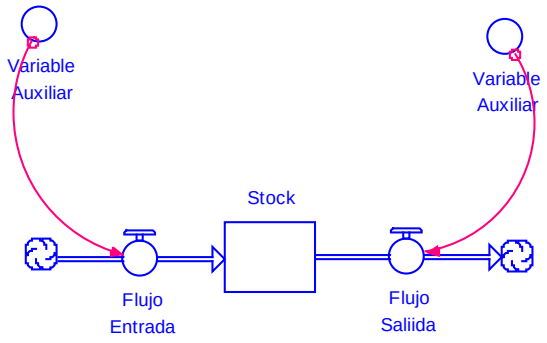
[4] Existen varias consideraciones metodológicas sobre la estimación econométrica de las ecuaciones intersectoriales del modelo MMSD-C para una región, debido a que a pesar de que existen indicadores regionales no existe un sistema de cuentas regionales. Además, no existe una serie temporal suficientemente extensa para cada sector ni tampoco de calidad confiable.

II. Simulación Dinámica o Dinámica de Sistemas

La Simulación Dinámica o Dinámica de Sistemas es una técnica de uso generalizado para modelar y estudiar el comportamiento de sistemas que presenten relaciones identificables entre variables, que consten de rezagos (lags) y retroalimentaciones (feedbacks). Estas características suelen estar presentes en los sistemas económicos, demográficos, laborales y ambientales, por lo que es frecuente encontrarse con comportamientos oscilatorios, inesperados o contra-intuitivos.

Los sistemas de simulación dinámica constituyen un grupo particular de los modelos matemáticos, y gozan por lo tanto, de todas las características generales de éstos. Sin embargo, tienen unas particularidades formales propias que los identifican: la simbología propuesta por Forrester. Esta simbología utiliza unas figuras determinadas para representar distintos tipos de variables: stocks, flujos, variables auxiliares, y flechas.[5]

Figura 1.- Simbología de Forrester



1. Un “rectángulo” representa una variable estado o de nivel, las cuales son variables que acumulan, variables stock o variables de nivel.
2. Una “válvula” representa una variable flujo, la cual es una variable que afecta el comportamiento de la variable estado o de nivel. Los flujos afectan a los niveles haciendo que éstos aumenten o disminuyan. En realidad, el único procedimiento para alterar el valor de un nivel es a través de las acciones de las variables flujo.
3. Un “círculo” representa una variable auxiliar, la cual afecta al valor de la variable flujo. Por tanto, las variables auxiliares son magnitudes que ayudan a explicar los valores de los flujos.

[5] Jay Wright Forrester es considerado el padre de la dinámica de sistemas, una disciplina reciente que representa una extensión a toda clase de sistemas complejos de conceptos aplicados originalmente en ingeniería, y ahora extendido a los sistemas sociales.

4. Una “flecha” que representa un canal de material o un canal de información. La gruesa representa la acción de un flujo sobre un canal. La delgada representa la interrelación entre variables y entre variables y tasas.

Estas figuras son la base del diagrama de Forrester que es diagrama causal del modelo. Es importante notar que la construcción de este diagrama supone un elevado grado de formalización, ya que, por un lado, es preciso catalogar o clasificar las magnitudes (en stocks, flujos, tasas, variables exógenas, y variables predeterminadas) y por otro, establecer la estructura de relaciones, rezagos, y retroalimentaciones entre ellas. Esto supone que implícitamente se establece qué variables endógenas tendrán un carácter de predeterminadas. Además, en la construcción de un diagrama de Forrester existen otra serie de reglas adicionales (López y Martínez, 2000).

Finalmente, estas figuras o iconos están incorporados en el Software Stella/IThink (versión 9.1.4), que es un paquete informático que permite representar sistemas y simular su comportamiento. Tiene la ventaja de admitir programación de manera matricial. Además, que este programa informático permite establecer una relación entre las ecuaciones escritas en texto y los diagramas causales empleando la simbología de Forrester lo cual resulta muy atractivo para fines didácticos. [6]

III. Fundamentos del Modelo

Una pregunta importante para desarrollar el MMSD-C es ¿cuál es la relación entre economía, demografía, y medio ambiente? Una respuesta a ella, es que son procesos dinámicos donde cada uno afecta al otro (Bloom y Canning, 2005). Es decir, la estructura económica influye y se ve influenciada por los cambios en la demografía, mercado laboral y contaminación atmosférica, a la vez que el tamaño y composición de la población también encuentran condicionantes en las capacidades productivas, en las aptitudes laborales y en el medio ambiente. Los procesos del medio ambiente son a la vez afectados por la economía, debido a las intensidades de uso de energía de (por) los sectores económicos, por las actividades humanas que alteran la composición bioquímica; y también incide la migración debido a las necesidades del mercado de trabajo.

La estrecha interrelación entre la economía, demografía, mercado de trabajo, y medio ambiente, aparecen en distintos momentos históricos; en ocasiones generando círculos venturosos de retroalimentación que dan lugar a avances sustantivos en el bienestar de la población –fin último de toda acción humana.

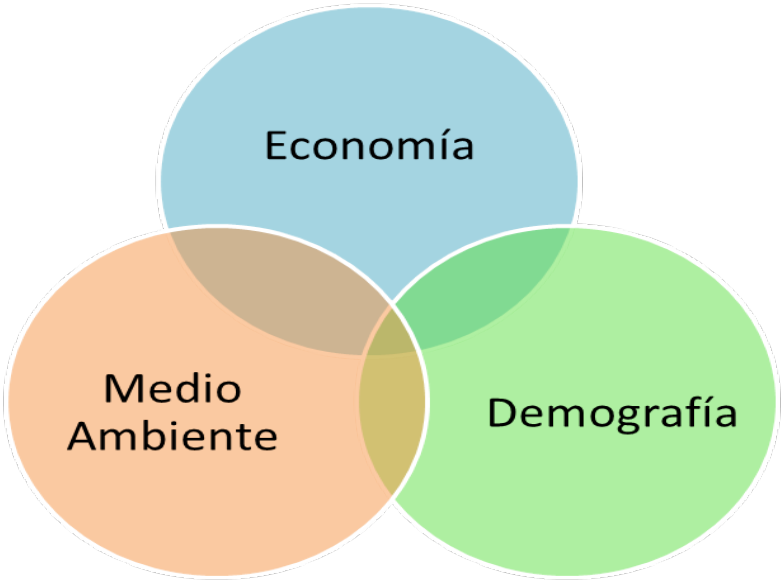
[6] El software Stella utiliza un algoritmo de cálculo conocido como Runge-Kutta de 4to orden. El algoritmo es apropiado en sistemas ajustados (stiff systems), no sensibles a las condiciones iniciales, ni a la precisión del cálculo. Existen otros programas similares como Vensim, Dynamo y otros.

Una forma de modelar una economía regional desde el anterior punto de vista, es construir un modelo con principios microeconómicos y macroeconómicos basado en cuatro sub-modelos: económico, demográfico, laboral, y contaminación ambiental; para cuantificar los impactos macroeconómicos de las medidas de políticas públicas de mitigación del GEI y adaptación al CC.

Por lo anterior, se postula un modelo regional con cuatro bloques con que se pretenden modelar las principales magnitudes que describen el comportamiento socioeconómico de una localidad, siempre y cuando se mantengan las condiciones medio ambientales. En la figura 1 se representa la estructura en bloques del modelo.

a) Economía. Se definen características macroeconómicas y de grado de agregación correspondiente al nivel regional, en el que se analizan las interacciones de variables clave (producción total y por sectores, demanda intermedia, demanda final, inventarios, capacidad productiva, y capacidad deseada).
b) Población. Se distingue a la población por tamaño y segmentos de edad o generaciones, en el que se estudian las interacciones de las principales magnitudes (población total y por cohortes, natalidad, mortalidad, fecundidad, longevidad, migración interestatal, y esperanza de vida).
c) Mercado Laboral. Se distingue la participación de la fuerza de trabajo, y el sector productivo; en el que se analizan las principales relaciones (demanda de trabajo, oferta de trabajo y razón trabajo/producto).
d) Medio Ambiente. Se distingue el consumo de recursos naturales por los procesos socioeconómicos, y se estudian variables principales.

Figura 2.- Estructura en bloques del MMSD-C



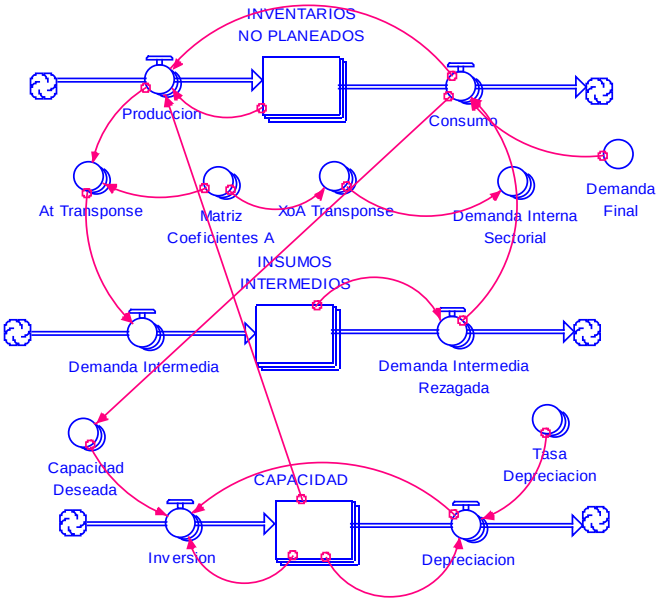
Elaboración propia con base en Bloom y Canning (2005).

IV. Construcción Teórica del MMSD-C

En lo que se refiere al funcionamiento dinámico del sub-modelo económico nos basamos en la teoría del acelerador e insumo producto.[7] En general, para la representación de las singularidades de la actividad económica y de la formación de capital de Coahuila, asumimos que está clasificada por sectores de actividad. De cada sector lo que se conoce es la tasa de producción, la formación de capital, la capacidad productiva instalada y deseada. Nos interesa proyectar los niveles de producción sectorial y la inversión nueva en el corto plazo, asimismo si se produce algún tipo de estabilización en el largo plazo.

La programación de la evolución de la actividad económica e inversión, la podemos abordar en el software Stella basándonos en Johnson *et al* (2008). La estructura de la programación matricial se representa en el diagrama causal en la Figura 3, donde el stock de inventarios sectoriales no planeados (excesos de demanda) tiene un flujo de entrada –producción u oferta— y uno de salida –consumo o demanda—. El stock de formación de capital o capacidad tiene un flujo de entrada –inversión— y otra de salida –depreciación—. Finalmente, tenemos la definición de demanda agregada como la suma de demanda intermedia y demanda final; la definición de demanda intermedia como la matriz de coeficientes técnicos multiplicada por la producción sectorial; y, la definición de capacidad deseada como una proporción del consumo. Esto se muestra en el diagrama siguiente.

Figura 3. Sub-Modelo Económico del MMSD-C



[7] La teoría del acelerador relaciona la evolución de la inversión con el nivel de producción generada por los factores internos, precisa en que la tasa de inversión depende de la variación de la producción, o sea que ante un nivel alto de crecimiento de la producción, la inversión guarda una relación positiva ante este comportamiento, y por el contrario si se manifiesta una contracción en la producción. El estudio pionero de incorporar inversión de manera endógena al modelo de insumo-producto fue Wassily Leontief (1958), después fue ampliado al incorporar capacidad excedente por Tomás Johnson (1986).

Para calibrar el sub-modelo necesitamos disponer de un grupo de variables y cierta información de calidad. Las definiciones de las variables usadas en el sub-modelo son:

Matriz de Coeficientes Insumo Producto: Esta matriz es una derivación simple de la tabla de transacciones intersectoriales. Se obtiene dividiendo los componentes del consumo intermedio y valor agregado de cada sector por su correspondiente valor de producción. Esta matriz de coeficientes técnicos, por sí misma, brinda una importante visión de la estructura de la economía y de las estructuras de costos sectoriales. Sin embargo, no permite determinar las repercusiones totales en los niveles de producción ante cambios en la demanda final.

Demanda Intermedia: Conjunto de bienes intermedios demandados como factores de la producción a los sectores económicos de un país o región. Está constituida por el consumo de un conjunto de bienes y servicios tales como materias primas, materiales de oficina, combustibles, servicios profesionales, de asistencia técnica, etc., que se emplean directamente en los procesos productivos que llevan a cabo los establecimientos industriales, comerciales y de servicios, con el fin de generar otros bienes y servicios que pueden ser de uso intermedio o final. La dinámica de la demanda intermedia depende del nivel de producción sectorial.

Demanda Final: Conjunto de bienes o servicios para consumo, inversión, gastos públicos y para exportación. Desde otro punto de vista, es igual al gasto bruto de la economía, o empleo de los recursos. Está integrada por el valor de las compras que realizan los consumidores finales de los bienes y servicios generados por las unidades productivas. Se consideran demandantes a las familias, empresas, y al gobierno. Se incluyen asimismo dentro de este rubro las exportaciones, la variación de existencias, y la formación bruta de capital fijo

Producción u Oferta: Este concepto representa la suma total del valor de los bienes y servicios producidos por una sociedad, independientemente de que se trate de insumos -es decir, bienes intermedios que se utilizan en el proceso productivo- o de artículos que se destinan al usuario final. Por tanto, incluye el valor de todos los productos sin considerar si son de demanda intermedia o de demanda final. Esta variable determina el nivel de producción sectorial inicial que se modifica de acuerdo con las anteriores dos demandas.

Formación de Capital o Capacidad: Se refiere al grado de utilización de la capacidad instada que cambia considerablemente de un sector de actividad y de un periodo de tiempo a otro. Esta variable introduce endógenamente el proceso de formación de capital que depende del nivel de producción e inversión sectorial.

Consumo o Demanda: Es la agregación del conjunto de bienes intermedios demandados como factores a la producción de los sectores de actividad o demanda intermedia y del conjunto de bienes y servicios para consumo, inversión, gastos gubernamentales, y exportaciones o demanda final.

Capacidad Deseada: Se refiere que la tasa deseada de capacidad de producción en cualquier punto de tiempo depende de la tasa de producción y del exceso de capacidad instalada. Aquí suponemos que los sectores se ajustan de forma adaptativa a la diferencia entre su capacidad productiva ideal y su capacidad productiva instalada.[8] La capacidad ideal es proporcional al nivel esperado de consumo, que, a su vez, está relacionada a la demanda final. La dinámica del acervo de la capacidad productiva (formación de capital) está determinada positivamente por la inversión, y negativamente por la depreciación.

Inventarios No Planeados (capacidad exceso): Hay que notar que como un sistema ecológico el ajuste en la producción sectorial es una función de la demanda regional excedente (producción – consumo). La economía responde a los cambios en la demanda excedente (el desequilibrio) aumentando o disminuyendo la producción sectorial en la dirección opuesta. El mecanismo de ajuste es denominado "inventarios no planeados"**.**

Producción Tendencial: Se asumió que un comportamiento razonable podría consistir en un crecimiento uniforme de los valores iniciales de las producciones sectoriales según la misma tasa de crecimiento que las demandas finales autónomas.

Aquí precisamos realizar una breve explicación conceptual de la matriz de insumo producto que es la base estadística del modelo regional.

Matriz de Insumo-Producto: Es un cuadro de cuentas de doble entrada que describe cuantitativamente las relaciones que existen entre las actividades productivas, y entre éstas y los usuarios finales de bienes y servicios.

La matriz registra en sus columnas las disponibilidades de los productos; y en las filas la distribución de la oferta de acuerdo a las diferentes utilizaciones (intermedias o finales), de igual forma presenta la estructura de costos de las distintas actividades productivas y sus interrelaciones sectoriales; asimismo, registra la generación de valor que cada actividad agrega durante el proceso productivo. [9]

Armados con esta información daremos respuesta al patrón de actividad económica total y por sectores de la economía regional en el corto y largo plazo.

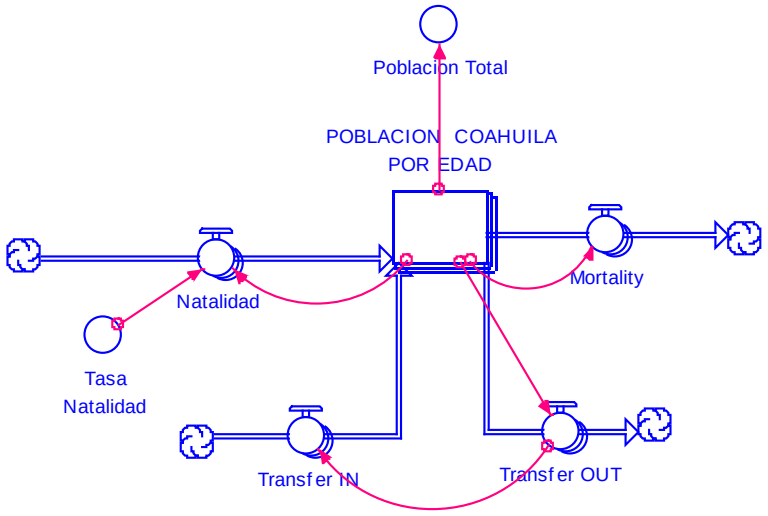
---

[8] Para permitir restricciones de capacidad productiva sectorial (capital), la producción sectorial se define como el mínimo del consumo requerido (incluyendo inventarios), más la capacidad productiva sectorial.
[9] El trabajo pionero fue realizado por Wasily Leontief y recibió el premio nobel de economía en 1973.

Por lo que respecta al funcionamiento dinámico del sub-modelo demográfico nos basamos en la teoría de la transición demográfica.[10] En general, para la reproducción de la evolución de la población de Coahuila la suponemos clasificada por cohortes de edad.[11] De cada grupo conocemos su tasa de supervivencia y las tasas de natalidad, fecundidad, y mortalidad. Nos interesa conocer la forma que cambia esta población a partir de una determinada composición y si se produce algún tipo de estabilización en el largo plazo.

Por este motivo, se realiza una programación en Stella de la población estructurada en edades como se aborda en Hannon y Ruth (2001). La estructura de la programación matricial se representa en el diagrama causal en la Figura 2, donde el stock de población por cohorte de edad tiene potencialmente dos flujos de entrada –uno para los nacimientos y otro para los individuos en cada grupo de edad que sobreviven y pasan al siguiente grupo de edad o transición de entrada. De igual modo, existen dos flujos de salida –uno para las defunciones y otro para los individuos en cada grupo de edad que han envejecido o que está en la transición de salida. La diferencia principal entre las cohortes de edad está en los diferentes valores que son utilizados como iniciales en cada stock y en las diferentes tasas de nacimiento y de muerte.[12]

Figura 3.- Sub-Modelo Demográfico del MMSD-C



Fuente: Programación directa en Stella.

[10] La importancia del crecimiento demográfico en el crecimiento económico ha sido objeto de debate desde hace siglos. Sin embargo, es hasta principios de este decenio que surgen un conjunto de trabajos que tratan de demostrar que es el cambio en la estructura de edades de la población y no el crecimiento poblacional, el principal factor demográfico que afecta al crecimiento económico. El interés por la estructura de edades y sus efectos económicos se debe fundamentalmente a las transiciones demográficas que han experimentado la mayor parte de las economías en los últimos siglos. El trabajo pionero es del demógrafo Patrick Leslie (1945), donde se analiza el efecto de la estructura de edades sobre el crecimiento económico.

[11] Los cohortes de edad establecidos son de 0-9, 10-19, 20-29,30-39,40-49,50-59,60 y más.

[12] Las tasas de nacimiento son cero para el segmento de 0-9.

Evidentemente, para la estimación del sub-modelo se necesita de un grupo de variables y cierta información sobre cada grupo. Las definiciones de las variables son:

Cohortes o grupos de edad: Es el conjunto de personas nacidas en un período determinado. Una forma muy habitual de representar gráficamente el tamaño de diferentes cohortes en un momento determinado es la pirámide de población. El análisis longitudinal de las cohortes y las comparaciones entre cohortes son también muy ilustrativos de la dinámica de población. En nuestro caso, cada cohorte es de 10 años de edad.

Crecimiento demográfico: Mide el aumento en un período específico, del número de personas que viven en un país o una región. La tasa de crecimiento demográfico depende, además de la tasa de natalidad y de la tasa de mortalidad, de los movimientos migratorios.

Natalidad: Indica el número de nacidos vivos por cada 1,000 habitantes en un determinado año. La tasa de natalidad depende a su vez de la tasa de fecundidad.

Fecundidad: Se refiere al número medio de hijos que tienen las mujeres. Para medirlo con precisión es necesario delimitar con precisión la variable que queremos medir ya que la cifra que la exprese será muy distinta según consideremos a todas las mujeres que viven en un momento determinado en un país, o sólo a las mujeres fértiles, eliminando las que mueren antes de alcanzar la edad fértil. Podremos estimar también tasas de fecundidad por edades o tasa de fecundidad de cohortes. En nuestro caso, la tasa de fecundidad promedio aplicado a cada cohorte en edad reproductiva.

Mortalidad: Es el número de defunciones por cada 1,000 habitantes en un año determinado. En nuestro caso, las muertes son una función de las tasas específicas de mortalidad y el número de personas sujetas a esas tasas.

Longevidad: Es la duración de la vida de una persona. Se mide mediante el concepto de **esperanza de vida**. La esperanza de vida de un tipo de persona es la media de la duración de la vida de ese tipo de personas.

Migración Neta Interestatal: La migración neta interestatal es el total neto de personas que migraron durante el período a razón de cada 100,000 habitantes: la cantidad total de inmigrantes menos la cantidad anual de emigrantes.

Tasa de supervivencia: Es el porcentaje de individuos que sobreviven y pasan a la siguiente cohorte de edad.

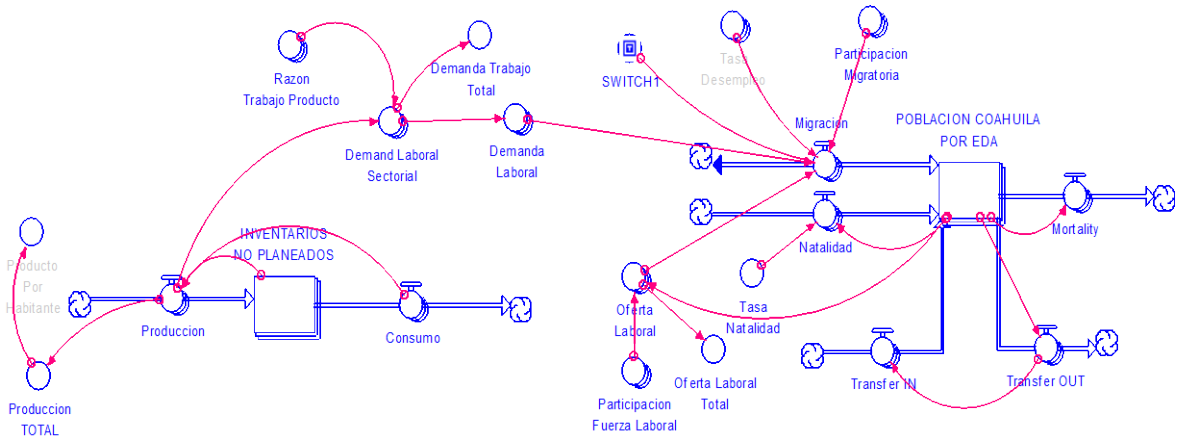
A partir de esta información podremos dar respuesta a la dinámica de la población por cohortes de edad y total en el corto y largo plazo.

En lo que concierne al funcionamiento dinámico del sub-modelo laboral regional nos basamos en la teoría clásica del mercado de trabajo.[13] En general, para la reproducción de las peculiaridades del mercado laboral de Coahuila suponemos que está agrupada por sectores de actividad, y cohortes de edad.[14] De cada sector lo que se conoce son los coeficientes trabajo producto, demanda de trabajo, población económicamente activa, tasa bruta de participación laboral, y oferta laboral. Nos interesa proyectar los niveles de empleo y migración regional en el corto plazo, asimismo nos interesa conocer si se produce algún tipo de estabilización en el largo plazo.

La programación de la trayectoria del empleo y migración regional la podemos abordar con el software Stella como en Fuentes y Brugués (2015). La estructura de la programación matricial se representa en el diagrama causal en la Figura 4 donde el flujo de migrantes es bidireccional –significa que puede tomar valores positivos y negativos— y es alimentado por la demanda laboral, y oferta laboral. La demanda laboral está determinada por la demanda laboral por sectores de actividad económica, y la razón técnica de trabajo a producto. En tanto, la oferta laboral está determinada por las tasas brutas de participación laboral por edades de población económicamente activa, y la población por cohortes de edad.

Es importante observar que el mercado de trabajo regional es un puente entre la dinámica de las actividades económicas sectoriales, y la demográfica por grupos de edad.

Figura 4.- Sub-Modelo Laboral Regional del MMSD-C



Fuente: Programación directa en Stella.

[13] El mercado de trabajo regional bajo el enfoque teórico clásico, es aquel donde los individuos intercambian servicios de trabajo con las empresas o empleadores de la economía. Esta configura la demanda de trabajo. Los que venden servicios de trabajo son los trabajadores y ellos conforman la oferta de trabajo. El grado de interacción entre estas dos variables derivan en una serie de consecuencias que determinarán las características del mercado de trabajo en ese momento y su evolución futura. En particular, para las regiones la interacción entre demanda y oferta de trabajo determina la migración de trabajadores –debido a que no pueden cambiar los salarios de manera endógena—(Casado, 2013)

[14] El mercado laboral incluye a 21 ramas de actividad económica, y 7 cohortes de edad de la población.

Indiscutiblemente, necesitamos disponer de un conjunto de variables y cierta información sobre cada variable. Las definiciones de las variables se presentan a continuación:

Mercado Laboral: Es el lugar donde se encuentran quienes ofrecen su fuerza de trabajo (los trabajadores) y quienes demandan trabajo (empresas y organizaciones públicas y privadas). Importancia del mercado laboral tiene que ver con su relación con la actividad económica y la participación de los salarios en el ingreso de los hogares (70%).

Población Económicamente Activa: Corresponde a la fuerza laboral efectiva de un país, al estar constituida por las personas en edad de trabajar que están laborando o buscan trabajo. En otras palabras, corresponde a los individuos que participan del mercado de trabajo, ya sea que hayan encontrado un empleo, o no.

Oferta Laboral: Personas dispuestas a trabajar al salario vigente en el mercado. Incluye ocupadas y a las que buscan empleo

Tasa Bruta de Participación Laboral: Mide el tamaño de la oferta laboral o fuerza de trabajo en relación con la población total. Es decir, la cantidad de personas de cierta edad --en este caso, de 10 años y más-- que están en capacidad y disponibilidad de ejercer actividades económicas productivas.

Razón Trabajo-Producto: Es el coeficiente directo de empleo que se obtiene dividiendo el empleo sectorial entre el valor total de los insumos de ese sector.

Demanda de Trabajo: Esta variable representa la cantidad de trabajadores que las empresas o empleadores contratan debido a su actividad económica.

A partir de esta información podemos dar respuesta a la evolución del mercado laboral que se pueden agrupar de la siguiente forma:

a) A partir de una composición inicial de producción sectorial y de población por cohortes de edad, ¿Cuántos individuos empleados habrá (aproximadamente) en cada sector y grupo de edad, al cabo de 1, 2, 3,…años?
b) ¿Qué ocurre con la migración a largo plazo? ¿Es razonable esperar algún tipo de estabilización en su evolución?

En caso afirmativo de la pregunta b).

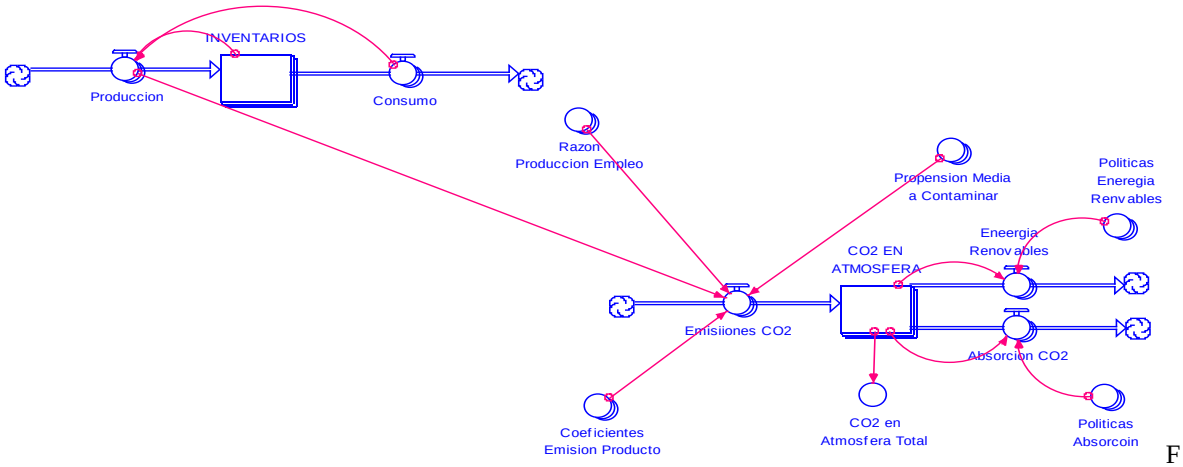
c) ¿Se puede establecer el patrón de la migración de alguna manera sencilla?

Las respuestas a estas preguntas resultan sencillas cuando se realicen las simulaciones en el programa Stella.

En lo que concierne al funcionamiento dinámico del sub-modelo emisiones de GEI nos basamos en la teoría de los gases invernadero del calentamiento global.[15] En general, para la representación de las características de la generación de GEI de Coahuila suponemos que el volumen de emisiones de los GEI medidos en unidades de CO_2 dependen de la intensidad de uso de energías de los sectores económicos, de los encadenamientos intersectoriales y de las acciones humanas.[16] De cada sector lo que se conoce es el nivel medio de emisiones de GEI medidos en unidades de CO_2, las emisiones de GEI por unidad de producción, las ramas estratégicas de Coahuila, las ramas altamente emisoras de GEI, y la transición demográfica. Nos interesa proyectar los niveles de GEI a nivel regional en el corto plazo, asimismo; si se produce algún tipo de estabilización en el largo plazo. [17]

La programación de la evolución temporal de la contaminación la podemos abordar con el software Stella apoyándonos en Ruiz (2014). La estructura de la programación matricial se representa en el diagrama causal en la Figura 5, donde las emisiones sectoriales dependen directamente de los niveles de actividad económica, medidas por los coeficientes de emisión de GEI en unidades de CO_2. Además, tenemos las emisiones provenientes de las actividades humanas, cuantificadas por los coeficientes proporción media a contaminar por cohorte de edad. Y finalmente, aparecen los sumideros de CO_2.

Figura 5.- Sub-Modelo Contaminación Ambiental del MMSD-C



Fuente: Programación directa en Stella.

[15] La teoría de que las emisiones de gases de efecto invernadero están contribuyendo al calentamiento de la atmósfera terrestre, ha ganado muchos adeptos y algunos oponentes en la comunidad científica durante el último cuarto de siglo. El Panel Intergubernamental del Cambio Climático (por sus siglas en inglés, IPCC), entidad fundada para evaluar los riesgos de los cambios climáticos inducidos por los seres humanos, atribuye la mayor parte del calentamiento reciente a las actividades humanas. La NAC (National Academy of Sciences: Academia Nacional de Ciencias) de Estados Unidos también respaldó esa teoría. No obstante, el físico atmosférico Richard Lindzen y otros escépticos se oponen a aspectos parciales de la teoría.

[16] Es necesario identificar a los sectores que directa e indirectamente generan emisiones de GEI.

[17] Se puede afirmar que la interacción de las actividades económicas y antropogénicas tienen un efecto de rezago sobre las emisiones atmosféricas, aunque en la actividad económica las industrias lanzan sus emisiones a gran velocidad, los sumideros de carbono son suficientemente aptos para foto-sintetizar en el corto plazo.

El sub-modelo de contaminación está basado en el concepto de concentraciones atmosféricas de GEI y cuenta con las siguientes variables:

Sectores Económicos Clave: En el análisis estructural se denominan como estratégicas o claves a ciertos sectores económicos por los efectos que tienen en las demás, ya sea a través de la demanda o de la oferta. La relación económica entre dos sectores se llama *encadenamiento (linkage*, en inglés) de los cuales hay hacia adelante (de oferta) y hacia atrás (de demanda). Para medirlos se usan dos índices muy reconocidos en el análisis estructural: los coeficientes de Rasmussen (1956). [18]

De acuerdo con el número de estos encadenamientos, cada rama puede tener efectos trasmisores fuertes o débiles hacia atrás o hacia adelante con el conjunto de la economía. Las que tienen más encadenamientos son consideradas clave o estratégicas porque su actividad demanda bienes de otras ramas o porque resultan proveedoras importantes de las demás.

Sectores Altamente Emisores de GEI: En el análisis ambiental se pueden identificar a los sectores altamente emisores de contaminación atmosférica ya sea en términos absolutos o relativos.

Niveles Absolutos de Emisión de GEI: Se pueden calcular los niveles absolutos de emisión por sector económico tomando como base el *Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero* del Instituto Nacional de Ecología (INE), acoplando la clasificación de actividades del IPCC que se usa en el *Inventario* con la del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), que usa la matriz de insumo-producto de México.

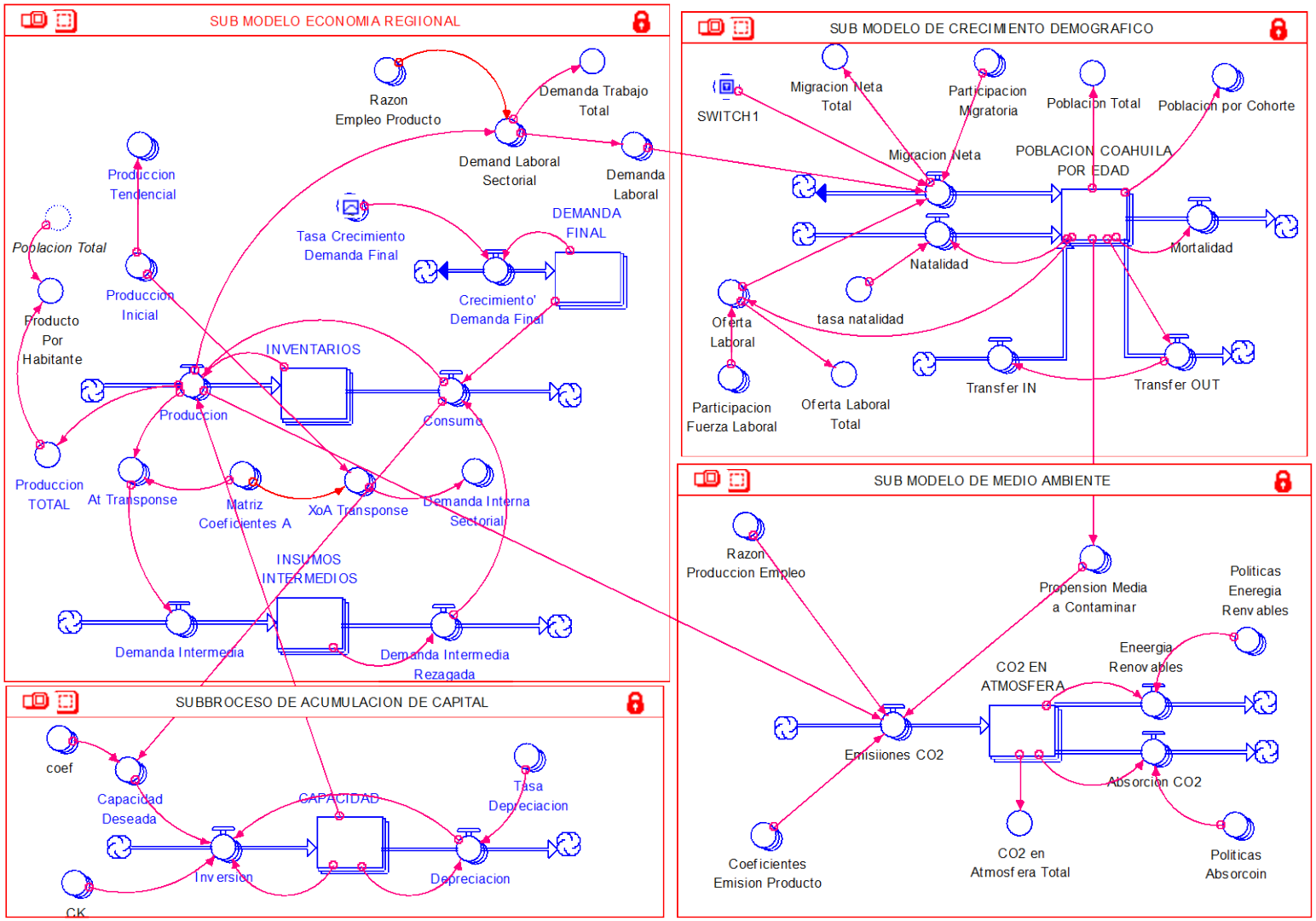
Niveles Relativos de Emisión de GEI: Se pueden calcular los niveles relativos de emisión por sector económico tomando como el vector de coeficientes de emisiones por rama, normalizando las emisiones con respecto al valor bruto de la producción (VBP) del mismo año para obtener las emisiones por unidad de producto.

Niveles Absolutos de Emisión de GEI per cápita: Se pueden calcular los niveles absolutos de emisión por población debido a las actividades humanas con base en el *Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero* del Instituto Nacional de Ecología (INE).

El modelo MMSD-C completo para Coahuila con todas las interrelaciones entre los sub-modelos se muestra en la Figura 6. Es un modelo socioeconómico con contaminantes.

[18] Paul Rasmussen (1956) definió dos índices o coeficientes: uno de demanda (usando la matriz inversa de Leontief), al que llamó índice de poder de absorción, y otro de oferta (utilizando la matriz de distribución), que nombró índice de poder de dispersión. El primero mide los encadenamientos hacia atrás; el segundo los que se hacen hacia adelante, ambos de cada una de las ramas o sectores que componen la matriz.

Figura 6.- Diagrama Casual del MMSD-C 2015



Fuente: Elaboración propia a partir de Fuentes y Brugués, 2015.

V. Calibración Empírica del MMSD-C

Como se expuso anteriormente, la construcción del MMSD-C requirió de un fundamento teórico y una estructura de programación en Stella para los sub-modelos demográfico, económico, laboral, y medio ambiental. Ahora la calibración del modelo requiere disponer de bases de información reales de calidad que sirvan para realizar una estimación pasada o histórica (1990-2015), y generar una estimación futura o proyección (2015-2025) de cada sub-modelo. La exactitud y confianza de las proyecciones en cada sub-modelo dependen en gran medida de un buen ajuste del modelo a la información base o histórica.

i. Sub-modelo Económico

El archivo de datos titulado "Matriz de Insumo-Producto de México, 2008" (INEGI, 2010) presenta a través de un tabulado de doble entrada las relaciones intersectoriales nacionales. La MIP constituye un conjunto de cuadros que reflejan las relaciones que llevan a cabo los diversos sectores y agentes económicos que intervienen en todas las fases del ciclo económico.

La MIP nacional sirve de base para la construcción indirecta de la MIP de Coahuila con base en 2008. Consecuentemente, los criterios generales que rigen la MIP Coahuila son los mismos utilizados en la matriz nacional, la cual presenta una desagregación a 79 ramas de actividad de acuerdo al Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), y está valuada a precios de productor. Es importante aclarar que la principal razón de agregar a la economía en 21 sectores de actividad económica de la entidad es porque son sectores estratégicos por su peso económico y por su importancia del consumo energético.

Dentro de la información requerida para la obtención de la MIP Coahuila, se encuentra el valor de la producción total (VPT) de la localidad para cada una de las ramas, además de la MIP nacional de 2008, la cual sirve de base para la estimación. El valor VPT de Coahuila para cada una de las 79 ramas de actividad, de acuerdo a SCIAN, fue tomado de los Censos Económicos para 2008, con excepción de la información referente a las ramas que forman parte del sector primario –Agricultura, Ganadería, Silvicultura, y Pesca— que fue tomada de las estadísticas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR). Respecto de la rama de servicios de educación y salud, se consideró una estimación del gasto realizado por los hogares y los diferentes niveles de gobierno en estos rubros, y en el caso del sector de la construcción se consideraron los gastos realizados por los sectores productivos en este rubro reportados como parte de su formación bruta de capital; estas estadísticas, generalmente se reportan en el Anuario Estadístico del Coahuila y los Cuadernos Estadísticos del Coahuila. Igualmente, respecto al valor de la rama de servicios bancarios imputados es el equivalente al monto de la diferencia entre intereses pagados y recibidos por los organismos financieros en la entidad. La Figura 7 presenta agregados a 21 sectores de actividad a la MIP Coahuila.

Figura 7.- Matriz de Insumo-Producto de Coahuila 2008

NO.	CÓDIGO CLASE SCIAN		UTILIZACIÓN TOTAL DE LA PRODUCCIÓN INTERNA A PRECIOS BÁSICOS	DEMANDA INTERMEDIA																					DEMANDA FINAL						NO.
				TOTAL DEMANDA INTERMEDIA	Sector Primario	Extracción de petróleo y gas	Minería	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	Suministro de agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	Construcción	Industria alimentaria, bebidas y tabaco	Industria textil y cuero	Industria de la madera y el papel	Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	Industria química y Min. no Met.	Industria metálica	Industria de maquinaria y equipo	Otras industrias manufactureras	Comercio	Transporte aéreo	Transporte Terrestre	Transporte por agua	Anexos del Transporte	Servicios Comerciales	Servicios No Comerciales	TOTAL	CONSUMO PRIVADO	CONSUMO DE GOBIERNO	FORMACIÓN BRUTA DE CAPITAL FIJO	EXPORTACIONES F. O. B.	EXPORTACIONES Resto	
					11X	211	21X	221	222	23X	31A	31B	32A	324	32B	33A	33B	33C	4XX	481	48A	483	48B	SC	SNC							
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	21	22	23	24	25	26	
1	11X	Sector Primario	16,969	2,091	323	0	0	0	0	2	1,637	105	9	0	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,878	2,638	0	950	8,641	2,649	1
2	211	Extracción de petróleo y gas	9,140	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,137	0	0	0	8,720	417	2
3	21X	Minería	18,535	7,795	7	0	317	309	0	142	1	0	2	0	110	6,884	10	0	4	0	1	0	0	5	0	10,741	0	0	5,781	4,556	404	3
4	221	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	26,012	14,776	119	5	1,491	668	3	238	157	54	146	0	364	9,081	973	12	538	0	28	0	1	487	412	11,236	6,644	0	0	2,418	2,174	4
5	222	Suministro de agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	1,005	404	51	0	61	27	0	15	37	2	5	0	9	95	30	0	5	0	5	0	0	31	29	600	445	0	0	0	156	5
6	23X	Construcción	66,360	6,047	121	0	198	318	0	5,007	4	3	2	0	4	125	37	1	42	0	23	0	1	13	149	60,313	3	7	58,409	0	1,894	6
7	31A	Industria alimentaria, bebidas y tabaco	23,652	1,017	607	0	2	6	0	3	281	1	4	0	3	14	8	0	36	0	0	0	0	36	15	22,636	9,467	0	0	12,477	691	7
8	31B	Industria textil y cuero	9,190	361	1	0	1	9	0	3	1	89	13	0	6	8	201	5	8	0	3	0	0	3	9	8,829	675	0	0	7,911	244	8
9	32A	Industria de la madera y el papel	7,506	1,304	28	0	8	24	0	65	39	12	488	0	70	125	215	14	110	0	4	0	0	35	66	6,201	511	14	0	4,983	693	9
10	324	Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	519	31	0	0	2	17	0	1	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	3	0	0	1	1	488	17	0	0	68	403	10
11	32B	Industria química y Min. no Met.	22,269	3,969	54	4	83	699	4	1,177	113	9	15	0	246	361	1,080	8	55	0	11	0	0	22	29	18,300	1,481	0	6	14,454	2,360	11
12	33A	Industria metálica	108,304	41,943	61	0	179	23	1	2,198	13	2	6	0	69	29,454	9,860	36	20	0	0	0	0	15	6	66,360	158	0	352	63,270	2,580	12
13	33B	Industria de maquinaria y equipo	126,351	8,498	8	0	174	128	0	204	23	6	4	0	26	887	6,772	3	53	1	142	0	2	57	8	117,853	893	0	860	114,742	1,358	13
14	33C	Otras industrias manufactureras	2,570	42	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	1	9	2	5	0	0	0	0	1	2	2,528	180	0	39	2,234	75	14
15	4XX	Comercio	39,837	6,419	217	3	162	778	2	436	112	24	54	0	93	2,691	1,606	9	52	2	64	0	0	57	57	33,417	6,725	0	865	24,090	1,738	15
16	481	Transporte aéreo	694	52	0	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0	20	20	0	0	0	0	0	0	1	2	642	71	0	1	529	41	16
17	48A	Transporte Terrestre	11,699	969	25	1	24	162	0	63	15	3	6	0	15	350	257	1	8	1	12	0	0	10	16	10,730	3,845	0	224	6,368	292	17
18	483	Transporte por agua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
19	48B	Anexos del Transporte	936	111	1	0	4	11	0	4	1	1	1	0	1	44	24	0	1	2	13	0	0	1	3	825	193	0	22	526	84	19
20	SC	Servicios Comerciales	56,196	11,256	54	7	1,163	395	7	814	222	57	87	0	317	2,516	2,444	26	1,379	11	199	0	7	944	617	44,930	35,518	791	491	1,644	6,486	20
21	SNC	Servicios No Comerciales	32,739	81	2	0	12	8	0	3	1	0	1	0	1	17	13	0	2	0	4	0	0	3	13	32,657	5,092	27,511	0	0	54	21
22		Total de usos de origen nacional	580,483	107,180	1,680	20	3,883	3,586	18	10,396	2,657	369	843	0	1,354	52,678	23,560	118	2,318	17	515	0	13	1,722	1,434	473,303	74,554	28,323	68,002	277,630	24,793	22
23		Importaciones de la ET Resto	87,542	87,542	3,601	372	2,179	7,898	127	11,640	6,303	1,040	1,399	97	4,745	10,948	16,962	405	5,303	380	3,292	0	94	6,121	4,637								23
24		Importaciones de la Economía Total	225,370	108,092	2,028	282	1,928	7,264	133	8,230	5,473	2,054	1,839	146	6,070	13,998	47,333	659	2,218	189	2,651	0	135	3,712	1,750	117,278	88,803	0	28,476	0	0	24
25		COMPRAS DE RESIDENTES EN EL EXTRANJERO	5,273																							5,273	5,203	70	0	0	0	25
26		COMPRAS DE NO RESIDENTES EN EL PAÍS	0																							0	-12,650	0	0	12,650	0	26
27		COMPRAS NETAS DE RESIDENTES Y NO RESIDENTES	5,273																							5,273	-7,447	70	0	12,650	0	27
28		Importaciones Totales	318,185	195,634	5,629	654	4,107	15,161	260	19,870	11,776	3,094	3,238	243	10,815	24,946	64,296	1,065	7,521	569	5,942	0	229	9,832	6,387	122,552	81,356	70	28,476	12,650	0	28
29		Impuestos sobre bienes y servicios	564,927	591	30	1	14	30	1	39	157	17	11	9	30	60	125	3	6	5	24	0	1	14	15	564,336	544,284	0	20,051	1	0	29
30		Subsidios a bienes y servicios	92,467	3,873	77	24	231	816	8	342	112	32	105	3	310	422	99	11	85	147	640	0	6	192	213	88,594	88,386	0	208	0	0	30
31		Impuestos sobre bienes y servicios netos de subsidios	472,459	-3,282	-46	-23	-217	-786	-7	-304	44	-15	-94	6	-280	-362	26	-8	-79	-142	-616	0	-5	-178	-198	475,742	455,898	0	19,843	1	0	31
32		Total de usos a precios comprador	1,371,127	299,531	7,262	651	7,773	17,962	271	29,963	14,478	3,448	3,987	249	11,889	77,262	87,881	1,175	9,760	444	5,841	0	237	11,376	7,623	1,071,596	611,808	28,393	116,321	290,281	24,793	32
33		Valor Agregado Bruto Economía Total	280,951	280,951	9,707	8,490	10,763	8,051	734	36,397	9,174	5,742	3,518	270	10,380	31,041	38,470	1,395	30,077	251	5,858	0	699	44,820	25,115							33
34		Producción de la Economía Total a precios básicos	1,652,079	580,483	16,969	9,140	18,535	26,012	1,005	66,360	23,652	9,190	7,506	519	22,269	108,304	126,351	2,570	39,837	694	11,699	0	936	56,196	32,739	1,071,596	611,808	28,393	116,321	290,281	24,793	34
35		Producto Interno Bruto de la Economía Total	753,411	277,669	9,660	8,467	10,546	7,265	726	36,093	9,219	5,727	3,425	276	10,100	30,680	38,496	1,388	29,998	108	5,242	0	694	44,642	24,918	475,742	455,898	0	19,843	1	0	35
36		VALOR AGREGADO BRUTO A PRECIOS BÁSICOS		280,951	9,707	8,490	10,763	8,051	734	36,397	9,174	5,742	3,518	270	10,380	31,041	38,470	1,395	30,077	251	5,858	0	699	44,820	25,115							36
37		Total de Remuneración de asalariados		79,407	1,563	210	2,230	1,381	241	16,249	1,382	1,592	890	53	2,117	3,456	9,385	542	5,473	130	1,800	0	156	8,138	22,417							37
38		Sueldos y salarios que incluyen contribuciones sociales efectivas a la seguridad social		72,960	1,559	207	1,909	1,381	218	14,614	1,248	1,443	772	52	1,885	2,827	7,688	482	5,113	118	1,765	0	123	7,515	22,038							38
39		*Salarios*		*35,295*	1,528	206	1,055	1,381	111	9,155	816	1,026	417	51	1,192	1,574	4,179	319	3,838	95	1,415	0	86	4,324	2,528							39
40		*Sueldos*		*27,995*	24	0	594	0	81	3,436	316	215	249	1	492	827	2,313	95	846	15	322	0	22	2,241	15,904							40
41		Contribuciones Sociales Efectivas a la Seguridad Social		*9,670*	7	2	259	0	26	2,023	116	203	106	0	201	426	1,197	68	428	8	28	0	15	951	3,606							41
42		Otras Prestaciones Sociales		*6,447*	4	2	321	0	22	1,636	134	149	118	1	231	629	1,697	60	360	12	35	0	33	623	379							42
43		Impuestos Netos de Subsidios Sobre la Producción		1,843	39	0	61	31	20	236	55	48	34	17	92	529	260	11	113	4	-15	0	7	153	147							43
44		*Impuestos que gravan la actividad*		*1,865*	39	0	61	31	20	236	55	48	34	17	92	529	260	11	113	4	7	0	7	153	147							44
45		*Menos: subsidios*		*22*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0							45
46		Excedente Bruto de Operación		199,701	8,104	8,280	8,472	6,639	473	19,912	7,737	4,102	2,594	199	8,171	27,057	28,824	843	24,490	117	4,072	0	536	36,529	2,551							46
47		PRODUCCIÓN TOTAL POR ACTIVIDAD A PRECIOS BÁSICOS		580,483	16,969	9,140	18,535	26,012	1,005	66,360	23,652	9,190	7,506	519	22,269	108,304	126,351	2,570	39,837	694	11,699	0	936	56,196	32,739							47
48		TOTAL DE OTRAS COLUMNAS																								1,071,596	611,808	28,393	116,321	290,281	24,793	48

Fuente: Elaboración propia.

Del archivo de datos oficiales del "PIB Entidad Federativa Anual" (INEGI, 2015), se reproduce la tabla de la actividad económica total y sectorial de Coahuila en millones de pesos a precios corrientes del periodo 2003-2010 y 2010-2015, donde se muestran los resultados sobre variables clave tales como: 1) producto interno bruto a final de año; 2) sectores de actividades primarias; 3) sectores de actividades secundarias, y, 4) sectores de actividades terciarias. En el cuadro 1 se ofrecen las cifras producción total y de actividad para sectores seleccionados.

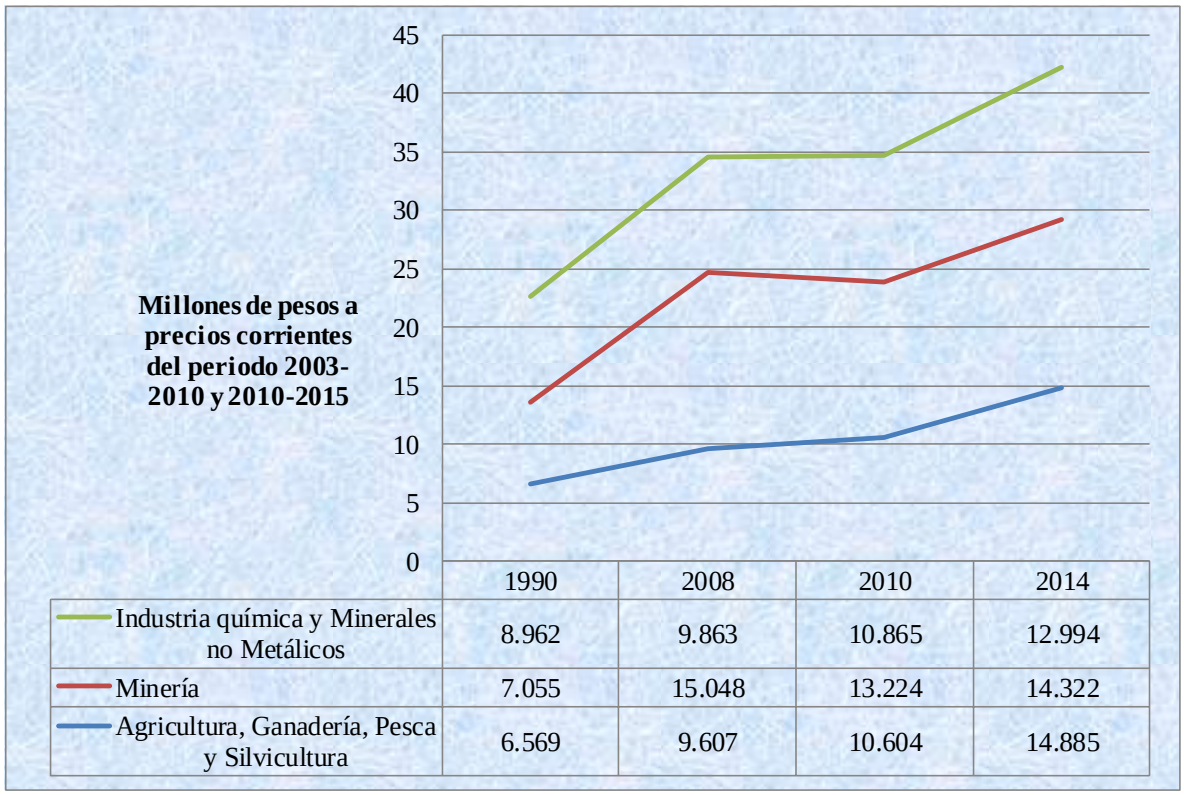
Los sectores seleccionados son los estratégicos de la economía de Coahuila –así llamados por su importancia en la estructura económica – y porque destacan por ser los que emiten más GEI de acuerdo con las mediciones más recientes (SEMARNAT, 2012). El cuadro 1 y la gráfica 1 muestran la evolución pasada del PIB total y sectorial según información oficial.

Cuadro 1.- PIB total y por sectores de Coahuila oficiales, 2003-2014

	Comportamiento histórico o base			Proyección
Sectores de Actividad	1990	2008	2010	2014
Agricultura, Ganadería, Pesca y Silvicultura	6.569	9.607	10.604	14.885
Extracción de Petróleo y Gas	5,136	n.d.	n.d.	n.d.
Minería	7.055	15.048	13.224	14.322
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	44.00	1.393	2.589	1.406
Suministro de agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	7.218	12.118	11.113	13.669
Construcción	17.168	31.679	28.093	27.097
Industria alimentaria, bebidas y tabaco	7.195	10.704	12.071	21.05
Industria textil y de cuero	811.00	925.00	786.00	1.612
Industria de la madera y el papel	1.767	3.504	4.14	4.084
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	3.66	4.524	4.881	8.307
Industria química y minerales no metálicos	8.962	9.863	10.865	12.994
Industria metálica básica	17.063	35.324	36.943	45.737
Industria de maquinaria y equipo	48.212	61.468	78.013	135.636
Otras industrias manufactureras	253.00	286.00	484.00	539.00
Comercio	26.713	42.903	45.081	60.581
Transporte aéreo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Transporte terrestre	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Transporte por agua	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Anexos del transporte	14.311	25.068	29.296	42.752
Servicios comerciales	31.135	42.567	45.609	53.218
Servicios no comerciales	3.127	4.382	4.753	5.322
Promedio de la economía de Coahuila	245.203	381.451	410.328	554.861

Fuente: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/pibe/tabulados.aspx

Gráfica 1. – Información oficial del PIB por sectores de Coahuila



Fuente: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/pibe/tabulados.aspx

El sub-modelo económico MMSD-C nos sirve para abordar preguntas de la influencia de la demanda intermedia, demanda final, y del proceso de acumulación de capital sobre las características de la producción total y sectorial de la economía coahuilense. La reproducción del patrón de producción total y sectorial pasado o histórico según el MMSD-C se muestra en el cuadro 2.

En el cuadro 2 puede observarse que existe casi la misma estructura sectorial y la misma velocidad de crecimiento de la actividad productiva global. De entre las características a notar de las estimaciones cabe destacar que la participación de las industrias manufactureras aumentó para 2010, recuperando la manufactura su posición luego de una caída durante la crisis. Específicamente, la industria textil y del vestido; la minería y automotriz, fueron una de las más afectadas entre 2008 y 2010.

La dinámica del crecimiento del PIB total y por sectores en el periodo pasado (1990-2015) a partir del modelo MMSD-C, puede compararse con el pasado real (1990-2015) de manera muy satisfactoria. El ajuste del crecimiento económico se presenta en la grafica 2.

Cuadro 2.- Información MMSD-C del PIB por sectores de Coahuila

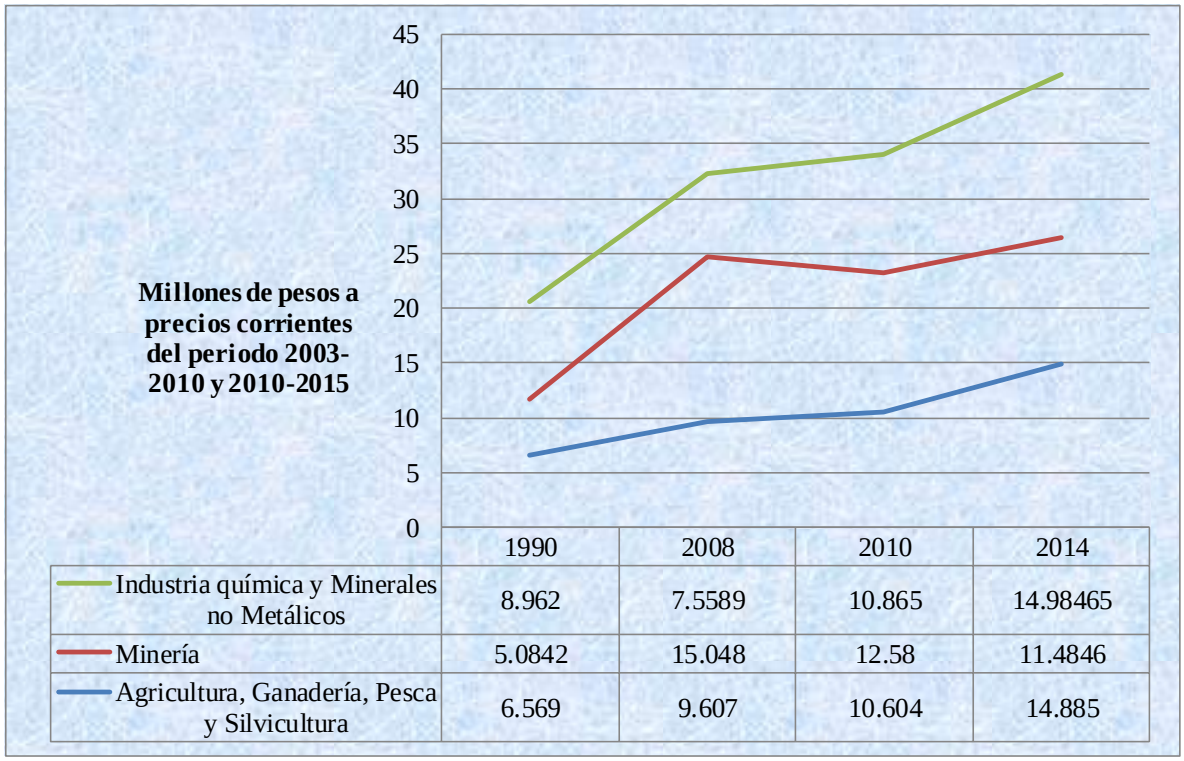
	Comportamiento histórico o base			Proyección
Sectores de Actividad	1990	2008	2010	2014
Agricultura, Ganadería, Pesca y Silvicultura	6.569	6.897	7.173	7.987
Extracción de Petróleo y Gas	5,136	5393	5609	5394
Minería	7.055	7.408	7.704	8.498
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	44.00	46.200	48.048	47.290
Suministro de agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	7.218	7.579	7.882	8.669
Construcción	17.168	18.026	18.747	19.116
Industria alimentaria, bebidas y tabaco	7.195	7.555	7.857	8.645
Industria textil y de cuero	811.00	852	886	853
Industria de la madera y el papel	1.767	1.855	1.930	2.945
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	3.66	3.843	3.997	4.933
Industria química y minerales no metálicos	8.962	9.410	9.787	10.500
Industria metálica básica	17.063	17.916	18.633	19.006
Industria de maquinaria y equipo	48.212	50.623	52.648	51.713
Otras industrias manufactureras	253.00	265.7	276.3	266.7
Comercio	26.713	28.049	29.171	29.139
Transporte aéreo	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Transporte terrestre	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Transporte por agua	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Anexos del Transporte	14.311	15.027	15.628	16.117
Servicios comerciales	31.135	32.692	33.999	33.782
Servicios no comerciales	3.127	3.283	3.415	4.373
Promedio de la economía de Coahuila	245.203			

Fuente: Elaboración propia.

El archivo de datos titulado "Total de asegurados en el IMSS de Coahuila" (IMSS, 2010), muestra una idea más precisa del comportamiento histórico del empleo en Coahuila en el periodo de 2006 a 2015. Del mismo, podemos recuperar la forma dinámica del ciclo económico del empleo como una variable *proxy* del comportamiento de la producción total y sectorial. La información se presenta en la gráfica 3.

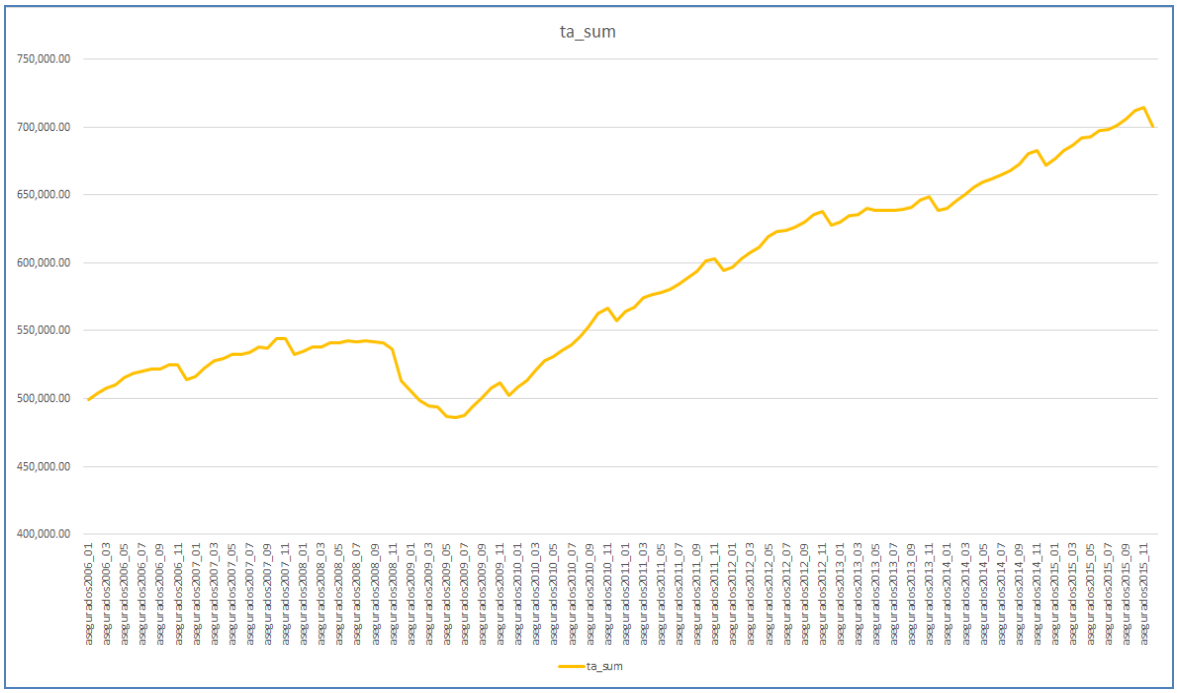
Aquí lo importante es cerrar este apartado diciendo que el desempeño económico en el periodo histórico (1990-2015) de la producción total y sectorial del modelo comparando con los oficiales, es muy bueno.

Gráfica 2. – PIB por sector econ Coahuila MMSD-C



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 3. – Total de Asegurados del IMSS de Coahuila, 2006-2015



Fuente, IMSS

ii. Sub-modelo demográfico

El archivo de datos titulado "Datos de Proyecciones: Estimaciones y Proyecciones de Población por Entidad Federativa" (Segob y Conapo, 2013), presenta la evolución pasada y futura de la población total y por segmentos de edad para Coahuila. Este conjunto de información constituye un punto de referencia para que el Estado tenga un panorama completo para conocer cuál será la demanda de, por ejemplo, empleo; o para la asignación de recursos sociales; o para definir y aplicar planes o programas de desarrollo y políticas de mitigación de la emisión de GEI. Además, para aprovechar la ventaja del cambio en la estructura poblacional, misma que debe ser considerada en el diseño de políticas, planes y programas que orientarán el desarrollo económico, social y ambiental[19] de esta entidad.

Del archivo de datos en Excel del documento citado se reproduce el cuadro de indicadores demográficos oficiales para los periodos 1990-2010 y 2010-2025, donde se muestran los resultados sobre indicadores clave como: 1) población a mitad de año; 2) nacimientos; 3) defunciones; 4) crecimiento natural; 5) migración neta interestatal; 6) migración neta internacional; y 6) crecimiento social y total, entre varios otros. En el cuadro 3 se ofrecen las cifras históricas y las proyecciones de población total que son producto de varios factores.

Cuadro 3.- Evolución de la población oficial 1990-2025

	Comportamiento histórico o base					Proyecciones		
Indicador	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025
Población a mitad de año	2,005,016	2,197,744	2,393,756	2,587,518	2,782,013	2,960,681	3,129,782	3,286,369
Nacimientos	56,379	57,684	56,759	55,392	54,164	54,258	54,669	54,632
Defunciones	9,511	9,421	10,302	11,770	14,258	15,684	17,515	19,769
Migración neta	-10,143	-9,066	-7,106	-5,646	-2,534	-3,662	-4,600	-4,929
Tasa bruta de natalidad*	28.12	26.25	23.71	21.41	19.47	18.33	17.47	16.62
Tasa bruta de mortalidad*	4.74	4.29	4.30	4.55	5.13	5.30	5.60	6.02

Fuente: http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos.
Nota _*/ por 1000.

El sub-modelo demográfico de Coahuila nos sirve para abordar preguntas de la influencia de las tasas de nacimiento, muerte, y migración sobre la dinámica de la población total. La reproducción de la evolución de la población total según el MMSD-C se muestra en el cuadro 4. Como se observa la comparación de la información oficial y la del MMSD-C nos garantiza que tenemos la estructura correcta del modelo.

[19] Debemos resaltar que para el caso de Coahuila esta base de datos realizada por CONAPO tiene la ventaja de disponer información pasada o histórica (1990-2015), e información proyectada o futura (2015-2025). Es decir, se dispone de información oficial durante todo el periodo (1990-2005).

Cuadro 4.- Patrón de la población según MMSD-C, 1990-2025

	Comportamiento histórico o base					Proyecciones		
Indicador	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025
Población a mitad de año	2,005,016	2,111,491	2,264,585	2,473,843	2,684,260	2,893,714	3,152,901	2,283,424
Nacimientos	56,379	51,901	55,062	58,507	61,554	62,288	63,744	63,754
Defunciones	9,511	9,998	10,868	12,236	13,853	15,401	17,438	18,397
Migración neta	-10,143	-2,712	-4,413	-2.522	-3,701	-1,4332	-1,386	-2,255
Tasa bruta de natalidad*	28.12	26.25	23.71	21.41	19.47	18.33	17.47	16.62
Tasa bruta de mortalidad*	4.74	4.29	4.30	4.55	5.13	5.30	5.60	6.02

Fuente: Información Directa.
Nota _*/ por 1000.

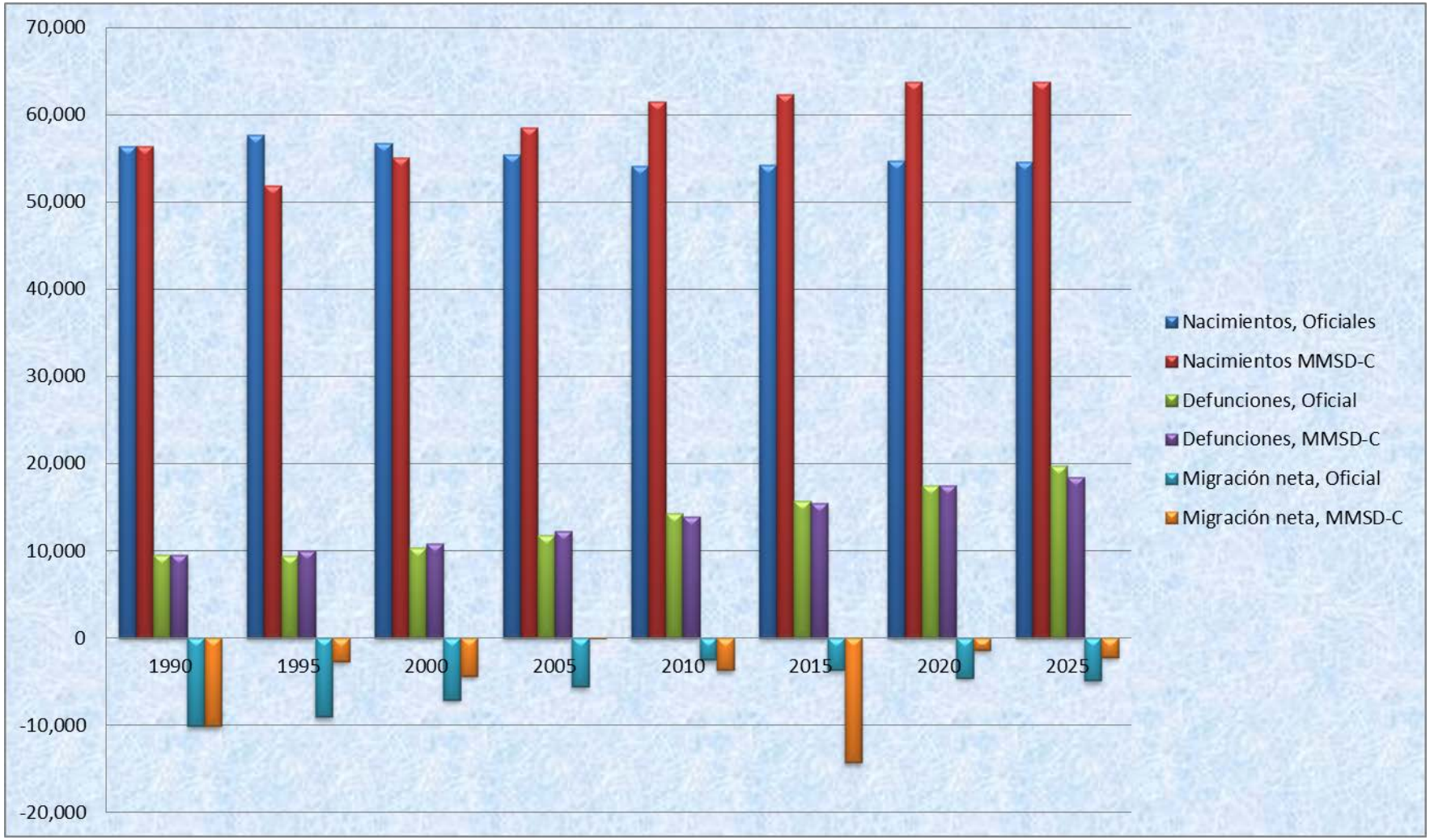
También, el esfuerzo de modelaje incluye captar la evolución de la población basada en edades. Esto resulta en 7 cohortes de edades, cada una con sus propias tasas de nacimiento, muerte, y migración. De hecho, el examen de la información oficial y las MMSD-C nos muestra que prácticamente los valores son los mismos. Las cifras de la población por segmentos oficiales y ajustados se muestran en los cuadros 5 y 6, respectivamente.

Cuadro 5.- Evolución de población por edad oficial, 1990-2025

	Comportamiento histórico o base					Proyecciones		
Cohortes de Edad	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025
0 a 9	506,321	n.d.	542,291	n.d.	546,202	n.d.	617,209	n.d.
10 a 19	488,344	n,d	482,478	n,d	533,154	n,d	602,464	n,d
20 a 29	375,947	n.d	451,758	n.d	460,458	n.d	520,318	n.d
30 a 39	255,308	n.d	347,674	n.d	431,309	n.d	487,379	n.d
40 a 49	165,694	n.d	237,883	n.d	332,912	n.d	376,191	n.d
50 a 59	108,556	n.d	151,163	n.d	222,304	n.d	251,204	n.d
60 y más	104,846	n.d	159,534	n.d	233,929	n.d	264,340	n.d
Población total	2,005,016	n.d	2,372,781	n.d	2,760,269	n.d	3,119,104	n.d

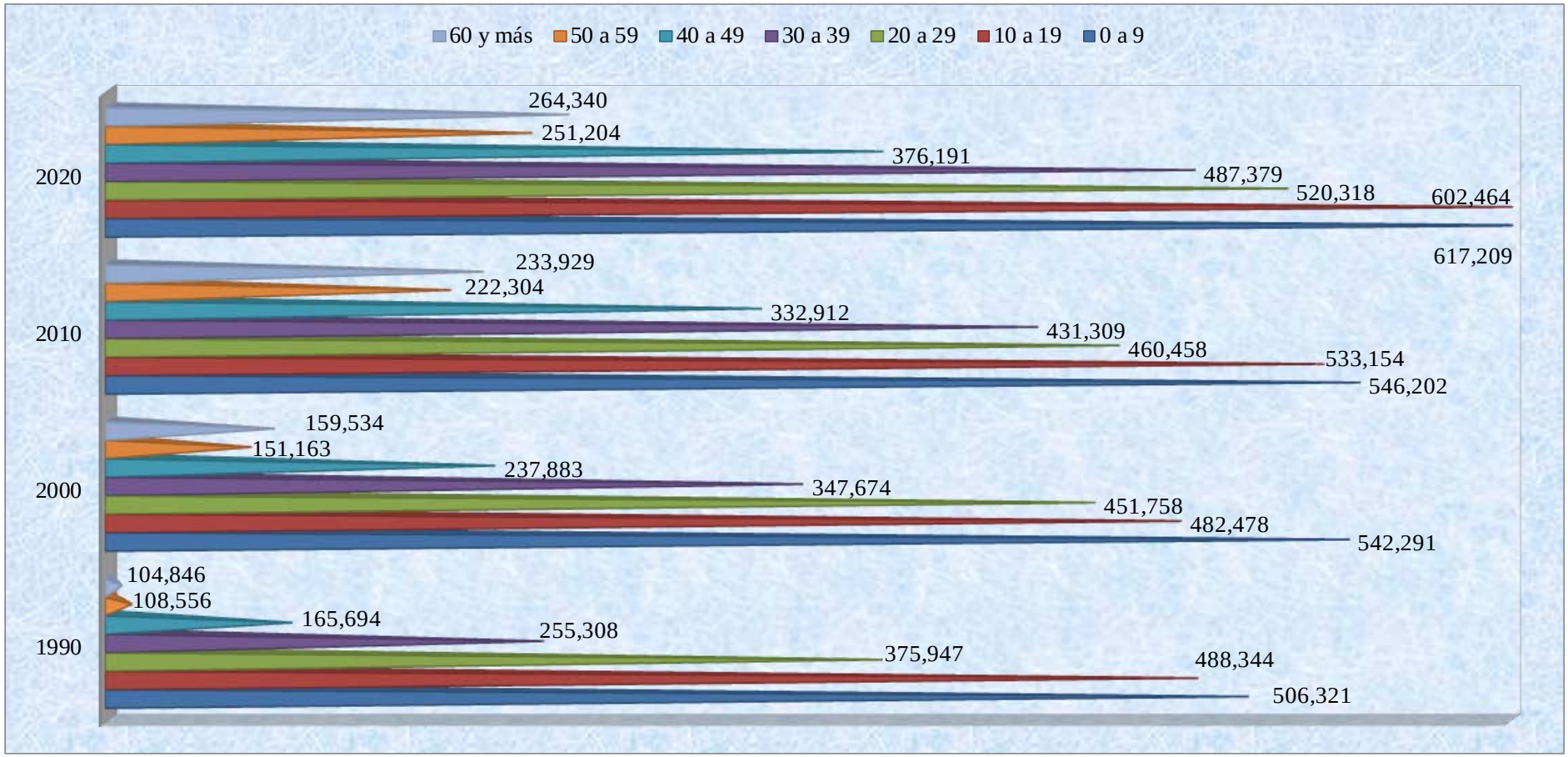
Fuente: Fuente: http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos

Gráfica 4.- Patrón de la población oficial y MMSD-C



Fuente: http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos.

Gráfica 5.- Evolución de la población por edad, oficial



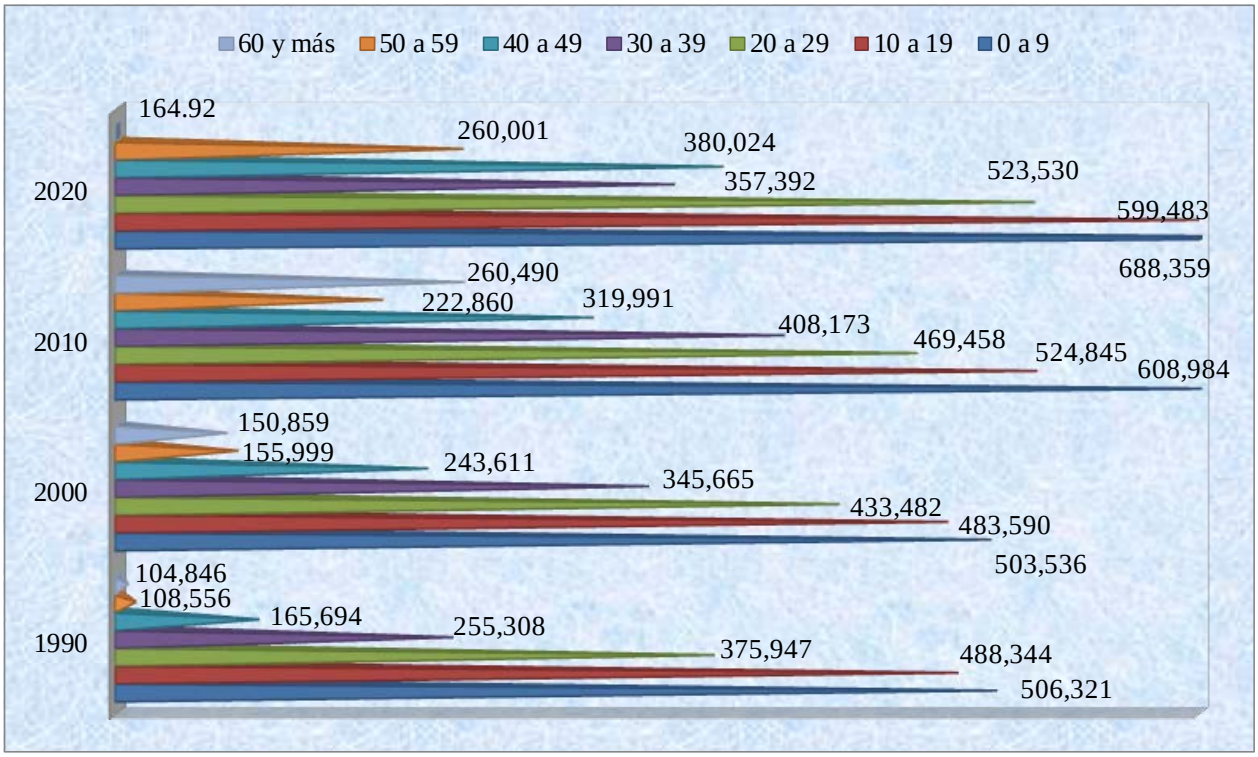
Fuente: http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos.

Cuadro 6.- Patrón de la Población por edad según MMSD-C, 1990-2025

	Comportamiento histórico o base					Proyecciones		
Cohortes de Edad	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025
0 a 9	506,321	n.d.	503,536	n.d.	608,984	n.d.	688,359	n.d.
10 a 19	488,344	n,d	483,590	n,d	524,845	n,d	599,483	n,d
20 a 29	375,947	n.d	433,482	n.d	469,458	n.d	523,530	n.d
30 a 39	255,308	n.d	345,665	n.d	408,173	n.d	357,392	n.d
40 a 49	165,694	n.d	243,611	n.d	319,991	n.d	380,024	n.d
50 a 59	108,556	n.d	155,999	n.d	222,860	n.d	260,001	n.d
60 y más	104,846	n.d	150,859	n.d	260,490	n.d	164.920	n.d
Población total	2,005,016	n.d	2,264,585	n.d	2,684,260	n.d	3,152,901	n.d

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 6.- Evolución de la población por Edad, MMSD-C



Fuente: Elaboración propia.

i. Sub-modelo Mercado laboral

Por otra parte, el conjunto de variables del mercado de trabajo están relacionadas con las características del sub-modelo demográfico y del económico. De importancia particular son las variables relativas a tasa de participación laboral, oferta total de trabajo (o Población Económicamente Activa), y demanda total de trabajo.

De los archivos de datos citados "Datos de Proyecciones: Estimaciones y Proyecciones de Población por Entidad Federativa", y "Matriz de Insumo-Producto de México, 2008", se retoman los valores para igualar la oferta total de trabajo (por segmento de edad) a la demanda total de trabajo (por sector económico), dado que las tasas de participación laboral son conocidas. En el cuadro 7 se ofrecen las cifras para 1990.

Cuadro 1.- PEA y Ocupados Totales, 1990

	10 a 19	20 a 29	30 a 39	40 a 49	50 a 59	60 y más	Ocupados
Agricultura, Ganadería, Pesca y Silvicultura	870	3,485	4,196	3,226	2,197	751	14,725
Extracción de Petróleo y Gas	2	42	43	25	11	4	127
Minería	356	3,689	3,925	3,319	1,956	356	13,600
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	13	550	750	866	370	25	2,575
Suministro de agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	19	392	690	587	333	104	2,125
Construcción	2,029	11,804	12,017	8,429	5,007	1,708	40,994
Industria alimentaria, bebidas y tabaco	458	4,085	4,436	2,727	1,130	211	13,048
Industria textil y de cuero	705	10,855	11,448	4,321	1,077	123	28,528
Ind de la madera y papel	412	2,766	2,725	1,491	692	198	8,284
Fabricación de productos der. del petróleo y del carbón	7	49	40	31	9	7	143
Industria química y minerales no metálicos	2,789	31,399	28,883	11,576	2,865	283	77,795
Industria metálica básica	995	8,451	8,181	6,672	3,503	528	28,329
Industria de maquinaria y equipo	2,789	31,399	28,883	11,576	2,865	283	77,795
Otras ind manufactureras	183	1,193	902	381	132	25	2,817
Comercio	4,115	25,551	21,995	13,242	6,411	1,567	72,881
Transporte aéreo	4	113	161	130	65	16	488
Transporte terrestre	193	3,127	5,390	4,058	2,247	399	15,414
Transporte por agua	-	-	-		-	-	-
Anexos del transporte	58	784	772	493	251	57	2,414
Servicios comerciales	4,115	25,551	21,995	13,242	6,411	1,567	72,881
Servicios no comerciales	2,793	19,591	18,742	14,165	7,889	2,245	65,426
PEA	22,905	184,876	176,174	100,557	45,421	10,457	540,389

Fuente: http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos y http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/mip/

Según datos de CONAPO, en Coahuila en 2008 había 2,703,905 personas, de las cuales 1,003,333 son individuos económicamente activos y los ocupados totales son 600,00. Esto significa que existe una migración neta negativa de 13,333 personas. Por otra parte, de acuerdo a datos de MMSD-C, en Coahuila en 2008 habían 2,703,905 personas, de las cuales 1,003,333 son individuos económicamente activos, y los ocupados totales son 600,00. Esto significa que existe una migración neta negativa de 13,333 personas

ii. Sub-modelo Contaminación Ambiental.

El documento titulado "Emisiones de Gas de Efecto Invernadero en Coahuila y Proyecciones de Casos de Referencia, 1990-2025" (Cocef, 2010), presenta el inventario y la proyección de las emisiones de GEI para el estado por sector, calculadas para un periodo histórico (1990-2005) y para un periodo proyectado (2005-2025).[20] El inventario y proyección constituyen una referencia para tener, un panorama completo de las emisiones de GEI actuales y de las posibles emisiones futuras de GEI en la entidad, y de esta manera puedan servir para informar sobre una posterior identificación y análisis de opciones para la aplicación de políticas tendientes a mitigar las emisiones de GEI.

Del cuadro ES-1 de la página X (diez romano) del documento citado que aquí se reproduce en el cuadro 8, se muestran los resultados del inventario y proyección de emisiones GEI de acuerdo a cuatro formas de contabilidad: 1) emisiones por consumo, 2) emisiones por producción, 3) emisiones netas, 4) emisiones brutas. Y según el documento, en el 2005 las actividades antropogénicas en Coahuila contabilizaron aproximadamente 39.3 millones de toneladas métricas de emisiones de CO_2e ($MTmCO_2e$/ $TgCO_2e$), una cantidad equivalente de alrededor del 6.0% de las emisiones de GEI en México (con base en las emisiones nacionales del 2005). [21] Las emisiones brutas de GEI en Coahuila están aumentando a un ritmo menor que las del país en general (las emisiones brutas excluyen los sumideros de carbono, como los bosques). Las emisiones brutas de GEI en Coahuila aumentaron 16% de 1990 al 2005, mientras que las emisiones nacionales se elevaron un 31% en ese mismo lapso.

En el cuadro 8 se muestra el inventario y la proyección de emisiones de GEI en base al consumo eléctrico, en tres sectores de uso final de la energía (edificios comerciales/residenciales/institucionales, transporte e industria) así como en el sector del suministro de energía y en los sectores agrícola, forestal, y de gestión de residuos

[20]Como el GEI predominante es el CO_2, el cual representa aproximadamente el 75 % de la utilización global de la energía. La unidad de medida es Toneladas Métricas brutas de $TMTmCO_2e$ (ó $TgCO_2e$)
[21]Las emisiones anualizadas de 2005 para el país fueron de 655,476.60 gigagramos (COCEF, 2010; p. 3).

Cuadro 7.- Emisiones de GEI Históricas y de casos de referencia Coahuila, 1990-2025

Millones de Toneladas Métricas de CO_2e)	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025
En base al Consumo Energético	**20.1**	**17.1**	**19.8**	**18.9**	**21.3**	**24.7**	**27.5**	**32.0**
En base al Consumo Eléctrico	**11.16**	**7.87**	**9.77**	**9.64**	**10.91**	**13.21**	**14.86**	**18.05**
En base a la Producción de Electricidad	17.32	16.98	18.38	18.94	18.92	19.01	20.69	20.69
Carbón de Coque	17.30	16.91	18.08	18.14	17.98	17.98	17.98	17.98
Gas/Diésel	0.02	0.05	0.14	0.10	0.09	0.09	0.09	0.09
Gas Natural	0.01	0.01	0.16	0.70	0.85	0.94	2.62	2.62
Electricidad Neta Importada	-6.16	-9.11	-8.60	-9.30	-8.01	-5.80	-5.83	-2.64
Res/Com/Ind (RCI)	**4.16**	**4.17**	**4.62**	**3.44**	**3.40**	**3.95**	**4.71**	**5.58**
Gas/Diésel	0.00	0.12	0.31	0.41	0.46	0.47	0.48	0.49
Gas Licuado de Petróleo	0.94	0.96	0.96	0.74	0.68	0.70	0.74	0.78
Gas Natural	3.21	3.09	3.34	2.28	2.26	2.77	3.48	4.29
Biocombustibles Sólidos: Leña	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Transporte	**1.82**	**2.15**	**2.36**	**2.65**	**3.34**	**3.85**	**4.25**	**4.66**
Autotransporte-Gasolina	1.12	1.29	1.39	1.68	2.12	2.44	2.68	2.92
Autotransporte-Diésel	0.46	0.67	0.63	0.65	0.94	1.11	1.25	1.40
Autotransporte-GLP	0.01	0.03	0.19	0.15	0.06	0.05	0.05	0.05
Autotransporte-Gas Natural.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02
Aviación	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ferrocarril	0.18	0.16	0.16	0.16	0.21	0.24	0.25	0.27
Industria de Combustibles Fósiles	**2.93**	**2.93**	**3.01**	**3.15**	**3.69**	**3.69**	**3.69**	**3.70**
Gas Natural	0.00	0.00	0.09	0.10	0.14	0.15	0.15	0.15
Minería de Carbono	2.93	2.93	2.93	3.04	3.55	3.55	3.55	3.55
Procesos Industriales	**5.31**	**6.47**	**7.94**	**9.05**	**9.38**	**10.36**	**11.34**	**12.32**
Producción de Cemento	0.68	0.72	0.93	1.17	1.06	0.91	0.76	0.61
Producción de Hierro y Acero	3.82	4.59	5.14	5.56	5.82	6.47	7.13	7.78
Producción de Cal	0.46	0.46	0.48	0.55	0.56	0.48	0.40	0.32
Uso de Piedra Caliza y Dolomita	0.30	0.65	1.34	1.66	1.82	2.70	2.92	3.46
Sustitutos SDO	0.06	0.05	0.06	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14
Manejo de Residuos (Bruto)	**0.50**	**0.56**	**0.60**	**0.66**	**0.72**	**0.76**	**0.81**	**0.85**
Aguas Residuales Domesticas	0.21	0.23	0.25	0.27	0.28	0.29	0.30	0.32
Aguas Residuales Industriales	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Rellenos Sanitarios	0.24	0.27	0.29	0.32	0.36	0.40	0.43	0.46
Quema a Cielo Abierto	0.05	0.05	0.05	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07
Almacenamiento de Carbono en Relleno Sanitario	-0.05	-0.05	-0.06	-0.07	-0.07	-0.08	-0.08	-0.08
Agricultura	**1.86**	**1.69**	**1.36**	**1.44**	**1.54**	**1.67**	**1.83**	**2.04**
Fermentación Entérica	1.16	1.07	0.83	0.89	0.97	1.06	1.17	1.31
Manejo de Estiércol	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05
Suelos Manejados	0.67	0.59	0.49	0.51	0.53	0.57	0.61	0.67
Silvicultura y Uso de Suelo	**-0.48**	**-0.53**	**-0.55**	**-0.55**	**-0.47**	**-0.47**	**-0.47**	**-0.47**
Forestal (flujo de carbono)	-0.47	-0.52	-0.53	-0.53	-0.43	-0.43	-0.43	-0.43
Incendios Forestales (sin emisiones de CO2)	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cultivos Leñosos	-0.02	0.00	-0.02	-0.02	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04
Emisiones Brutas (en base al consumo)	**27.75**	**25.84**	**29.68**	**30.02**	**32.97**	**37.49**	**41.51**	**47.20**
Incremento relativo a 1990	*0%*	*-7%*	*7%*	*8%*	*19%*	*35%*	*50%*	*70%*
Sumideros para Emisiones	**-0.52**	**-0.58**	**-0.59**	**-0.60**	**-0.50**	**-0.50**	**-0.51**	**-0.51**
Emisiones Netas (incl. silvicultura*)	**27.22**	**25.26**	**29.09**	**29.42**	**32.47**	**36.99**	**41.00**	**46.69**
Incremento relativo a 1990	*0%*	*-7%*	*7%*	*8%*	*19%*	*36%*	*51%*	*72%*
Emisiones Brutas (en base a la producción)	**33.91**	**34.95**	**38.28**	**39.32**	**40.98**	**43.30**	**47.34**	**49.84**
Incremento relativo a 1990	*0%*	*3%*	*13%*	*16%*	*21%*	*28%*	*40%*	*47%*
Emisiones Netas (incl. silvicultura*)	**33.39**	**34.37**	**37.69**	**38.72**	**40.48**	**42.79**	**46.83**	**49.33**
Incremento relativo a 1990	*0%*	*3%*	*13%*	*16%*	*21%*	*28%*	*40%*	*48%*

Fuente: Inventario_emisiones_gei_Coahuila_junio_2010 (2).

Para identificar las ramas económicas estatales con emisiones más altas de GEI, se utilizaron dos indicadores: primero se estimaron los niveles absolutos de emisión por rama económica tomando como base las *Emisiones de Gas de Efecto Invernadero en Coahuila y Proyecciones de Casos de Referencia, 1990-2025* de COCEF (2010), acoplando la clasificación de actividades del IPCC que se usa en el documento *Emisiones*, con la del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte que usa la matriz de insumo-producto de México. Es de destacar que en dos rubros (procesos industriales y *g*eneración de energía eléctrica*)*, produce 82.1% de las emisiones totales de la economía. [22] En el Cuadro 9 se muestran los sectores económicos identificados como emisores altos de CO_2 de acuerdo con las estimaciones de los niveles absolutos de emisiones.

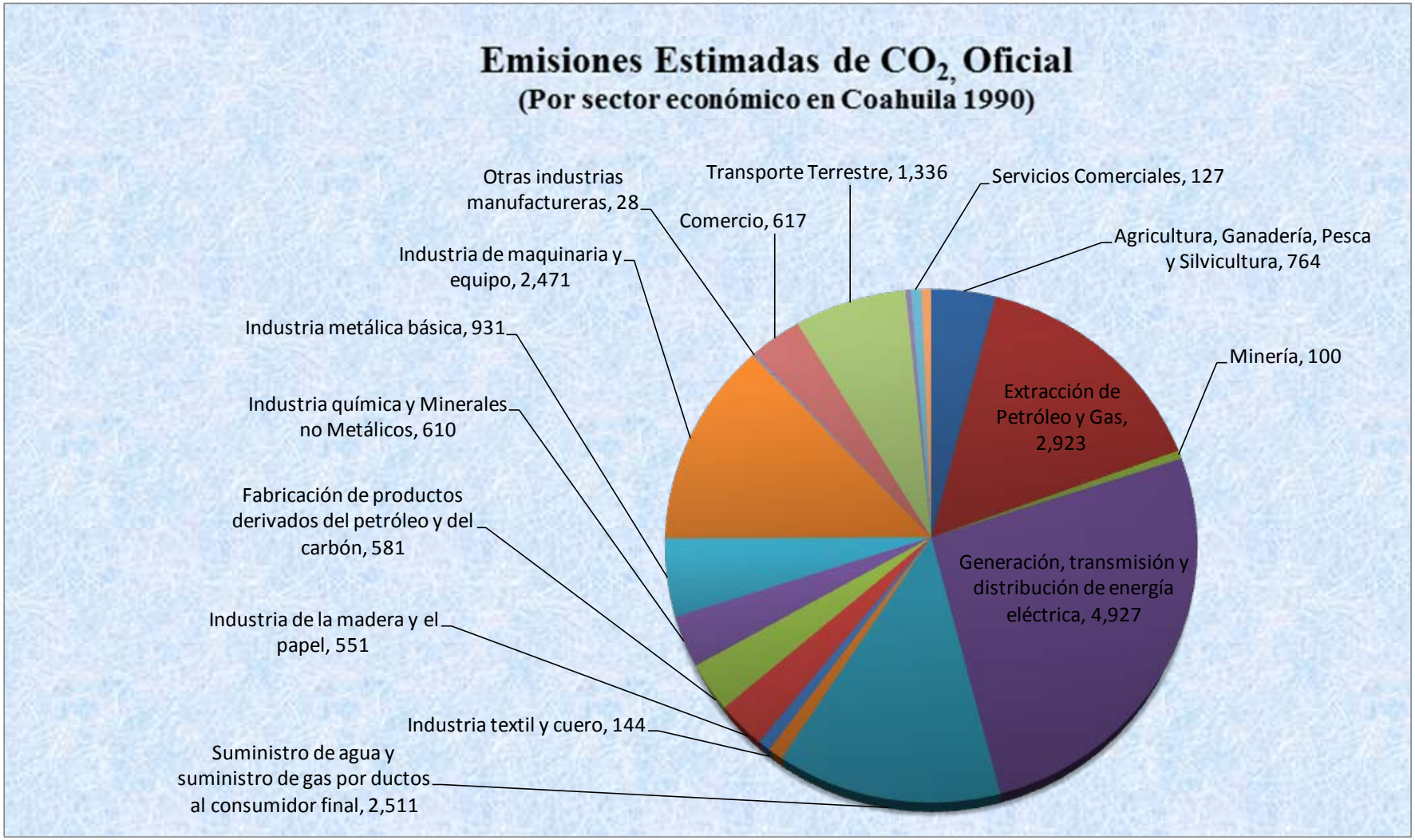
Cuadro 9.- Emisiones Estimadas de CO2 por Sector Económico en Coahuila, 1990

Ramas de Actividad	Emisiones CO2 TgCO2e	% del total
Agricultura, Ganadería, Pesca y Silvicultura	764	0.04
Extracción de Petróleo y Gas	2,923	0.15
Minería	100	0.01
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	4,927	0.26
Suministro de agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	2,511	0.13
Construcción	26	0.00
Industria alimentaria, bebidas y tabaco	169	0.01
Industria textil y cuero	144	0.01
Industria de la madera y el papel	551	0.02
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	581	0.03
Industria química y Minerales no Metálicos	610	0.03
Industria metálica básica	931	0.05
Industria de maquinaria y equipo	2,471	0.13
Otras industrias manufactureras	28	0.00
Comercio	617	0.03
Transporte aéreo	9	0.00
Transporte Terrestre	1,336	0.07
Transporte por agua	-	-
Anexos del Transporte	62	0.00
Servicios Comerciales	127	0.01
Servicios No Comerciales	113	0.01
Emisiones Brutas por ramas (en base a producción)	19,000	100.0

Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT.

[22]Para diseñar un escenario de mitigación desde un punto de vista económico, es necesario identificar aquellos sectores productivos o ramas que directa o indirectamente generan emisiones de GEI y que, por lo tanto, requieren atención especial, pues son clave para la *mitigación*. (Ruiz; 2014, p.18).

Figura 8.- Emisiones estimadas de CO2 Oficial



Fuente: Elaboración propia.

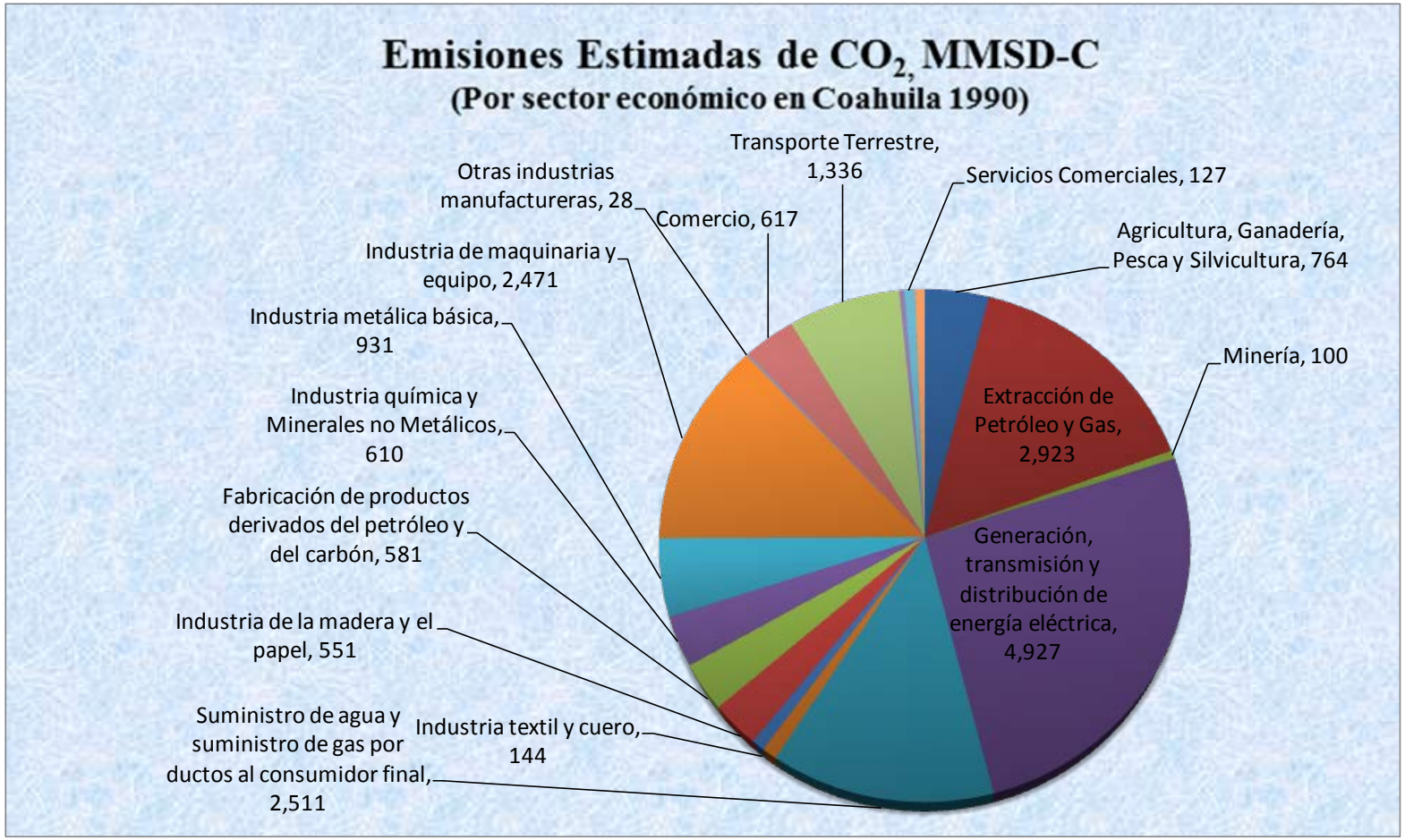
Igualmente, el sub-modelo atmosférico de Coahuila nos sirve para abordar preguntas relativas a la influencia de los sectores económicos clave y sectores emisores de GEI sobre la trayectoria del volumen de CO_2 total y sectorial. La reproducción del patrón de producción total y sectorial según el MMSD-C se muestra en el cuadro 10. Del mismo se nota un ajuste muy cercano entre la información oficial y la del MMSD-C, lo que garantiza que tenemos la estructura correcta del sub-modelo medio ambiental.

Cuadro 10.- Emisiones de GEI por Sector Económico MMSD-C, 1990-2025

	Emisiones GEI TgCO2e			
Sectores	**1990**	**2010**	**2015**	**2025**
Agricultura, Ganadería, Pesca y Silvicultura	764	866	1,046	1.199
Extracción de Petróleo y Gas	2,923	3,247	4,287	4,573
Minería	100	102	105	155
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica	4,927	4,974	6,652	6,908
Suministro de agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	2,511	1,699	2,245	2,388
Construcción	26	20	23	31
Industria alimentaria, bebidas y tabaco	169	205	272	285
Industria textil y cuero	144	480	609	644
Industria de la madera y el papel	551	683	907	946
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón	581	597	800	855
Industria química y Minerales no Metálicos	610	1,390	1,608	1,737
Industria metálica básica	931	1,201	1,576	1,985
Industria de maquinaria y equipo	2,471	3,202	4,281	4,420
Otras industrias manufactureras	28	31	42	45
Comercio	617	611	810	853
Transporte aéreo	9	10	13	14
Transporte Terrestre	1,336	1,429	1,889	1,990
Transporte por agua	-	-	-	-
Anexos del Transporte	62	61	81	86
Servicios Comerciales	127	166	221	234
Servicios No Comerciales	113	656	927	988
Emisiones Brutas por ramas (en base a producción)	19,000	21,630	28,340	29,138

Fuente: Elaboración Propia con datos del Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT.

Grafica 7.- Emisiones estimadas de CO2, MMSD-C



Fuente: Elaboración propia

En síntesis, el esfuerzo de modelado del MMSD-C se dividió en tres etapas. La primera consistió en utilizar una teoría en el ámbito demográfico, económico, laboral, y medio ambiental que explique las interrelaciones mutuas. La segunda se basó en elegir una programación en Stella para cada ámbito que haya sido usado en el pasado y que se aproxime a la realizada. Y la tercera la calibración del modelo a una base histórica (1990-2005), y la generación de una proyección (2005-2025), la exactitud y confianza de la proyecciones en cada ámbito dependen en gran medida de un buen ajuste a la información base o histórica.

VI.- Políticas Seleccionadas de Mitigación de GEI y Adaptación del CC: Enfoque Microeconómico

El documento titulado "Coahuila Phase 2 State Climate Action Plan" (SEMAC, COCEF, USAID y CCS, 2016), contiene; 1) el escenario base o inercial (en inglés es Business As Usual o BAU) que se utiliza como referencia para el inventario y proyección de GEI ordenado por categorías de políticas públicas de mitigación; 2) las políticas públicas seleccionadas de reducción de GEI; y, 3) los impactos microeconómicos de las políticas en términos de costo efectividad (expresado en $/Tg$CO_2$e eliminadas) y el costo/ahorro social neto o rentabilidad (medido por el tamaño del Valor Presente Neto (VPN)).

Para el análisis de las políticas públicas de reducción de GEI a la atmosfera se creó un ordenamiento de ellas a partir de la clasificación nacional de generación de GEI –por procesos o fuentes—. Entre ellas podemos distinguir para Coahuila:

- **Suministro de Energía (SE)**, aborda principalmente al subsector de generación de electricidad.
- **Residencial. Comercial e Industrial (RCI)**, cubre las emisiones de combustibles fósiles en los edificios.
- **Industria (I)**, incluye las emisiones procedentes de los combustibles fósiles usados directamente en los procesos industriales y en edificios; así como las emisiones distintas a los combustibles fósiles que se producen en los procesos industriales.
- **Transporte (TLU)**, incluye las emisiones procedentes de los combustibles fósiles usados en los vehículos terrestres, pero también los vehículos aéreos, por ferrocarril, y marítimos.
- **Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo (AFOLU)**, cubre la emisión de CO_2 y otros gases asociados a la producción de cultivos y ganadería, y los sumideros de gas realizados por el sector forestal.
- **Administración de Residuos (WM)**, incluye la gestión de residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales.

La selección del conjunto de las 17 políticas públicas para su análisis proviene de la fase 1 del PECC-Coahuila. De acuerdo a un grupo técnico de expertos, las políticas de mitigación priorizadas se ordenan de acuerdo a las categorías anteriores.[23] El grupo técnico de expertos, dependiendo de ciertas necesidades específicas de análisis de políticas, pudo ser modificado para garantizar la calidad en las opiniones entre categorías de políticas de disminución de emisiones de GEI y de adaptación al CC. El listado y una breve descripción de las mismas se ofrecen en el cuadro 11.

[23] Dentro del panel de expertos destacan el Dr. Alejandro Dávila (CISE) en las áreas de transportes y usos del suelo; la Dra. Miriam Valdés (UAC) en las áreas generación de energía, residencial, comercial e institucional y sector industrial; y el Dr. Antonio Escamilla (UAC) en las áreas de Agricultura, Silvicultura y otros Usos del Suelo y Administración de Residuos.

Cuadro 21.- Políticas de mitigación seleccionadas en Coahuila

Título de Política/ Descripción Breve
AFOLU-1 Administración de Hato Ganadero**. Instalación de biodigestores de estiércol en las unidades de producción intensivos de hatos ganaderos para disminuir las emisiones de metano y la producción de energía renovable.**
AFLOU-2 Reforestar Zonas Urbanas, Carreteras, Espacios Públicos, Derechos de Paso, Parques y Jardines**. Incrementar la cobertura de vegetación en zonas urbanas para aumentar el secuestro de carbono, reducir el escurrimiento de agua de lluvia y proveer de sombra a los edificios.**
AFLOU-3 Incrementar y Conservar la Vegetación en Zonas Rurales, **Reforestación y conservación de estas áreas promete un incremento en la absorción de CO_2 por arriba del nivel esperado por el escenario base, (escenario BAU).**
WM-1 Utilización del Gas de Relleno Sanitario. **Establecer un programa para instalar una tecnología para capturar el gas metano de los vertederos en todo el estado para su uso en generación de electricidad renovable.**
WM-2. Mayor Saneamiento Aguas Residuales y Reutilización. **Aumentar los niveles de tratamiento de aguas residuales industriales y municipales para reducir las emisiones directas de gases de efecto invernadero y aumentar la cantidad de reutilización de aguas residuales para riego agrícola y urbano.**
ES-1 Producción de Energía de Mercado con Tecnologías Bajas en Contenido de Carbón**. Desarrollar nuevas capacidades de generación eléctrica en el estado usando una combinación de energías renovables y tecnologías de gas natural/metano.**
ES-2 Celdas Fotovoltaicas para la Generación de Electricidad en el Sector Residencial**. Incentivar el uso de celdas fotovoltaicas (más que en el escenario BAU) en el sector residencial.**
ES-3 Celdas Fotovoltaicas para la Generación de Electricidad en el Sector Institucional. **Incentivar el uso de celdas fotovoltaicas (más que en el escenario BAU) en edificios públicos.**
ES-4 Celdas Fotovoltaicas para la Generación de Electricidad en el Sector Comercial e Industrial. **Incentivar el uso de celdas fotovoltaicas (más que en el escenario BAU) en comercios e industrias.**
ES-5 Aumento de la Co-generación de Electricidad en la Industria**. Promoción de mayores niveles de co-generación de electricidad en el sector industrial.**
RCII-1 Eficiencia en uso de Electricidad en Nuevas Residencias/Comercio /Edificios Públicos e Industrias**. Nuevos códigos y normas centradas en el sector residencial e industrial. Edificios grandes (>5,000m2) en los sectores anteriores son considerados también.**
RCII-2 Eficiencia en uso de Electricidad en Nuevas Construcciones y sus Equipos. **Promover el uso de eficiencia en el uso de energía en equipos en los edificios RCII.**
RCII-3 Eficiencia en uso de Electricidad en Edificios Existentes y sus Equipos. **Promover el uso de eficiencia en el uso de energía en equipos en los edificios existentes. Se excluye al sector industrial.**
RCII-4 Estimular la Eficiencia en uso de Electricidad en el Sector Industrial en Equipos y Procesos Productivos. **Aplicar incentivos fiscales para incentivar mejoras en equipos y procesos productivos.**
TLU-1 Incrementar la Densidad en Zonas Urbanas**. Reducir la distancia de desplazamiento motorizado en zonas urbanas**
TLU-2 Promover un Sistema de Transporte Urbano Sustentable**. Incrementar el uso de transporte público, el uso de bicicletas y los movimientos pedestres.**
TLU-3 Eficiencia de la Flota de Transporte**. Promover una flota de transporte más eficiente en el uso de energías mediante vehículos híbridos y vehículos eléctricos.**
CCI-1 **Ninguna política fue especificada por el grupo de expertos**

Fuente: Appendix B: Methodology for Micro-Economic Analysis.

Para apoyar el proceso de cuantificación de los impactos microeconómicos para cada categoría de políticas se definieron un conjunto de parámetros. Entre estos tenemos:

- *El tiempo* (de inicio a final de cada opción de política pública de mitigación).
- *Nivel de esfuerzo* (metas cuantitativas de la opción de política específica).
- *Cobertura de aplicación o actores involucrados.*

Como una guía para evaluar las diversas opciones de políticas públicas de mitigación de los efectos del GEI, primero se estableció el escenario base o inercial (BAU) que se utiliza como referencia para el inventario y proyección de GEI ordenado por categorías de políticas públicas de mitigación. La información se proporciona en el cuadro 13.

Cuadro 32.- Escenario base de CO2 en Coahuila

$TgCO_{2e}$										
Sector	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035
SE	4.8	5.7	8.9	8.9	10	12	12	14	16	19
TLU	1.8	2.2	2.4	2.7	3.4	3.9	4.3	4.7	5.1	5.5
RCI	0.88	0.89	0.94	0.87	0.79	0.82	0.85	0.89	0.94	0.99
Industria	9.2	9.9	13	13	14	16	19	21	24	27
AFOLU	1.5	1.2	0.79	0.93	1.1	1.3	1.4	1.6	1.8	2
WM	0.45	0.5	0.54	0.59	0.64	0.69	0.73	0.77	0.82	0.87
Emisiones totales netas	19	20	26	27	30	34	38	43	49	55

Fuente: Final Report of the Coahuila phase 2, State Climate Action Plan.

Después, el análisis microeconómico de cada política implica calcular dos componentes principales: el cambio de las emisiones de GEI netas, y de energía; y los costos/beneficios sociales netos. Las estimaciones se prepararon para cada año del período de proyección (2016-2035). Para el cambio de GEI netas, los expertos calculan las emisiones de GEI para el escenario de referencia (BAU) de acuerdo a la meta establecida por la política de mitigación (ejemplo; reducción uso de combustibles fósiles, uso de electricidad, generación de metano en vertederos). Luego, se calcula el impacto esperado a través de la aplicación de la política. El cambio de las emisiones GEI netas, se determinan para cada año restando las emisiones BAU de las emisiones del escenario de la política (un valor negativo indica una reducción neta de GEI).

Los costos/ahorros sociales directos netos se calculan de manera similar a los impactos de GEI netos. Los costos BAU son estimados para las actividades afectadas por la política específica de mitigación. Luego, se determinan los costos/ahorros usando el Análisis Costo-Beneficio (CBA por sus siglas en inglés). Estos típicamente incluyen costos de inversión inicial (por ejemplo, los gastos de capital para nuevas instalaciones o el equipo), operaciones y costos de mantenimiento, los costes energéticos, costes de los materiales, subsidios del gobierno, y otros costos. Costos netos se determinan restando los costos de la BAU de VPN de la política calculado mediante el enfoque CBA.

El impacto microeconómico de las 17 políticas se presenta en el cuadro 13.

Cuadro 43.- Resumen del análisis microeconómico de políticas de mitigación del CC y Resultados

Políticas Seleccionadas	2025 Estatal Reducción Anual (TgCO2e)	2035 Estatal Reducción Anual (TgCO2e)	Acumulado Total 2016-2035 (TgCO2e)	Acumulado Total 2016-2035 (TgCO2e)	VPN/costos/ahorros 2016-2035 ($2014MM)	Costo Efectividad ($2014/tCO2e)
AFLOU-1	(0.026)	(0.055)	(0.74)	(1,8)	$285	$159
AFLOU-2	(0.0024)	(0.0066)	(0.058)	(0.061)	$7.0	$139
AFLOU-3	(0.042)	(0.084)	(0.88)	(0.88)	$115	$131
AFLOU Total	(0.071)	((0.15)	(1.7)	(2.7)	$408	$159
WM-1	(0.13)	(0.13)	(2.1)	(2.2)	(($153)	($71)
WM-2	(0.037)	(0.051)	(0.76)	(0.98)	($2,098)	($2,133)
WM Total	(0.17)	(0.19)	(2.9)	(3.1)	(42,235)	($712)
SE-1	(0.92)	(1.31)	(18.5)	(25)	$2,179	89
SE-2	(0.034)	(0.054)	(0.64)	(0.82)	$304	$369
SE-3	(0.015)	(0.021)	(0.27)	(0.35)	$124	352.00
SE-4	(0.078)	(0.15)	(1.6)	(2.1)	$983	$458
SE-5	(0.12)	(0.22)	(2.4)	(2.4)	$1,614	$670
SE Total	(1.2)	(1.8)	(23)	(30)	$5,203	$172
RCI-1	(0.025)	(0.049)	(0.51)	(0.65)	$855	$1,311
RCI-2	(0.014)	(0.029)	(0.29)	(0.38)	$601	$1,590
RCI-3	(0.72)	(1.2)	(14)	(18)	$21,262	$1,206
RCI-4	(0.18)	(0.54)	(4.3	(5.5)	$7,200	$1,307
RCI Total	(0.94)	(1.8)	(19)	(24)	$29,918	$1,238
TLU-1	(0.068)	(0.12)	(1.3)	(1.7)	($3,025)	($1,776)
TLU-2	(0.19)	(0.35)	(4.3)	(5.6)	($30,201)	($5,428)
TLU-3	(0.000051)	(0.000088)	(0.00085)	(0.0012)	$3.7	$3,004
TLU Total	(0.26)	(0.47)	(5.6)	(7.3)	($33,222)	($4,572)
Resultado del Plan Integrado Toral	(2.6)	(4.4)	(53)	(68)	($79,121)	($1,039)

Fuente: Final Report of the Coahuila phase 2, State Climate Action Plan. Nota: un paréntesis significa un valor negativa o reducción.

VII. Medición del Impacto Macroeconómico de las Políticas de Mitigación de GEI Seleccionadas.

Los impactos macroeconómicos inducidos en el crecimiento del producto interno bruto, poblacional, empleo, migración, ingresos per cápita, contaminación, etc., son considerados como los impactos económicos secundarios o indirectos de las políticas de mitigación de GEI y surgen de o están en relación con los costos/ahorros sociales netos en términos del VPN. Adicionalmente en los impactos económicos secundarios se incluyen los *efectos distributivos*, es decir; los impactos diferenciales relacionadas con la composición sectorial de las actividades productivas, la estructura de edades, el reparto de empleo en directo e indirecto, y el carácter socio-económico de las familias afectadas que en general se enmarcan como consideraciones de justicia y equidad. [24]

Antes de analizar los impactos macroeconómicos inducidos por las políticas de mitigación de GEI propuestas, debemos describir los patrones base del comportamiento del sistema. Es decir; debemos tener una idea acerca del comportamiento del sistema sin políticas de mitigación de GEI, las cuales usualmente resultan del mismo conocimiento a priori en que nos apoyamos para desarrollar el sistema conceptual o cualitativo. Para visualizar el sistema base (o escenario BAU), utilizamos cuadros y gráficas, los cuales representan los cambios a través del tiempo de los valores de las variables clave, a fin de; 1) usarlos como puntos de referencia durante la simulación del sistema; y, 2) asegurarnos que el sistema provee el tipo de predicciones que nos permitan abordar los impactos indirectos y los efectos distributivos originados por las políticas propuestas de reducción de GEI.

Durante la evaluación del sistema base, comparamos el comportamiento de éste con los patrones históricos de su comportamiento y establecimos proyecciones esperadas del sistema. Ahora debemos comparar formalmente el sistema base con el sistema que contiene las políticas propuestas de mitigación de GEI. Dado que, frecuentemente nuestro conocimiento sobre el sistema no se reduce solo a los datos disponibles, pretendemos usar esta información más amplia para describir los impactos secundarios de las políticas de mitigación sobre el sistema. Esto nos permite cuantificar el impacto macroeconómico de las políticas seleccionadas de mitigación de las emisiones de GEI.

En el cuadro 13 se muestran los resultados cuantitativos de las variables macroeconómicas más importantes del sistema socioeconómico con contaminación atmosférica sin políticas de mitigación de GEI, siguiendo las emisiones históricas de Coahuila entre 1990 y 2025.

---

[24] "*Indirect or secondary economic impacts* on jobs, income, economic growth, and prices, also known as *macroeconomic impacts*, that arise from or in association with direct costs and savings. Also *distributional impacts*, including differential impacts related to size, location, and socio-economic character of affected households, entities, and communities; often framed as *fairness and equity*." En pág. 5 de Appendix B: Methodology for Microeconomic Analysis (2016).

Cuadro 14.- Dinámica de Variables Importantes del Sistema Base (Escenario BAU) de Coahuila por sector, 1990-2025

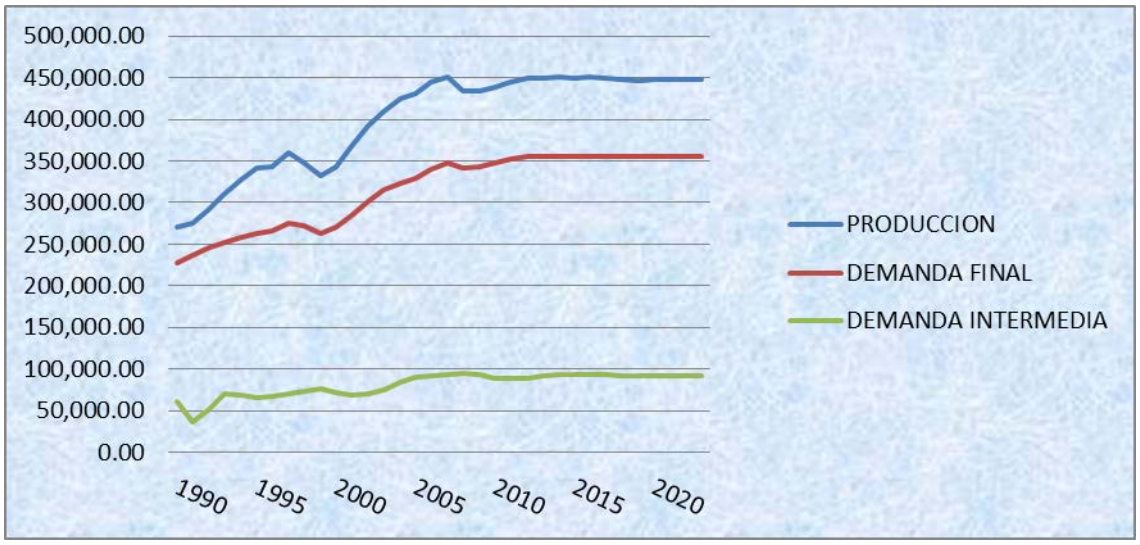
Sub-modelo	Demográfico							
Año	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025
Población	2005016	2141196	2305590	2516424	2725259	2936932	3152904	
Natalidad	47745	52688	66534	69070	72216	76120	80754	
Mortalidad	9828	10127	11136	12603	14166	15796	17440	
Migración Neta	-2793	-2653	-4047	-2800	-3721	-1530	-1986	
Sub-modelo	Económico							
Producción	270417	341838	343735	430358	438871	449890	447091	
Demanda Intermedia	61224	66365	71276	89680	89306	93684	91715	
Demanda Final	227751	262789	270378	328613	347879	355633	355637	
Capacidad Económica	268361	332868	365886	437334	468747	482893	481631	
Cambio de Inventarios	-268361	-332868	-365886	-437334	-468747	-482893	-481631	
Inversión Neta	73465	73686	50741	79320	63647	63727	62156	
Stock Capital	507667	636480	692489	818608	874927	898695	895272	
Sub-modelo	Laboral							
Oferta Laboral	605247	687183	761819	833057	903848	975554	1048537	
Demanda Laboral	540718	646293	654158	808165	839018	850408	849772	
Ingreso Per Cápita	0.130	0.160	0.150	0.170	0.160	0.170	0.170	
Sub-modelo	Contaminación Ambiental							
GEI Total	19495	21460	22489	26137	27728	29041	30185	
GEI Industrial	19760	21993	22294	27593	28612	28975	28967	
GEI Social	19230	20926	22685	24682	26844	29107	31404	

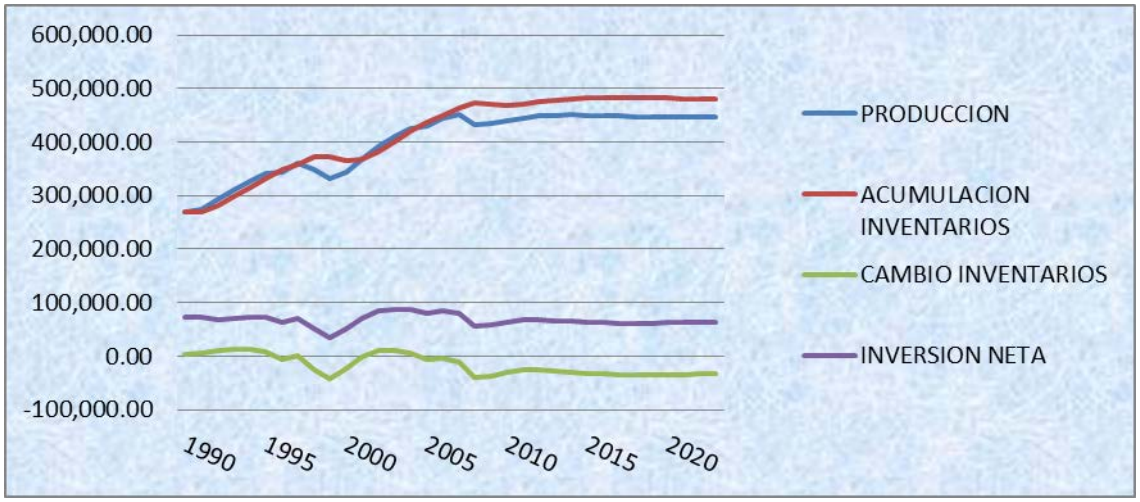
Fuente: Información Directa MMSD-C

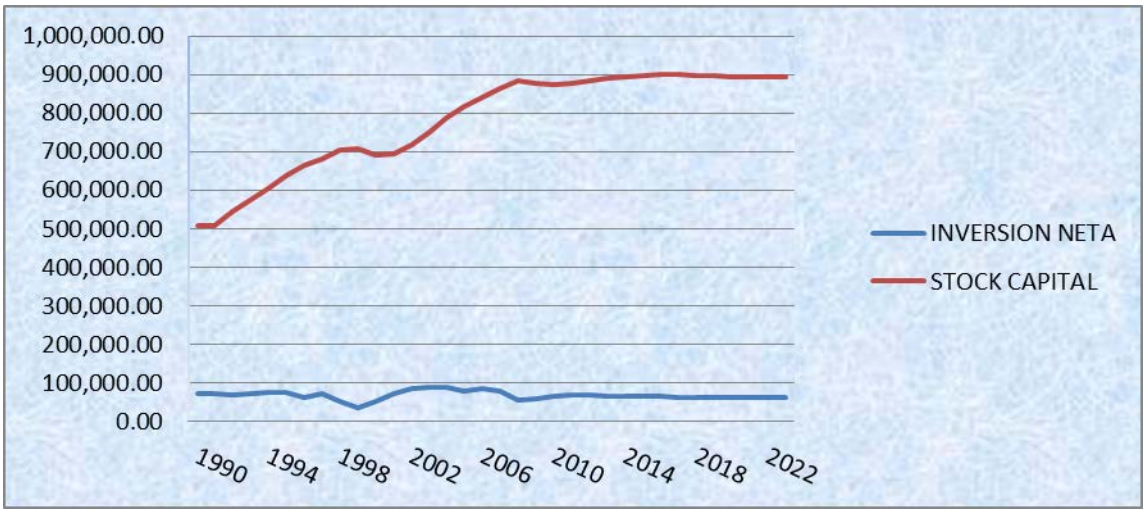
Además presentamos una visualización de las relaciones del sistema base en términos agregados para la economía en las siguientes gráficas. Conceptualmente, de acuerdo a nuestro interés, el sistema está formado por cuatro partes principales: el submodelo de la economía regional, el demográfico, el laboral, y el de contaminación atmosférica. El componente principal del sistema general lo constituye el submodelo económico regional. Y el componentes más importantes de éste sub-modelo es la versión dinámica de la matriz regional de insumo producto. Los procesos a resaltar son: el flujo de insumos intermedios, la demanda final, y el nivel de producción bruta total.[25] También se presentan los procesos de acumulación del capital e inversión neta de capital, y de producción e inventarios acumulados (o capacidad productiva de la economía) y el cambio de inventarios e inversión neta de capital.

[25] Si uno ve a cada a_{ij} en la matriz de coeficientes técnicos como la tasa media de flujo de insumos del sector i hacia el sector *j* (o flujo monetario del sector *j* al sector *i*) por unidad de tiempo, luego la demanda final y la producción bruta sectorial adquieren dimensión temporal (Johnson, 2005).

Gráfica 8.- Dinámica de Variables del Submodelo Economía Regional en Sistema Base de Coahuila por sector, 1990-2025

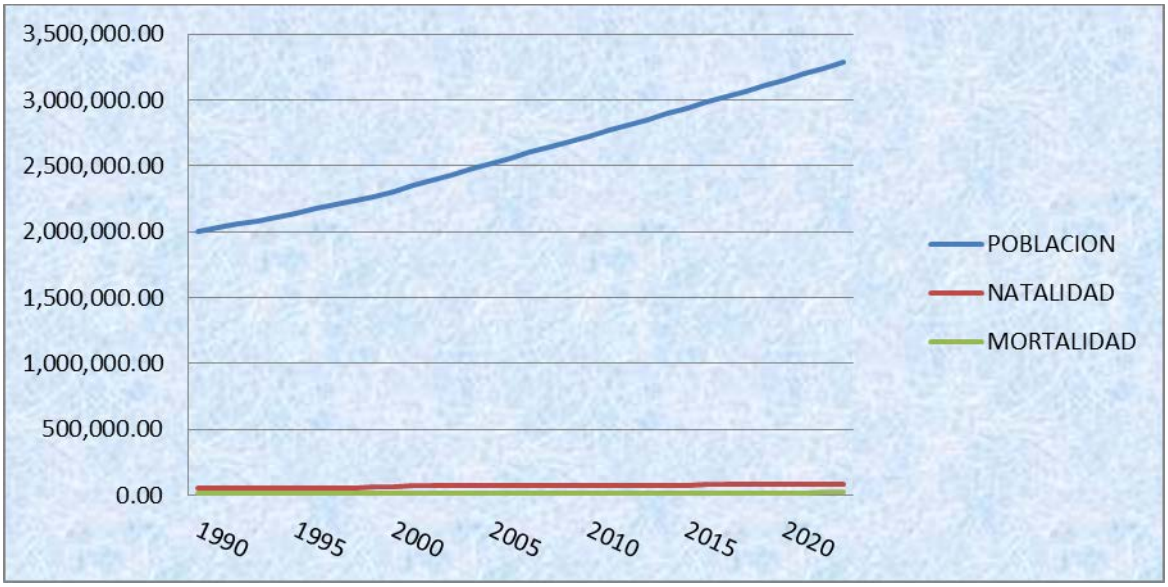


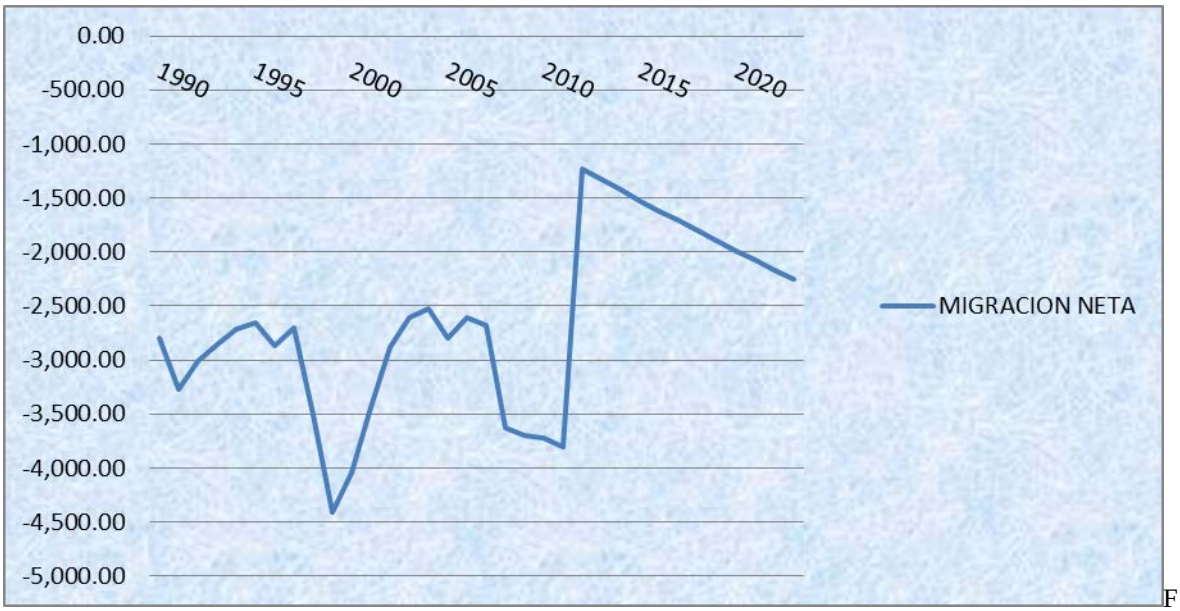




En el submodelo demográfico el componente más importante es el crecimiento de la población determinado por los procesos relacionados a natalidad, mortalidad, y migración.

Gráfica 9.- Dinámica de Variables del Submodelo Demográfico en Sistema Base de Coahuila por sector, 1990-2025

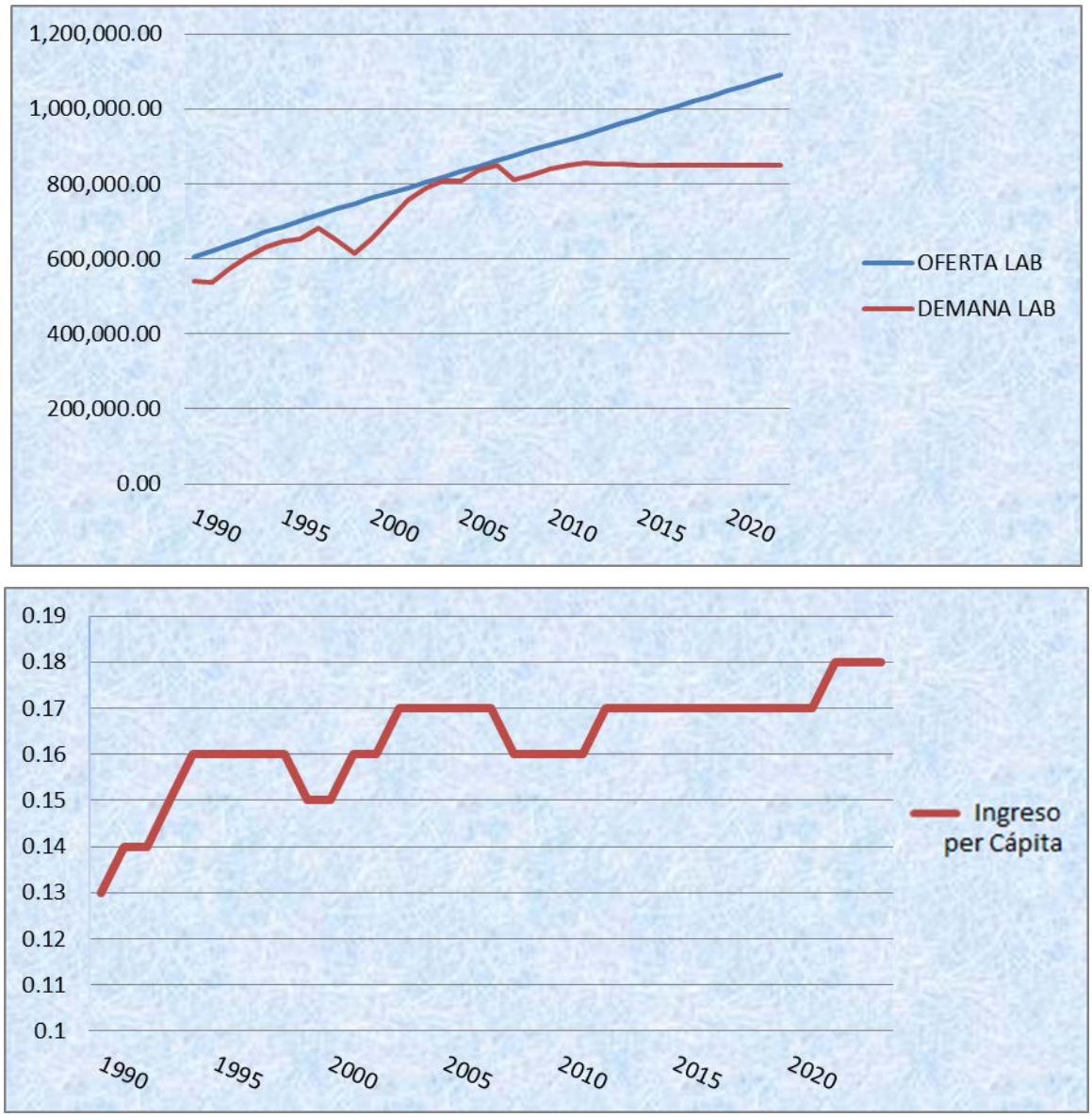




Fuente: Información Directa MMSD-C.

En el submodelo del mercado laboral los principales componentes son; la demanda de trabajo, y la oferta de trabajo. Estos procesos están determinados por la producción y población, respectivamente. Igualmente, se puede agregar el proceso temporal de la variable ingreso por habitante, que es una variable *proxy* del nivel de bienestar social

Gráfica 10.- Dinámica de Variables del Submodelo laboral en Sistema Base de Coahuila por sector, 1990-2025

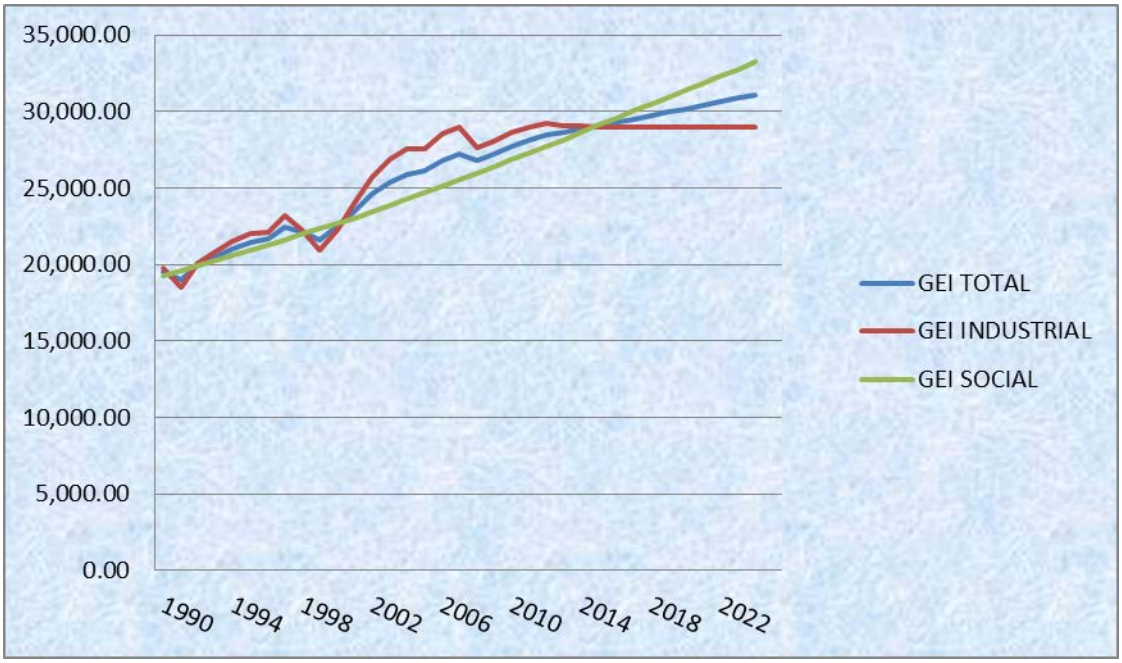


Fuente: Información Directa MMSD-C.

Como podemos apreciar de las anteriores gráficas, el nivel de confianza para usar el sistema como una herramienta para responder a la pregunta del impacto de las políticas de mitigación de GEI aumenta al observar que la dinámica predicha por el sistema concuerda con las fluctuaciones observadas en el caso real de Coahuila. Además, nuestra confianza en el modelo también está fundamentada en la calidad de la información que usamos para cuantificar los procesos socioeconómicos y la contaminación atmosférica.

Finalmente, se presenta en el submodelo cuyo proceso de mayor valor es la contaminación ambiental que depende de las actividades productivas sectoriales y de la dinámica de la población por grupo de edad. Como se observa de la gráfica 10, la contaminación atmosférica es el producto resultante de ambos procesos: las actividades productivas sectoriales y de la dinámica de la población por grupo de edad.

Gráfica 11.- Dinámica de Variables del Submodelo Contaminación Ambiental del Sistema Base de Coahuila por sector, 1990-2025



Fuente: Información Directa MMSD-C.

Ahora bien, para proveer de una evaluación del impacto de las políticas de mitigación de GEI seleccionadas por el grupo de expertos sobre las variables macroeconómicas clave, vamos a correr simulaciones, una para cada política de mitigación de las emisiones de GEI.[26]

Para ello, partiremos de analizar las variaciones en la demanda final de los sectores de la economía de Coahuila ocasionados por los costos/ahorros sociales netos (en términos del VPN) incurridos para garantizar las metas de reducción de GEI. Luego, el objetivo es investigar los cambios inducidos en el producto interno bruto en sectores, en la población por edades, en el empleo directo e indirecto, en la migración, en los ingresos per cápita, en el producto interno, etc., en respuesta a los valores específicos de la demanda final ocasionados por la política específica.

[26] Para ser más precisos, la simulación en el escenario base describe la trayectoria de las variables socioeconómicas clave bajo el supuesto de que no hay política de mitigación, ni cambio tecnológico, ni distinto crecimiento del producto interno bruto estatal, y que no hay ningún cambio en la demanda agregada, ni en sus componentes o estructura por rama en el periodo de análisis.

A. Efectos Macroeconómicos de las Políticas Públicas Seleccionadas de Mitigación

Es posible utilizar el MMSD-C como una guía para evaluar los efectos macroeconómicos de las diversas opciones de políticas públicas de mitigación en Coahuila. El MMSD-C permite esquematizar en forma ordenada y coherente el funcionamiento de la realidad socioeconómica y ambiental de Coahuila, y calcular los efectos indirectos en términos del crecimiento del producto interno bruto, población, empleo, migración, contaminación, etc. De acurdo al PECC-Coahuila Fase 2 (2016) los efectos macroeconómico inducidos por las políticas seleccionadas de mitigación GEI plantea al menos cuatro problemas inmediatos desde la óptica de la evaluación del costo-beneficio del cambio climático.

1. El primer paso es el análisis costo-beneficio (CBA, por sus siglas en inglés) como baremo para evaluar las distintas políticas públicas de mitigación de los efectos del GEI y del CC en Coahuila. El CBA consiste fundamentalmente en identificar y estimar monetariamente los costos y beneficios netos de cada medida de política pública seleccionada. Ello requiere considerar los flujos monetarios futuros a valor presente, por lo que es necesario utilizar una tasa de descuento específica. El análisis establece la valuación ocasionada por los costos/ahorros sociales netos (en términos del VPN) del establecimiento de cada una de las políticas seleccionadas.

2. El segundo paso es el análisis de la valuación microeconómica de diversos costos y beneficios sectoriales derivados de las 17 políticas públicas seleccionadas de mitigación de los GEI y del CC medias por el costo neto de la implementación de las políticas seleccionadas. Este análisis microeconómico de valuación se ha medido comúnmente en términos de las llamadas curvas de abatimiento total de los GEI y del CC.

3. El tercer paso incluye la estimación del impacto en el MMSD-C derivado de las variaciones en la demanda final de los sectores de la economía de Coahuila incurridos para garantizar las metas de reducción de GEI. Luego, el objetivo es investigar los cambios inducidos en el producto interno bruto en sectores, en la población por edades, en el empleo directo e indirecto, en la migración, en los ingresos per cápita, en el producto interno, etc., en respuesta a los valores específicos de la demanda final ocasionados por la política específica.

4. El cuarto partiendo de la estructura interna del MMSD-C y de resultados obtenidos de cada política de mitigación seleccionada, se tratara de establecer que los impactos macroeconómicos derivados de una manera coherente sean consistentes con estos objetivos deseables:: a) reducir del consumo de combustibles fósiles (reducción de CO_2); b) mejorar los sumideros de GEI; c) impulsar las energías renovables; y, d) minimizar los impactos económicos y sociales en la entidad.

A1. Rendimiento en términos del VPN de las Políticas Públicas Seleccionadas

La descripción del rendimiento medido por costos/ahorros sociales netos (en términos del VPN) de las 17 políticas públicas seleccionadas para el abatimiento de las emisiones GEI y mitigación del CC en Coahuila se presenta en el cuadro 15.

Cuadro 15.- Rendimiento en términos del VPN de las Políticas Públicas Seleccionadas de Abatimiento de los GEI y mitigación del CC en Coahuila.

Cantidad de Políticas	Políticas	Año de Corte			Rentabilidad de la Política (VPN)
		2017	2020	2025	
1	AFOLU-1	31.49	140.94	446.87	1331.14
2	AFOLU-2	1.76	4.36	6.94	0.88
3	AFOLU-3	37.74	62.26	94.63	135.21
4	WM-1	0.00	1.71	4.52	12.19
5	WM-2	302.09	609.48	1207.10	2123.18
6	ES-1	3353.30	4305.01	5154.37	8293.31
7	ES-2	394.24	565.13	734.70	856.93
8	ES-3	240.58	344.70	442.34	507.21
9	ES-4	1143.52	1644.82	2293.42	2936.57
10	ES-5	816.99	1560.47	2865.21	4633.17
11	RCII-1	9.44	17.80	-25.60	-100.99
12	RCII-2	-2.99	-9.52	-78.41	-201.44
13	RCII-3	-895.43	-2146.98	-4692.70	-9824.97
14	RCII-4	50.81	121.04	205.17	50.03
15	TLU-1	-153.05	-522.64	-1435.38	-3371.00
16	TLU-2	-2314.02	-4674.26	-7281.04	-14289.40
17	TLU-3	0.90	2.57	5.72	10.56
Total			3017.36	2026.88	-52.15

Fuente: Estimación directa del MMSD-C.

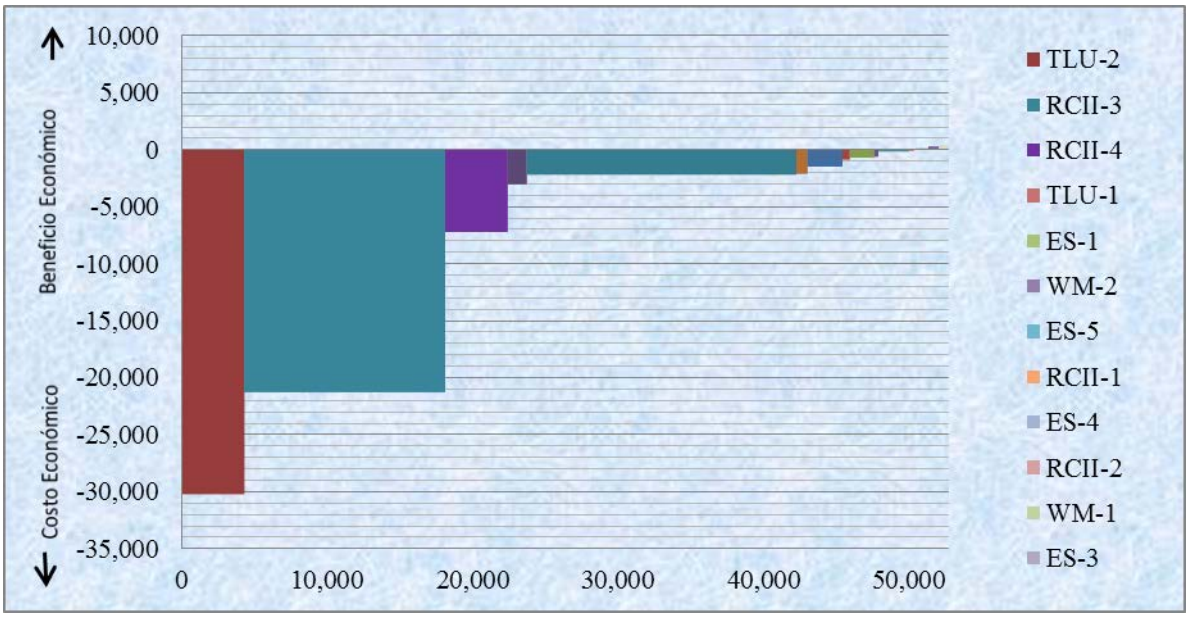
Como se aprecia de los valores de la rentabilidad de las políticas de reducción de GEI y CC, el rango va desde negativas hasta positivas.

A2. Las Curvas de Abatimiento de los GEI en el Medio Ambiente

La descripción de las Curvas de Abatimiento de GEI medido por costos efectividad (expresado en $/Tg$CO_2$e eliminadas) de las 17 políticas públicas seleccionadas para el abatimiento de las emisiones GEI y mitigación del CC en Coahuila se muestra en la gráfica 11.

Es importante aclarar que las curvas permiten priorizar las políticas seleccionadas en cuanto al logro de los objetivos que se buscan con la política y asociar los mismos con el costo que, en este caso, tendrían su implementación. Observadas sobre su eje horizontal, el ancho de la gráfica representa el abatimiento total que pueden alcanzar el conjunto de las políticas analizadas y de manera individual la aportación de cada política al abatimiento total. En términos de su altura, las columnas representan el costo que se requeriría para la implementación de las políticas, en el caso de las situadas a la izquierda con altura negativa son políticas que de implementarse implican un ahorro para la economía y en ese sentido se pagarían por ellas mismas. Finalmente, el área de las columnas como una combinación del costo de la política y la magnitud del abatimiento sería la expresión del costo total de la implementación de la política para alcanzar el abatimiento máximo de la misma

Gráfica 12.- Abatimiento de TgCO_2e y Costos de Políticas Seleccionadas (Valores acumulados al 2035)

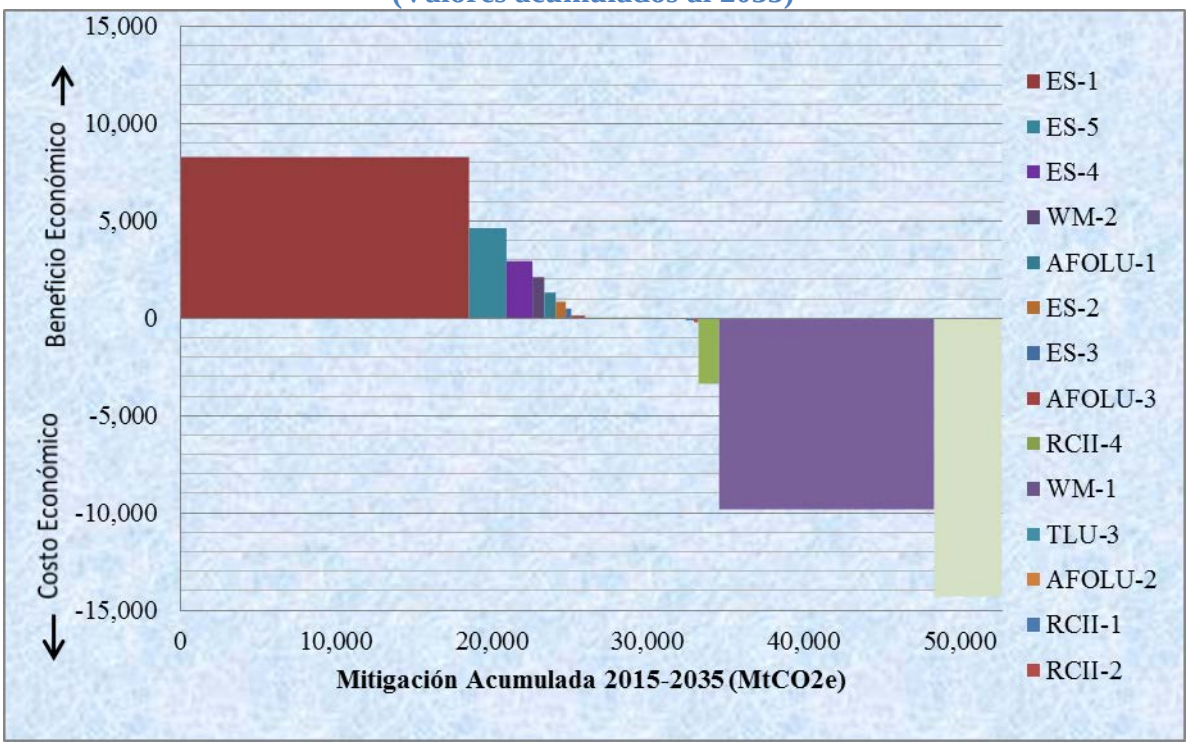


Fuente: Estimación directa PECC-C: Fase 2.

El análisis, por el lado de los costos da cuenta de que cerca del 95% de abatimiento se logra con políticas con costos netos negativas o que se pagan por ellas mismas al ser los beneficios microeconómicos que se obtienen mayores a los gastos que se incurren en su implementación. En general se puede apreciar también como para el total de la economía los ahorros que se obtienen de la implementación de las políticas son capaces de compensar ampliamente los costos positivos que tienen algunas de las políticas por lo que la implementación conjunta de todas las políticas tendrá un efecto en general positivo.

Si ampliamos esta concepción a la relación del abatimiento con otras variables económicas como el valor presente neto de la implementación de las políticas resultado del análisis macroeconómico de las políticas como se muestra en el siguiente gráfico.

Gráfica 13.- Abatimiento de $TgCO_2e$ y VPB del PIB de las Políticas Seleccionadas (Valores acumulados al 2035)



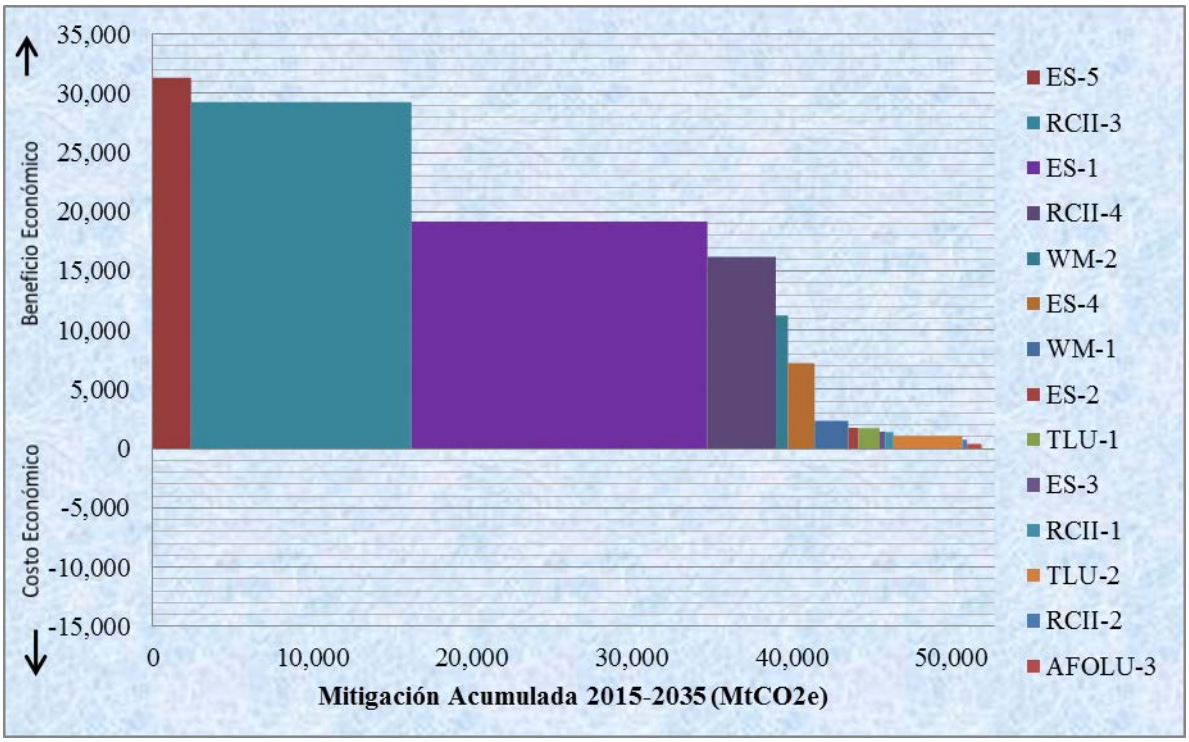
Fuente: Estimación directa PECC-C: Fase 2.

Podemos considerar que no todas las políticas tienen un impacto positivo en el valor de la Producción en Coahuila pues como podemos notar hay políticas con impactos negativos en el valor de la producción. Por ejemplo, en el caso de la política RCII-3 que busca alcanzar la Eficiencia Energética del Equipamiento en Construcciones Existentes si bien la misma genera un impacto positivo en la economía dado las necesidades de renovación del equipamiento de las viviendas también tiene un impacto negativo dada la disminución de la demanda de energía que significa el logro de eficiencia y que al interactuar con el resto de los sectores de la economía predominan los efectos negativos que hacen que como

resultado de la política disminuya la producción del estado. En una situación similar podemos encontrar a las políticas TLU-1 y TLU-2 ya que en ambos casos también se tiene un impacto negativo en relación al producto de la economía. En resumen podemos observar como las áreas con impacto positivo en el producto compensan las áreas con impactos negativos por lo que podemos considerar que el impacto de la aplicación conjunta de las políticas puede ser neutral en relación al crecimiento de la producción pero cualitativamente superior por los logros de las mismas en cuanto al abatimiento de los gases de efecto invernadero.

Igualmente podemos considerar la relación entre el abatimiento y el empleo, como se presenta en la gráfica 13 podemos dar cuenta de que los resultados en términos del empleo son positivos. En general podemos observar como la combinación de las políticas ES-5, RCII-3, ES-1y RCII-4 que contabilizan poco más del 75% del abatimiento generan de manera conjunta más de 95,000 de los 125,000 empleos generados por la economía.

Gráfica 14.- Abatimiento de $TgCO_2e$ y Empleo de las Políticas Seleccionadas (Valores acumulados al 2035)



Fuente: Estimación directa PECC-C: Fase 2.

A modo de resumen general de las relaciones del abatimiento de los efectos de las emisiones de gases de efecto invernadero podemos considerar que en su mayoría tienen un costo de implementación negativo y que aunque el impacto global en la producción puede ser neutral la generación de empleos en la economía es totalmente positiva.

A3. Impactos Macroeconómicos Inducidos por las Políticas Seleccionadas

La descripción de los cambios inducidos en el producto interno bruto en sectores, en la población por edades, en el empleo directo e indirecto, en la migración, en los ingresos per cápita, en el producto interno, etc., en respuesta a los valores específicos de la demanda final ocasionados por cada política se presenta a continuación.

i. AFOLU-1 Administración del Hato Ganadero.

La primera de las políticas de mitigación de las emisiones de GEI es AFOLU-1 Administración del Hato Ganadero. Derivadas del MMSD-C los efectos macroeconómicos inducidos por la política AFOLU-1 resultan cuando se produce un cambio en la demanda agregada que afecta a las variables clave. Los resultados se muestran en el cuadro 16.

Cuadro 16.- Impactos Macroeconómicos de la política AFLOU-1

Variable	Escenario base 2020	AFOLU-1 2020	Variación Absoluta 2020	Variación porcentual 2020
Producción total	447,091	447,137	46	0.03
Población total	3,211,743	3,211,743	0	0
Empleo total	849,772	849,772	0	0
Producción p/habitante	0.5261	0.5262	0	0.00
Migración	-1,365	-1,365	0	0
Producto p/empleo	0.1392	0.1392	0	0.00
Empelo directo política	0	17	17	0.00
	2025	**2025**	**2025**	**2025**
Producción total	448,392	448,513	121.60	0.031
Población total	3,435,050	3,435,049	-1	0
Empleo total	850,399	850,392	-7	0
Producción p/habitante	0.5273	0.5274	0.00	0.00
Migración	-1,822	-1,822	0	0
Producto p/empleo	850,399	850,392	-7	0
Empelo directo política	0	17	17	0.00
	2030	**2030**	**2030**	**2030**
Producción total	447,729	447,934	205.20	0.033
Población total	3,663,621	3,663,617	-3	0
Empleo total	850,052	850,023	-29	0
Producción p/habitante	0.5267	0.5270	0.00	0.00
Migración	-2,294	-2,294	0	0
Producto p/empleo	0.1222	0.1223	0.00	0.00
Empelo directo política	0	18	18	0.00
	2035	**2035**	**2035**	**2035**
Producción total	447,949	448,303	353.61	0.035
Población total	3,900,095	3,900,085	-9	0
Empleo total	850,180	850,146	-34	0
Producción p/habitante	0.5269	0.5273	0.00	0.00
Migración	-2,777	-2,777	0	0
Producto p/empleo	0.1149	0.1149	0.00	0.00
Empelo directo política	0	19	19	0.00

Fuente: Estimación directa del MMSD-C.

ii. AFOLU-2 Reforestar Zonas Urbanas, Carreteras, Espacios Públicos, Derechos de Paso, Parques y Jardines.

La segunda política de mitigación de las emisiones de GEI es AFOLU-2, que pretende incrementar la cobertura de vegetación en zonas urbanas para aumentar el secuestro de carbono, reducir el escurrimiento de agua de lluvia, y proveer de sombra a los edificios. Los resultados de la simulación se muestran en el cuadro 17.

Cuadro 16.- Impactos Macroeconómicos de la política AFLOU-2

Variable	Escenario base 2020	AFOLU-1 2020	Variación Absoluta 2020	Variación porcentual 2020
Producción total	447,091	447,093	1.24	0.0003
Población total	3,211,743	3,211,743	0	0.0000
Empleo total	849,772	849,779	7	0.0008
Producción p/habitante	0.5261	0.5261	0.00	-0.0005
Migración	-1,365	-1,365	0	-0.0029
Producto p/empleo	0.1392	0.1392	0.00	0.0003
Empelo directo política	0	16	16	0.00
	2025	**2025**	**2025**	**2025**
Producción total	448,392	448,392	0.76	0.0002
Población total	3,435,050	3,435,051	0	0.0000
Empleo total	850,399	850,413	14	0.0016
Producción p/habitante	0.5273	0.5273	0.00	-0.0015
Migración	-1,822	-1,822	0	-0.0044
Producto p/empleo	0.1305	0.1305	0.00	0.0002
Empelo directo política	0	15	15	0.00
	2030	**2030**	**2030**	**2030**
Producción total	447,729	447,728	-1.66	-0.0004
Población total	3,663,621	3,663,622	1	0.0000
Empleo total	850,052	850,074	23	0.0027
Producción p/habitante	0.5267	0.5267	0.00	-0.0030
Migración	-2,294	-2,294	0	-0.0061
Producto p/empleo	0.1222	0.1222	0.00	-0.0004
Empelo directo política	0	17	17	0.00
	2035	**2035**	**2035**	**2035**
Producción total	447,949	447,947	-2.64	-0.0006
Población total	3,900,095	3,900,097	2	0.0000
Empleo total	850,180	850,212	32	0.0038
Producción p/habitante	0.5269	0.5269	0.00	-0.0044
Migración	-2,777	-2,777	0	-0.0068
Producto p/empleo	0.1149	0.1149	0.00	-0.0006
Empelo directo política	0	16	16	0.00

Fuente: Estimación directa del MMSD-C.

iii. AFOLU-3 Incrementar y Conservar la Vegetación en Zonas Rurales

La reforestación y conservación de estas áreas, promete un incremento en la absorción de CO_2 por arriba del nivel esperado por el escenario base, (escenario BAU). Los resultados de la simulación se muestran en el cuadro 18.

Cuadro 18.- Impactos Macroeconómicos de la política AFLOU-3

Variable	Escenario base 2020	AFOLU-1 2020	Variación Absoluta 2020	Variación porcentual 2020
Producción total	447,091	447,100	8.43	0.002
Población total	3,211,743	3,211,744	1	0.000
Empleo total	849,772	849,787	15	0.002
Producción p/habitante	0.5261	0.5261	0.00	0.000
Migración	-1,365	-1,365	0	-0.007
Producto p/empleo	0.1392	0.1392	0.00	0.002
Empelo directo política	0	23	23	0
	2025	**2025**	**2025**	**2025**
Producción total	448,392	448,402	10.84	0.002
Población total	3,435,050	3,435,052	1	0.000
Empleo total	850,399	850,418	19	0.002
Producción p/habitante	0.5273	0.5273	0.00	0.000
Migración	-1,822	-1,822	0	-0.006
Producto p/empleo	0.1305	0.1305	0.00	0.002
Empelo directo política	0	23	23	0
	2030	**2030**	**2030**	**2030**
Producción total	447,729	447,740	10.76	0.002
Población total	3,663,621	3,663,622	2	0.000
Empleo total	850,052	850,071	19	0.002
Producción p/habitante	0.5267	0.5267	0.00	0.000
Migración	-2,294	-2,294	0	-0.005
Producto p/empleo	0.1222	0.1222	0.00	0.002
Empelo directo política	0	27	27	0
	2035	**2035**	**2035**	**2035**
Producción total	447,949	447,960	10.77	0.002
Población total	3,900,095	3,900,097	2	0.000
Empleo total	850,180	850,199	19	0.002
Producción p/habitante	0.5269	0.5269	0.00	0.000
Migración	-2,777	-2,777	0	-0.004
Producto p/empleo	0.1149	0.1149	0.00	0.002
Empelo directo política	0	25	25	0

Fuente: Estimación directa del MMSD-C.

iv. WM-1 Utilización del Gas de Relleno Sanitario.

La cuarta política de mitigación de las emisiones de GEI es WM-1. Utilización del Gas de Relleno Sanitario que pretende establecer un programa para instalar una tecnología para capturar el gas metano de los vertederos en todo el estado para su uso en generación de electricidad renovable. Los resultados de la simulación se muestran en el cuadro 19.

Cuadro 19.- Impactos Macroeconómicos de la política WM-1

Variable	Escenario base 2020	AFOLU-1 2020	Variación Absoluta 2020	Variación porcentual 2020
Producción total	447,091	447,087	-4.54	-0.001
Población total	3,211,743	3,211,744	1	0.000
Empleo total	849,772	849,849	77	0.009
Producción p/habitante	0.5261	0.5261	0.00	-0.010
Migración	-1,365	-1,364	0	-0.034
Producto p/empleo	0.1392	0.1392	0.00	-0.001
Empelo directo política	0	1,005	1,005	0.00
	2025	**2025**	**2025**	**2025**
Producción total	448,392	448,385	-6.81	-0.002
Población total	3,435,050	3,435,055	4	0.000
Empleo total	850,399	850,566	167	0.020
Producción p/habitante	0.5273	0.5272	0.00	-0.021
Migración	-1,822	-1,821	1	-0.056
Producto p/empleo	0.1305	0.1305	0.00	-0.002
Empelo directo política	0	1,005	1,005	0.00
	2030	**2030**	**2030**	**2030**
Producción total	447,729	447,730	0.84	0.000
Población total	3,663,621	3,663,631	11	0.000
Empleo total	850,052	850,230	178	0.021
Producción p/habitante	0.5267	0.5266	0.00	-0.021
Migración	-2,294	-2,293	1	-0.047
Producto p/empleo	0.1222	0.1222	0.00	0.000
Empelo directo política	0	1,005	1,005	0.00
	2035	**2035**	**2035**	**2035**
Producción total	447,949	447,935	-14.05	-0.003
Población total	3,900,095	3,900,112	17	0.000
Empleo total	850,180	849,995	-185	-0.022
Producción p/habitante	0.5269	0.5270	0.00	0.019
Migración	-2,777	-2,778	-1	0.043
Producto p/empleo	0.1149	0.1149	0.00	-0.004
Empelo directo política	0	1,004	1,004	0.00

Fuente: Estimación directa del MMSD-C.

v. WM-2. Mayor Saneamiento de Aguas Residuales y Reutilización.

La cuota política de mitigación de las emisiones de GEI es WM-2 Mayor Saneamiento de aguas Residuales y Reutilización, política que tiene como meta aumentar los niveles de tratamiento de aguas residuales industriales y municipales para reducir las emisiones directas de gases de efecto invernadero y aumentar la cantidad de reutilización de aguas residuales para riego agrícola y urbano. Los resultados de la simulación se muestran en el cuadro 20.

Cuadro 20.- Impactos Macroeconómicos de la política WM-2

Variable	Escenario base 2020	AFOLU-1 2020	Variación Absoluta 2020	Variación porcentual 2020
Producción total	447,091	447,225	133.29	0.03
Población total	3,211,743	3,211,752	8	0.00
Empleo total	849,772	850,152	380	0.04
Producción p/habitante	0.5261	0.5261	0.00	-0.01
Migración	-1,365	-1,363	2	-0.17
Producto p/empleo	0.1392	0.1392	0.00	0.03
Empelo directo política	0	1,015	1,015	0.00
Producción total	448,392	448,614	222.57	0.05
Población total	3,435,050	3,435,075	25	0.00
Empleo total	850,399	851,048	649	0.08
Producción p/habitante	0.5273	0.5271	0.00	-0.03
Migración	-1,822	-1,818	4	-0.22
Producto p/empleo	0.1305	0.1306	0.00	0.05
Empelo directo política	0	1,018	1,018	0.00
Producción total	447,729	448,021	291.85	0.07
Población total	3,663,621	3,663,671	50	0.00
Empleo total	850,052	850,911	859	0.10
Producción p/habitante	0.5267	0.5265	0.00	-0.04
Migración	-2,294	-2,289	5	-0.23
Producto p/empleo	0.1222	0.1223	0.00	0.06
Empelo directo política	0	1,019	1,019	0.00
Producción total	447,949	447,711	-238.10	-0.05
Población total	3,900,095	3,900,177	83	0.00
Empleo total	850,180	849,401	-778	-0.09
Producción p/habitante	0.5269	0.5271	0.00	0.04
Migración	-2,777	-2,782	-5	0.18
Producto p/empleo	0.1149	0.1148	0.00	0.04
Empelo directo política	0	1,018	1,0018	0.00

Fuente: Estimación directa del MMSD-C.

vi. ES-1 Producción de Energía de Mercado con Tecnologías Bajas en Contenido de Carbón.

La quinta política es ES-1 Producción de Energía de Mercado con Tecnologías Bajas en Contenido de Carbón, cuyo objetivo de política es desarrollar nuevas capacidades de generación eléctrica en el estado usando una combinación de energías renovables y tecnologías de gas natural/metano. Los resultados de la simulación se muestran en el cuadro 21.

Cuadro 21.- Impactos Macroeconómicos de la política ES-1

Variable	Escenario base 2020	AFOLU-1 2020	Variación Absoluta 2020	Variación porcentual 2020
Producción total	447,091	446,439	-652.77	-0.15
Población total	3,211,743	3,211,801	57	0.00
Empleo total	849,772	848,631	-1142	-0.13
Producción p/habitante	0.5261	0.5261	0.00	-0.01
Migración	-1,365	-1,372	-7	0.53
Producto p/empleo	0.1392	0.1390	0.00	-0.15
Empelo directo política	0	1,005	1,005	0.00
	2025	**2025**	**2025**	**2025**
Producción total	448,392	449,017	625.19	0.14
Población total	3,435,050	3,435,105	55	0.00
Empleo total	850,399	851,312	912	0.11
Producción p/habitante	0.5273	0.5274	0.00	0.03
Migración	-1,822	-1,817	6	-0.30
Producto p/empleo	0.1305	0.1307	0.00	0.14
Empelo directo política	0	1,009	1,009	0.00
	2030	**2030**	**2030**	**2030**
Producción total	447,729	448,677	625.19	0.14
Población total	3,663,621	3,663,716	55	0.00
Empleo total	850,052	851,308	912	0.11
Producción p/habitante	0.5267	0.5270	0.00	0.03
Migración	-2,294	-2,286	6	-0.30
Producto p/empleo	0.1222	0.1225	0.00	0.14
Empelo directo política	0	1,010	1,010	0.00
	2035	**2035**	**2035**	**2035**
Producción total	447,949	447,332	-617.25	-0.14
Población total	3,900,095	3,900,232	137	0.00
Empleo total	850,180	849,350	-829	-0.10
Producción p/habitante	0.5269	0.5267	0.00	-0.04
Migración	-2,777	-2,782	-5	0.20
Producto p/empleo	0.1149	0.1147	0.00	-0.14
Empelo directo política	0	1,010	1,010	0.00

Fuente: Estimación directa del MMSD-C.

vii. ES-2 Celdas Fotovoltaicas para la Generación de Electricidad en el Sector Residencial.

La sexta política es ES-2 Celdas Fotovoltaicas para la Generación de Electricidad en el Sector Residencial, esta política pretende incentivar el uso de celdas fotovoltaicas (más que en el escenario BAU) en el sector residencial**.** Los resultados de la simulación se muestran en el cuadro 22.

Cuadro 22.- Impactos Macroeconómicos de la política ES-2

Variable	Escenario base 2020	AFOLU-1 2020	Variación Absoluta 2020	Variación porcentual 2020
Producción total	447,091	447,166	74.39	0.017
Población total	3,211,743	3,211,748	5	0.000
Empleo total	849,772	849,880	108	0.013
Producción p/habitante	0.5261	0.5262	0.00	0.004
Migración	-1,365	-1,364	1	-0.036
Producto p/empleo	0.1392	0.1392	0.00	0.018
Empelo directo política	0	690	690	0.00
	2025	**2025**	**2025**	**2025**
Producción total	448,392	448,412	20.01	0.004
Población total	3,435,050	3,435,059	9	0.000
Empleo total	850,399	850,427	28	0.003
Producción p/habitante	0.5273	0.5273	0.00	0.001
Migración	-1,822	-1,822	0	-0.007
Producto p/empleo	0.1305	0.1305	0.00	0.004
Empelo directo política	0	692	692	0.00
	2030	**2030**	**2030**	**2030**
Producción total	447,729	447,772	42.57	0.010
Población total	3,663,621	3,663,631	11	0.000
Empleo total	850,052	850,113	62	0.007
Producción p/habitante	0.5267	0.5267	0.00	0.002
Migración	-2,294	-2,293	0	-0.013
Producto p/empleo	0.1222	0.1222	0.00	0.010
Empelo directo política	0	697	697	0.00
	2035	**2035**	**2035**	**2035**
Producción total	447,949	447,925	-24.47	-0.005
Población total	3,900,095	3,900,107	13	0.000
Empleo total	850,180	850,143	-37	-0.004
Producción p/habitante	0.5269	0.5269	0.00	-0.001
Migración	-2,777	-2,777	0	0.019
Producto p/empleo	0.1149	0.1148	0.00	-0.005
Empelo directo política	0	693	693	0.00

Fuente: Estimación directa del MMSD-C**.**

viii. ES-3 Celdas Fotovoltaicas para la Generación de Electricidad en el Sector Institucional.

La séptima política de mitigación de las emisiones de GEI es ES-3 Celdas Fotovoltaicas para la Generación de Electricidad en el Sector Institucional (más que en el escenario BAU), cuya meta es incentivar el uso de celdas fotovoltaicas en edificios públicos. Los resultados de la simulación se muestran en el cuadro 23.

Cuadro 23.- Impactos Macroeconómicos de la política ES-3

Variable	Escenario base 2020	AFOLU-1 2020	Variación Absoluta 2020	Variación porcentual 2020
Producción total	447,091	447,137	45.74	0.010
Población total	3,211,743	3,211,747	4	0.000
Empleo total	849,772	849,864	91	0.011
Producción p/habitante	0.5261	0.5261	0.00	-0.001
Migración	-1,365	-1,364	1	-0.040
Producto p/empleo	0.1392	0.1392	0.00	0.010
Empelo directo política	0	777	777	0.00
	2025	**2025**	**2025**	**2025**
Producción total	448,392	448,397	5.47	0.001
Población total	3,435,050	3,435,058	7	0.000
Empleo total	850,399	850,410	11	0.001
Producción p/habitante	0.5273	0.5273	0.00	0.000
Migración	-1,822	-1,822	0	-0.002
Producto p/empleo	0.1305	0.1305	0.00	0.001
Empelo directo política	0	777	777	0.00
	2030	**2030**	**2030**	**2030**
Producción total	447,729	447,752	23.10	0.005
Población total	3,663,621	3,663,629	9	0.000
Empleo total	850,052	850,103	51	0.006
Producción p/habitante	0.5267	0.5267	0.00	-0.001
Migración	-2,294	-2,294	0	-0.013
Producto p/empleo	0.1222	0.1222	0.00	0.005
Empelo directo política	0	777	777	0.00
	2035	**2035**	**2035**	**2035**
Producción total	447,949	447,935	-14.00	-0.003
Población total	3,900,095	3,900,105	10	0.000
Empleo total	850,180	850,142	-37	-0.004
Producción p/habitante	0.5269	0.5269	0.00	0.001
Migración	-2,777	-2,777	0	0.009
Producto p/empleo	0.1149	0.1149	0.00	-0.003
Empelo directo política	0	777	777	0.00

Fuente: Estimación directa del MMSD-C.

ix. ES-4 Celdas Fotovoltaicas para la Generación de Electricidad en el Sector Comercial.

La octava política de mitigación de las emisiones de GEI es ES-4 Celdas Fotovoltaicas para la Generación de Electricidad en el Sector Comercial e Industrial, que tiene como meta incentivar el uso de celdas fotovoltaicas (más que en el escenario BAU) en comercios e industrias. Los resultados de la simulación se muestran en el cuadro 23.

Cuadro 23.- Impactos Macroeconómicos de la política ES-4

Variable	Escenario base 2020	AFOLU-1 2020	Variación Absoluta 2020	Variación porcentual 2020
Producción total	447,091	447,305	214.01	0.048
Población total	3,211,743	3,211,758	15	0.000
Empleo total	849,772	850,111	339	0.040
Producción p/habitante	0.5261	0.5262	0.00	0.008
Migración	-1,365	-1,363	2	-0.150
Producto p/empleo	0.1392	0.1393	0.00	0.047
Empelo directo política	0	898	898	0.00
	2025	**2025**	**2025**	**2025**
Producción total	448,392	448,604	212.71	0.047
Población total	3,435,050	3,435,078	28	0.001
Empleo total	850,399	850,748	349	0.041
Producción p/habitante	0.5273	0.5273	0.00	0.006
Migración	-1,822	-1,820	2	-0.114
Producto p/empleo	0.1305	0.1306	0.00	0.047
Empelo directo política	0	898	898	0.00
	2030	**2030**	**2030**	**2030**
Producción total	447,729	447,927	197.96	0.044
Población total	3,663,621	3,663,661	41	0.001
Empleo total	850,052	850,388	337	0.040
Producción p/habitante	0.5267	0.5267	0.00	0.005
Migración	-2,294	-2,292	2	-0.086
Producto p/empleo	0.1222	0.1223	0.00	0.043
Empelo directo política	0	898	898	0.00
	2035	**2035**	**2035**	**2035**
Producción total	447,949	447,841	-108.64	-0.024
Población total	3,900,095	3,900,147	53	0.001
Empleo total	850,180	849,953	-226	-0.027
Producción p/habitante	0.5269	0.5269	0.00	0.002
Migración	-2,777	-2,778	-2	0.055
Producto p/empleo	0.1149	0.1148	0.00	-0.026
Empelo directo política	0	898	898	0.00

Fuente: Estimación directa del MMSD-C.

x. ES-5 Celdas Fotovoltaicas para la Generación de Electricidad en el Sector Industrial.

La novena política de mitigación de las emisiones de GEI es ES-5 Celdas Fotovoltaicas para la Generación de Electricidad en el Sector Industrial, que pretende promover mayores niveles de con-generación de electricidad en el sector industrial. Los resultados de la simulación se muestran en el cuadro 24.

Cuadro 24.- Impactos Macroeconómicos de la política ES-5

Variable	Escenario base 2020	AFOLU-1 2020	Variación Absoluta 2020	Variación porcentual 2020
Producción total	447,091	447,426	334.74	0.075
Población total	3,211,743	3,211,766	23	0.001
Empleo total	849,772	850,868	1096	0.129
Producción p/habitante	0.5261	0.5258	0.00	-0.054
Migración	-1,365	-1,358	7	-0.492
Producto p/empleo	0.1392	0.1393	0.00	0.074
Empelo directo política	0	333	333	0.00
	2025	**2025**	**2025**	**2025**
Producción total	448,844	448,844	452.26	0.101
Población total	3,435,121	3,435,121	71	0.002
Empleo total	852,111	852,111	1712	0.201
Producción p/habitante	0.5267	0.5267	0.00	-0.100
Migración	-1,812	-1,812	10	-0.570
Producto p/empleo	0.1307	0.1307	0.00	0.099
Empelo directo política	0	333	333	0.00
	2030	**2030**	**2030**	**2030**
Producción total	447,729	448,308	578.44	0.129
Población total	3,663,621	3,663,765	144	0.004
Empleo total	850,052	852,392	2340	0.275
Producción p/habitante	0.5267	0.5259	0.00	-0.146
Migración	-2,294	-2,280	14	-0.614
Producto p/empleo	0.1222	0.1224	0.00	0.125
Empelo directo política	0	333	333	0.00
	2035	**2035**	**2035**	**2035**
Producción total	447,949	447,055	-894.51	-0.200
Población total	3,900,095	3,900,338	244	0.006
Empleo total	850,180	848,295	-1885	-0.222
Producción p/habitante	0.5269	0.5270	0.00	0.022
Migración	-2,777	-2,789	-12	0.443
Producto p/empleo	0.1149	0.1146	0.00	-0.206
Empelo directo política	0	333	333	0.00

Fuente: Estimación directa del MMSD-C.

xi. RCII-1 Eficiencia en uso de Electricidad en Nuevas Residencias/Comercio/Edificios Públicos e Industrias.

La décima política de mitigación de las emisiones de GEI es RCII-1 Eficiencia en uso de Electricidad en Nuevas Residencias/Comercio /Edificios Públicos e Industrias, que pretende establecer nuevos códigos y normas centradas en el sector residencial e industrial. Edificios grandes (>5,000m2) en los sectores anteriores son considerados también. Los resultados de la simulación se muestran en el cuadro 25.

Cuadro 25.- Impactos Macroeconómicos de la política RCII-1

Variable	Escenario base 2020	AFOLU-1 2020	Variación Absoluta 2020	Variación porcentual 2020
Producción total	447,091	447,070	-20.82	-0.005
Población total	3,211,743	3,211,744	1	0.000
Empleo total	849,772	849,792	20	0.002
Producción p/habitante	0.5261	0.5261	0.00	-0.007
Migración	-1,365	-1,365	0	-0.009
Producto p/empleo	0.1392	0.1392	0.00	-0.005
Empelo directo política	0	632	632	0.00
	2025	**2025**	**2025**	**2025**
Producción total	448,392	448,390	-1.48	0.000
Población total	3,435,050	3,435,053	3	0.000
Empleo total	850,399	850,494	95	0.011
Producción p/habitante	0.5273	0.5272	0.00	-0.012
Migración	-1,822	-1,822	1	-0.032
Producto p/empleo	0.1305	0.1305	0.00	0.000
Empelo directo política	0	632	632	0.00
	2030	**2030**	**2030**	**2030**
Producción total	447,729	447,692	-37.12	-0.008
Población total	3,663,621	3,663,627	7	0.000
Empleo total	850,052	850,142	90	0.011
Producción p/habitante	0.5267	0.5266	0.00	-0.019
Migración	-2,294	-2,293	1	-0.024
Producto p/empleo	0.1222	0.1222	0.00	-0.008
Empelo directo política	0	632	632	0.00
	2035	**2035**	**2035**	**2035**
Producción total	447,949	447,998	48.35	0.011
Población total	3,900,095	3,900,106	11	0.000
Empleo total	850,180	850,095	-85	-0.010
Producción p/habitante	0.5269	0.5270	0.00	0.021
Migración	-2,777	-2,778	-1	0.020
Producto p/empleo	0.1149	0.1149	0.00	0.011
Empelo directo política	0	632	632	0.00

Fuente: Estimación directa del MMSD-C.

xii. RCII-2 Eficiencia en uso de Electricidad en Nuevas Construcciones y sus Equipos.

La décima primera política de mitigación de las emisiones de GEI es RCII-2 Eficiencia en uso de Electricidad en Nuevas Construcciones y sus Equipos, cuyo propósito es promover el uso de eficiencia en el uso de energía en equipos en los edificios RCII. Los resultados de la simulación se muestran en el cuadro 26.

Cuadro 26.- Impactos Macroeconómicos de la política RCII-2

Variable	Escenario base 2020	AFOLU-1 2020	Variación Absoluta 2020	Variación porcentual 2020
Producción total	447,091	447,067	-24.28	-0.01
Población total	3,211,743	3,211,744	1	0.00
Empleo total	849,772	849,775	3	0.00
Producción p/habitante	0.5261	0.5261	0.00	-0.01
Migración	-1,365	-1,365	0	0.00
Producto p/empleo	0.1392	0.1392	0.00	-0.01
Empelo directo política	0	543	543	0.00
	2025	**2025**	**2025**	**2025**
Producción total	448,392	448,378	-13.19	0.00
Población total	3,435,050	3,435,052	2	0.00
Empleo total	850,399	850,456	57	0.01
Producción p/habitante	0.5273	0.5272	0.00	-0.01
Migración	-1,822	-1,822	0	-0.02
Producto p/empleo	0.1305	0.1305	0.00	0.00
Empelo directo política	0	543	543	0.00
	2030	**2030**	**2030**	**2030**
Producción total	447,729	447,681	-47.85	-0.01
Población total	3,663,621	3,663,624	4	0.00
Empleo total	850,052	850,093	42	0.00
Producción p/habitante	0.5267	0.5266	0.00	-0.02
Migración	-2,294	-2,294	0	-0.01
Producto p/empleo	0.1222	0.1222	0.00	-0.01
Empelo directo política	0	543	543	0.00
	2035	**2035**	**2035**	**2035**
Producción total	447,949	447,984	34.25	0.01
Población total	3,900,095	3,900,100	6	0.00
Empleo total	850,180	850,125	-55	-0.01
Producción p/habitante	0.5269	0.5270	0.00	0.01
Migración	-2,777	-2,777	0	0.01
Producto p/empleo	0.1149	0.1149	0.00	0.01
Empelo directo política	0	543	543	0.00

Fuente: Estimación directa del MMSD-C.

xiii. RCII-3 Eficiencia en uso de Electricidad en Edificios Existentes y sus Equipos

La décima segunda política de mitigación de las emisiones de GEI es RCII-3 Eficiencia en el uso de Electricidad en Edificios Existentes y sus Equipos, cuyo fin es promover el uso de eficiencia en el uso de energía en equipos en los edificios existentes. Se excluye al sector industrial. Los resultados de la simulación se muestran en el cuadro 27.

Cuadro 27.- Impactos Macroeconómicos de la política RCII-3

Variable	Escenario base 2020	AFOLU-1 2020	Variación Absoluta 2020	Variación porcentual 2020
Producción total	447,091	446,623	-468.30	-0.001
Población total	3,211,743	3,211,766	22	0.000
Empleo total	849,772	850,562	790	0.001
Producción p/habitante	0.5261	0.5251	0.00	-0.002
Migración	-1,365	-1,360	5	-0.002
Producto p/empleo	0.1392	0.1391	0.00	-0.001
Empelo directo política	0	1,541	1,541	0.00
	2025	**2025**	**2025**	**2025**
Producción total	448,392	447,393	-998.21	-0.002
Población total	3,435,050	3,435,119	68	0.000
Empleo total	850,399	852,330	1931	0.002
Producción p/habitante	0.5273	0.5249	0.00	-0.005
Migración	-1,822	-1,810	12	-0.009
Producto p/empleo	0.1305	0.1302	0.00	-0.002
Empelo directo política	0	1,541	1,541	0.00
	2030	**2030**	**2030**	**2030**
Producción total	447,729	446,504	-1225.21	-0.003
Población total	3,663,621	3,663,761	140	0.000
Empleo total	850,052	852,123	2071	0.002
Producción p/habitante	0.5267	0.5240	0.00	-0.005
Migración	-2,294	-2,281	12	-0.007
Producto p/empleo	0.1222	0.1219	0.00	-0.003
Empelo directo política	0	1,541	1,541	0.00
	2035	**2035**	**2035**	**2035**
Producción total	447,949	446,052	-1897.45	-0.004
Población total	3,900,095	3,900,327	232	0.000
Empleo total	850,180	847,340	-2840	-0.003
Producción p/habitante	0.5269	0.5264	0.00	-0.001
Migración	-2,777	-2,795	-18	0.008
Producto p/empleo	0.1149	0.1144	0.00	-0.004
Empelo directo política	0	1,541	1,541	0.00

Fuente: Estimación directa del MMSD-C.

xiv. RCII-4 Estimular la Eficiencia en uso de Electricidad en el Sector Industrial en Equipos y Procesos Productivos.

La décima tercera política de mitigación de las emisiones de GEI es RCII-4 Estimular la Eficiencia en uso de Electricidad en el Sector Industrial en Equipos y Procesos Productivos, cuyo propósito es aplicar incentivos fiscales para incentivar mejoras en equipos y procesos productivos. Los resultados de la simulación se muestran en el cuadro 28.

Cuadro 28.- Impactos Macroeconómicos de la política RCII-4

Variable	Escenario base 2020	AFOLU-1 2020	Variación Absoluta 2020	Variación porcentual 2020
Producción total	447,091	447,103	11.32	0.000
Población total	3,211,743	3,211,747	4	0.000
Empleo total	849,772	850,059	286	0.000
Producción p/habitante	0.5261	0.5260	0.00	0.000
Migración	-1,365	-1,363	2	-0.001
Producto p/empleo	0.1392	0.1392	0.00	0.000
Empelo directo política	0	543	543	0.00
	2025	**2025**	**2025**	**2025**
Producción total	448,392	448,429	37.91	0.000
Población total	3,435,050	3,435,071	20	0.000
Empleo total	850,399	851,185	786	0.001
Producción p/habitante	0.5273	0.5268	0.00	-0.001
Migración	-1,822	-1,817	5	-0.003
Producto p/empleo	0.1305	0.1305	0.00	0.000
Empelo directo política	0	543	543	0.00
	2030	**2030**	**2030**	**2030**
Producción total	447,729	447,764	35.05	0.000
Población total	3,663,621	3,663,676	55	0.000
Empleo total	850,052	851,610	1558	0.002
Producción p/habitante	0.5267	0.5258	0.00	-0.002
Migración	-2,294	-2,284	9	-0.004
Producto p/empleo	0.1222	0.1222	0.00	0.000
Empelo directo política	0	543	543	0.00
	2035	**2035**	**2035**	**2035**
Producción total	447,949	447,163	-786.14	-0.002
Población total	3,900,095	3,900,212	118	0.000
Empleo total	850,180	848,399	-1780	-0.002
Producción p/habitante	0.5269	0.5271	0.00	0.000
Migración	-2,777	-2,788	-11	0.004
Producto p/empleo	0.1149	0.1147	0.00	-0.002
Empelo directo política	0	543	543	0.00

Fuente: Estimación directa del MMSD-C.

xv. TLU-1 Incrementar la Densidad en Zonas Urbanas.

La décima cuarta política de mitigación de las emisiones de GEI es TLU-1 Incrementar la Densidad en Zonas Urbanas, que pretende reducir la distancia de desplazamiento motorizado en zonas urbanas. Los resultados de la simulación se muestran en el cuadro 29.

Cuadro 29.- Impactos Macroeconómicos de la política TLU-1

Variable	Escenario base 2020	AFOLU-1 2020	Variación Absoluta 2020	Variación porcentual 2020
Producción total	447,091	446,922	-169.22	-0.038
Población total	3,211,743	3,211,745	2	0.000
Empleo total	849,772	849,836	64	0.007
Producción p/habitante	0.5261	0.5259	0.00	-0.045
Migración	-1,365	-1,365	0	-0.029
Producto p/empleo	0.1392	0.1392	0.00	-0.038
Empelo directo política	0	62	62	0.00
	2025	**2025**	**2025**	**2025**
Producción total	448,392	448,036	-355.25	-0.109
Población total	3,435,050	3,435,055	5	0.000
Empleo total	850,399	850,484	85	0.011
Producción p/habitante	0.5273	0.5268	0.00	-0.120
Migración	-1,822	-1,822	1	-0.024
Producto p/empleo	0.1305	0.1304	0.00	-0.109
Empelo directo política	0	62	62	0.00
	2030	**2030**	**2030**	**2030**
Producción total	447,729	447,242	-486.97	-0.109
Población total	3,663,621	3,663,629	8	0.000
Empleo total	850,052	850,146	94	0.011
Producción p/habitante	0.5267	0.5261	0.00	-0.120
Migración	-2,294	-2,293	1	-0.024
Producto p/empleo	0.1222	0.1221	0.00	0
Empelo directo política	0	62	62	0.00
	2035	**2035**	**2035**	**2035**
Producción total	447,949	447,281	-668.19	-0.149
Población total	3,900,095	3,900,107	12	0.000
Empleo total	850,180	850,288	109	0.013
Producción p/habitante	0.5269	0.5260	0.00	-0.162
Migración	-2,777	-2,776	1	-0.023
Producto p/empleo	0.1149	0.1147	0.00	-0.149
Empelo directo política	0	62	62	0.00

Fuente: Estimación directa del MMSD-C.

62

xvi. TLU-2 Promover un Sistema de Transporte Urbano Sustentable

La décima quinta política de mitigación de las emisiones de GEI es TLU-2 Promover un Sistema de Transporte Urbano Sustentable. Incrementar el uso de transporte público, que pretende el uso de bicicletas y los movimientos pedestres. Los resultados de la simulación se muestran en el cuadro 30.

Cuadro 30.- Impactos Macroeconómicos de la política TLU-2

Variable	Escenario base 2020	AFOLU-1 2020	Variación Absoluta 2020	Variación porcentual 2020
Producción total	447,091	446,339	-752.59	-0.168
Población total	3,211,743	3,211,744	1	0.000
Empleo total	849,772	849,804	32	0.004
Producción p/habitante	0.5261	0.5252	0.00	-0.172
Migración	-1,365	-1,365	0	-0.010
Producto p/empleo	0.1392	0.1390	0.00	-0.180
Empelo directo política	0	57	57	0.00
	2025	**2025**	**2025**	**2025**
Producción total	448,392	447,200	-1191.59	-0.402
Población total	3,435,050	3,435,053	3	0.000
Empleo total	850,399	850,445	45	0.008
Producción p/habitante	0.5273	0.5258	0.00	-0.410
Migración	-1,822	-1,822	0	-0.015
Producto p/empleo	0.1305	0.1302	0.00	-0.428
Empelo directo política	0	57	57	0.00
	2030	**2030**	**2030**	**2030**
Producción total	447,729	445,928	-1801.15	-0.402
Población total	3,663,621	3,663,627	6	0.000
Empleo total	850,052	850,123	71	0.008
Producción p/habitante	0.5267	0.5245	0.00	-0.410
Migración	-2,294	-2,293	0	-0.015
Producto p/empleo	0.1222	0.1217	0.00	-0.428
Empelo directo política	0	57	57	0.00
	2035	**2035**	**2035**	**2035**
Producción total	447,949	445,924	-2025.39	-0.454
Población total	3,900,095	3,900,106	11	0.000
Empleo total	850,180	850,245	65	0.008
Producción p/habitante	0.5269	0.5245	0.00	-0.461
Migración	-2,777	-2,777	0	-0.028
Producto p/empleo	0.1149	0.1143	0.00	-0.374
Empelo directo política	0	57	57	0.00

Fuente: Estimación directa del MMSD-C.

xvii. TLU-3 Eficiencia de la Flota de Transporte.

La décima sexta política de mitigación de las emisiones de GEI es TLU-3 Eficiencia de la Flota de Transporte cuyo fin es promover una flota de transporte más eficiente en el uso de energías mediante vehículos híbridos y vehículos eléctricos. Los resultados de la simulación se muestran en el cuadro 31.

Cuadro 31.- Impactos Macroeconómicos de la política TLU-3

Variable	Escenario base 2020	AFOLU-1 2020	Variación Absoluta 2020	Variación porcentual 2020
Producción total	447,091	447,092	0.75	0.0002
Población total	3,211,743	3,211,743	0	0.0000
Empleo total	849,772	849,774	2	0.0002
Producción p/habitante	0.5261	0.5261	0.00	-0.0001
Migración	-1,365	-1,365	0	-0.0007
Producto p/empleo	0.1392	0.1392	0.00	0.0002
Empelo directo política	0	48	48	0.00
	2025	**2025**	**2025**	**2025**
Producción total	448,392	448,393	1.16	0.0003
Población total	3,435,050	3,435,050	0	0.0000
Empleo total	850,399	850,403	4	0.0004
Producción p/habitante	0.5273	0.5273	0.00	-0.0002
Migración	-1,822	-1,822	0	-0.0011
Producto p/empleo	0.1305	0.1305	0.00	0.0003
Empelo directo política	0	48	48	0.00
	2030	**2030**	**2030**	**2030**
Producción total	447,729	447,730	1.25	0.0003
Población total	3,663,621	3,663,621	0	0.0000
Empleo total	850,052	850,056	5	0.0005
Producción p/habitante	0.5267	0.5267	0.00	-0.0003
Migración	-2,294	-2,294	0	-0.0013
Producto p/empleo	0.1222	0.1222	0.00	0.0003
Empelo directo política	0	48	48	0.00
	2035	**2035**	**2035**	**2035**
Producción total	447,949	447,951	1.49	0.0003
Población total	3,900,095	3,900,095	0	0.0000
Empleo total	850,180	850,186	6	0.0007
Producción p/habitante	0.5269	0.5269	0.00	-0.0004
Migración	-2,777	-2,777	0	-0.0014
Producto p/empleo	0.1149	0.1149	0.00	0.0003
Empelo directo política	0	48	48	0.00

Fuente: Estimación directa del MMSD-C.

A4. Efectos Distributivos de las Políticas Públicas Seleccionadas de Mitigación

La descripción de los efectos distributivos en el empleo –distribución del efecto del empleo total en empleo directo e indirecto-- en respuesta a los valores específicos de la demanda final ocasionados por cada política de mitigación de GEI y CC se presenta en el cuadro 32.

Cuadro 32.- Efectos Distributivos de las Política de Mitigación en Empleo Anual.

Sector	ID de política	Generación de empleos/ Período (2017-2025)			Generación de empleos totales por sector (2017-2025)	
		Total Directos	Total Indirectos	Total Empleos	Total	Porcentaje
AFOLU	AFOLU-1	19	2	21		
	AFOLU-2	16	2	18		
	AFOLU-3	25	3	28	67	0.64%
WM	WM-1	1,004	119	1,123		
	WM-2	1,018	121	1,139	2,263	
ES	ES-1	1,010	120	1,130		21.67%
	ES-2	693	82	775		
	ES-3	777	92	869		
	ES-4	898	107	1,005		39.77%
	ES-5	333	40	373	4,153	
RCI	RCII-1	632	75	707		
	RCII-2	654	78	732		36.12%
	RCII-3	1,541	183	1,724		
	RCII-4	543	65	608	3,771	
TLU	TLU-1	62	7	69		1.79%
	TLU-2	57	7	64		
	TLU-3	48	6	54	187	
TOTAL		9,330	1,110	10,440	10,440	100.00%

Fuente: Elaboración Propia.

Partiendo del modelo insumo-producto, los impactos directo e indirecto se estiman, permitiendo valorar los distintos impactos. Por un lado, el impacto directo corresponde al empleo generado en aquellos sectores de actividad que son receptores directos de las inversiones. Por otro lado, el impacto indirecto corresponde con empleo generado en los sectores actividad que se benefician indirectamente de las inversiones y del gasto, es decir, aquellos que suministran a los sectores directamente afectados los bienes y servicios necesarios para su actividad.

El efecto total del empleo se distribuye entre el impacto directo más el inducido y este puede ser desagregado a nivel sectorial, para conocer el efecto distributivo intersectorial.

A5. Análisis de las 5 Mejores Políticas Públicas de Mitigación de GEI

Como se estableció al inicio del documento el principal objetivo de las políticas de mitigación de las emisiones de GEI es establecer objetivos deseables como: a) reducción del consumo de combustibles fósiles (reducción de CO_2); b) mejoramiento de los sumideros de GEI; c) impulso a las energías renovables; y, d) minimización de los impactos económicos y sociales en la entidad.

Consecuentemente, los factores que hay que atender son por un lado los que ocasionan la contaminación atmosférica. Por otro lado, los que se relacionan básicamente con el crecimiento de la actividad económica, la demográfica, y la laboral.

Por ello podemos clasificar a las políticas públicas seleccionadas de Coahuila usando estos criterios para encontrar las 5 mejores. Destaca en primer lugar una medida de eficiencia energética, la política ES-1 Producción de Energía de Mercado con Tecnologías Bajas en Contenido de Carbón (CO_2), que propone desarrollar nuevas capacidades de generación eléctrica en el estado usando una combinación de energías renovables y tecnologías de gas natural o metano. En segundo lugar otra medida de eficiencia energética, la política ES-5 Aumento de la Co-generación en una Industria de Energía Eléctrica y Térmica que implica un aumento de las emisiones locales pero una reducción de las emisiones globales asociadas a la actividad industrial evitando emisiones del sector de electricidad. Así la planta de cogeneración emitirá más emisiones que una planta industria sin cogeneración, pero menos que la suma de la planta industrial y la central generadora de energía eléctrica. En tercer lugar otra medida de ahorro energética, la política RCII-3 Eficiencia en uso de Electricidad en Edificios Existentes y sus Equipos que sugiere reducir las demandas de energía en las construcciones para la calefacción en invierno y refrigeración en verano. En cuarto lugar la política, TLU-2 Promover un Sistema de Transporte Urbano Sustentable que aspira a que exista una articulación de los planes de desarrollo urbano y los proyectos de inversión en transporte, tratando de que disminuya la dispersión de las ciudades. En quinto lugar la política de secuestro de carbono, AFLOU-2 Reforestar Zonas Urbanas, Carreteras, Espacios Públicos, Derechos de Paso, Parques y Jardines que planea incrementar la cobertura de vegetación en zonas urbanas para aumentar el secuestro de carbono, reducir el escurrimiento de agua de lluvia y proveer de sombra a los edificios.

La descripción de los resultados usando el análisis microeconómico y macroeconómico se muestran en el cuadro 33.

Cuadro 33.- Descripción de las Mejores 5 Políticas de Mitigación de GEI en Coahuila

Clave	Análisis Microeconómico							Análisis Macroeconómico		
	GEI reducidos (MtCO2e)					Rentabilidad VPN (millones pesos)	Costo Efectividad ($/tCO2e) *(millones pesos)*	EMPLEO Generación Promedio anual	EMPLEO total Generación período de análisis	Impacto PIB Estatal período de análisis *(millones de pesos)*
	Reducción anual 2020	Reducción anual 2025	Reducción anual 2030	Reducción anual 2035	Acumulado durante período					
ES-1	NA	0.92	NA	1.31	18.5	-$2,179.00	-$89.00	1,010	19,190	$8,293.31
ES-5	NA	0.12	NA	0.22	2.4	-$1,614.00	-$670.00	1,649	31,324	$4,633.17
RCII-3	NA	0.72	NA	1.2	14.0	-$21,262.00	-$1,206.00	1,541	29,276	-$9,824.97
TLU-2	NA	0.19	NA	0.35	4.3	-$30,201.00	$5,428.00	57	1,080	-$14,289.40
AFOLU 2	NA	0.042	NA	0.084	0.9	$115.00	$131.00	16	313	$0.88
TOTAL	**NA**	**1.99**	**NA**	**3.16**	**40.08**	**-$55,141**	**$3,594**	**4,273**	**81,184**	**-$11,187.01**

Fuente: Elaboración Propia.

BIBLIOGRAFIA

Bloom, David. E. and Canning David, 2000, **The Health and Wealth of Nations**, *Science* 287: 1207–8.

CCS, 2016, Final Report of the Coahuila Phase 2 State Climate Action Plan submitted to SEMA, BECC, USAID, and WWF, EUA.

----------, Appendix A: Greenhouse Gas Emissions Inventory and Reference Case Projection, in Final Report of the Coahuila Phase 2 State Climate Action Plan submitted to SEMA, BECC, USAID, and WWF, EUA.

----------, Appendix B: Methodology for Micro-Economic Analysis, in Final Report of the Coahuila Phase 2 State Climate Action Plan submitted to SEMA, BECC, USAID, and WWF, EUA.

Fuentes, Noé Arón y Brugués, Alejandro, 2015, "Resultados del modelo MMSD-PECCH: etapa de cuantificación ambiental y socioeconómica de las políticas de mitigación del Cambio Climático," Reporte Final, El COLEF, Tijuana, México.

Hannon, Bruce and Ruth Matthias, 2001, **Dynamic Modeling:** Second Edition, Springer, New York, USA.

INEGI, 2015, PIB por Entidad Federativa Anual en http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/pibe/tabulados.aspx.

----------, Matriz Nacional de Insumo Producto, 2008 en http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/mip/

Johnson, Thomas (1986). "A Dynamic Input-Output Model for Small Regions". *Review of Regional Studies*, Volume 16, number 1 (Spring), pp. 14-23.

----------, John Bryden, Karen Refsgaard y Sara Alva (2008). "A System Dynamics Model of Agriculture and Rural Development: The TOPMARD core model". *107th EAAE Seminar*, Sevilla, Spain, Enero 29-Febrrero 1.

López, Elena y Silvio Martínez, 2000, **Iniciación a la Simulación Dinámica: Aplicaciones a Sistemas Económicos y Empresariales**, Ariel Economía, S. A., Barcelona, España.

Ruiz Pablo, 2014, Políticas de Mitigación del Cambio Climático en México: Un Análisis Insumo Producto. Realidad, Datos y Espacio. Revista Internacional de Estadística y Geografía, Vol. 5 Núm. 1, enero-abril 2014.

Víctor Peter A. and Jackson, Tim, 2013, Developing a sub-model demographic and Input Output Structure for the Green Economy Macro-Model and Accounts (GEMMA) Framework. Final Report submitted to CIGI-INET, EUA.

SEGOB y CONAPO, 2013, Datos de Proyecciones: Estimaciones y Proyecciones de Población por Entidad Federativa".

CONAPO, 2015, Evolución de la Población, http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos

----------, Evolución de la Población por edad oficial, http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos

INEGI, 2015, PIB por Entidad Federativa Anual http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/pibe/tabulados.aspx.